

발 간 등 록 번 호

51-6110000-003064-14

지반침하 특별점검 공동조사용역 최 종 보 고 서

2024. 10.



서울특별시

제출문

서울특별시장 귀하

귀 시와 2024년 04월 24일 계약(계약번호 : 202404163A8-01)한 “지반침하 특별점검 공동조사용역”의 최종보고서를 작성하여 제출합니다.

2024년 10월

경기 안양시 동안구 엘에스로 136, 909호

(주) 제이에스이앤씨

대표이사 심현미



요 약 문

1. 개요
2. 공동조사 결과 요약
3. 자치구별 공동발생률 현황

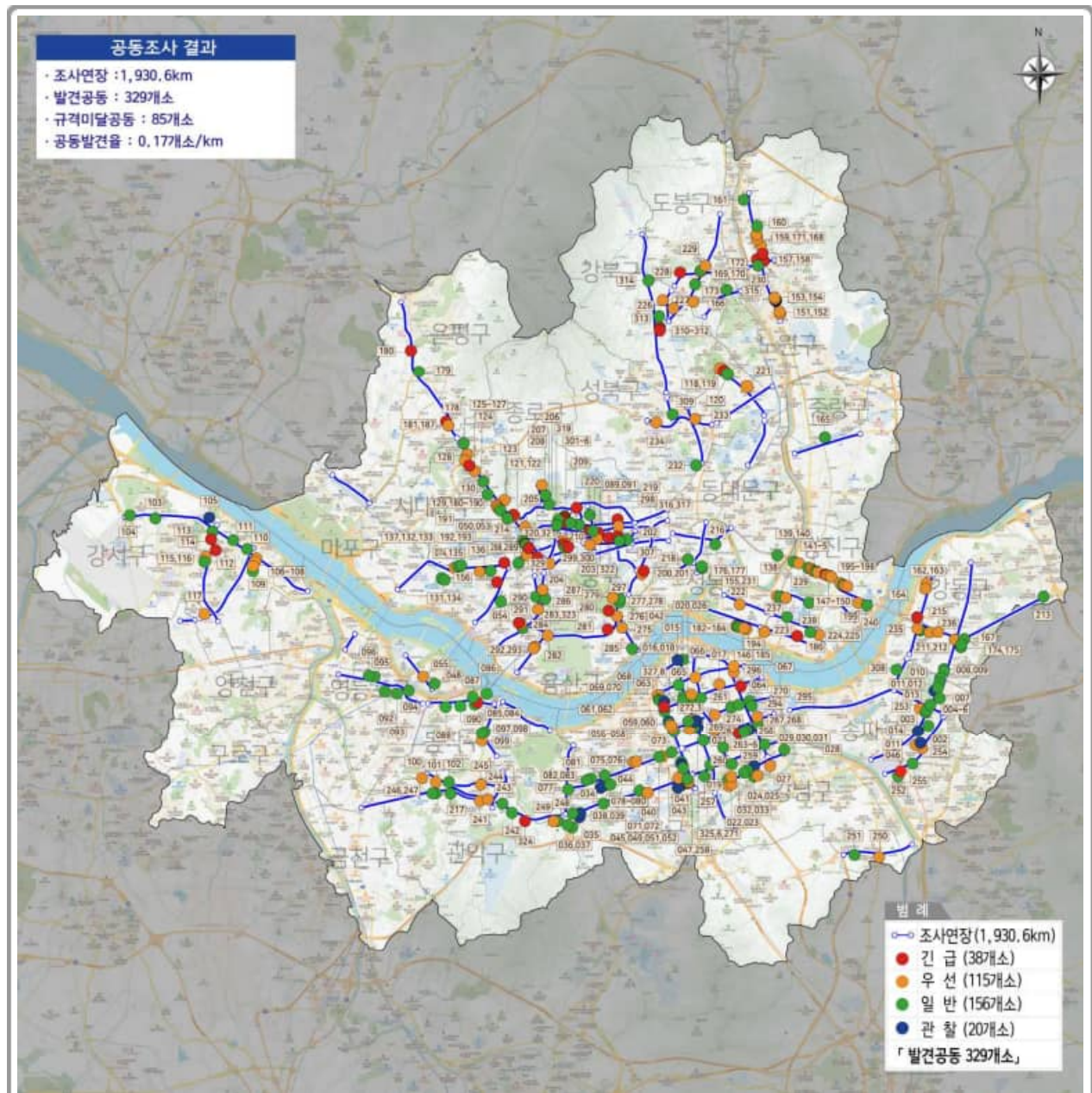
요 약 문

1. 개요

사업명	지반침하 특별점검 공동조사	사업 내용	1차 탐사/분석	1,930.6km 수행
사업비	₩1,780,900,000원		2차 조사/확인	공동 329개소, 규격미달 85개소
계약기간	2024년 04월 29일 ~ 2024년 10월 15일		공동신속복구	공동 285개소 채움재 주입 (완료 247개소, 중단 38개소) 복구제외 44개소
계약자	(주)제이에스이앤씨(70%), (주)아이리스테크놀로지(30%)			

2. 공동조사 결과 요약

2.1 공동조사 결과



자치구	도로 연장 (km)	조사 연장 (km)	천공 (개소)	미 공동 (개소)	규격 ¹⁾ 미달 공동 (개소)	발견공동(개소)					신속복구(개소)			
						계	긴급	우선	일반	관찰	복구실시			복구 ³⁾ 제외
											계	복구 완료	복구 ²⁾ 중단	
합계	285.6	1,930.6	499	85	85	329	38	115	156	20	285	247	38	44
종로구	22.5	114.4	28	5	4	19	4	8	7	-	18	17	1	1
중구	28.3	156.3	38	14	3	21	8	6	7	-	19	14	5	2
용산구	15.3	118.6	25	5	2	18	3	6	9	-	15	15	-	3
성동구	11.0	57.5	23	5	8	10	-	4	6	-	9	7	2	1
광진구	11.0	78.7	38	5	5	28	2	16	10	-	24	22	2	4
동대문구	2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중랑구	2.6	19.7	5	1	3	1	-	-	1	-	1	1	-	-
성북구	11.1	74.0	14	5	1	8	1	4	3	-	7	5	2	1
강북구	8.3	41.8	9	1	1	7	2	3	2	-	5	5	-	2
도봉구	7.9	55.6	17	9	1	7	1	4	2	-	7	7	-	-
노원구	6.2	41.2	23	5	5	13	3	7	3	-	12	12	-	1
은평구	8.3	60.5	6	1	1	4	1	2	1	-	3	2	1	1
서대문구	10.9	55.5	31	7	4	20	3	8	9	-	19	18	1	1
마포구	8.0	50.5	20	6	8	6	1	1	4	-	5	5	-	1
양천구	0.7	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
강서구	14.6	97.9	17	-	2	15	2	5	7	1	12	11	1	3
금천구	0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
영등포구	5.9	43.5	11	1	3	7	-	1	6	-	6	4	2	1
동작구	9.6	59.7	16	2	3	11	1	2	8	-	9	6	3	2
관악구	12.8	102.1	15	1	2	12	1	6	5	-	9	9	-	3
서초구	17.0	100.5	31	2	4	25	-	6	14	5	24	19	5	1
강남구	42.1	333.2	81	3	13	65	3	19	33	10	56	45	11	9
송파구	16.2	148.1	25	4	1	20	1	3	13	3	14	14	-	6
강동구	12.7	105.6	26	3	11	12	1	4	6	1	11	9	2	1

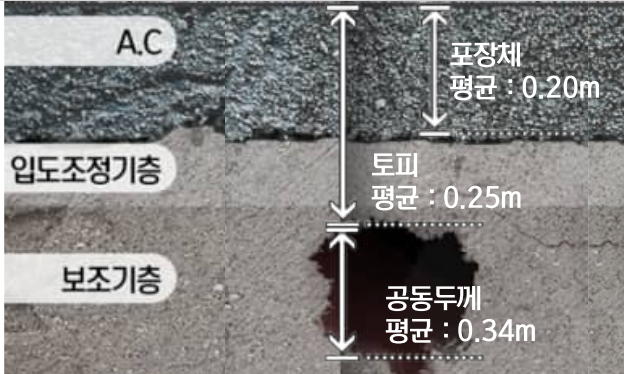
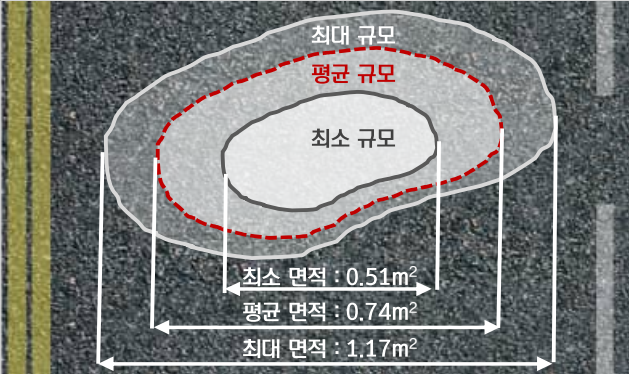
¹⁾ 규격미달 공동 : 두께 20cm미만의 공동

²⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

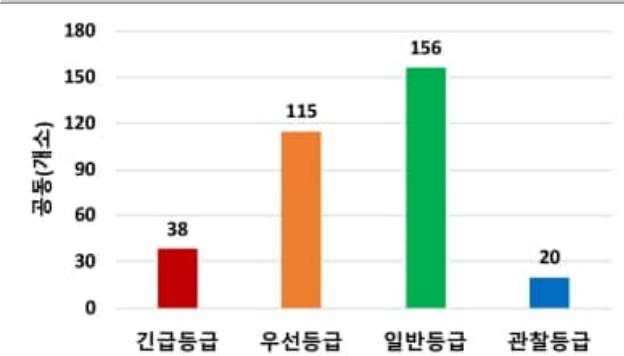
³⁾ 복구제외 : 공동 두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

2.2 공동조사 결과 분석

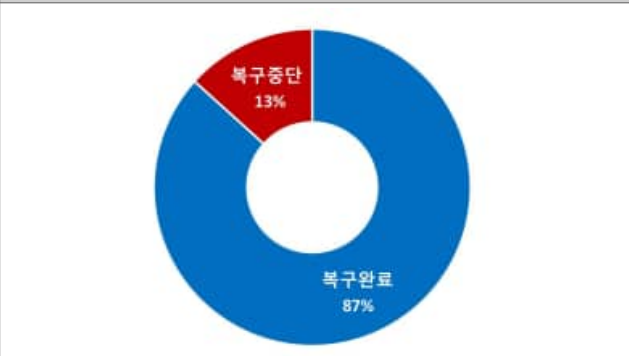
2.2.1 공동 특성 분석

포장체, 토피, 공동두께	공동 평면상 규모
	
- 포장체 두께 : 0.00~0.48m(평균 0.20m) - 토피 심도 : 0.00~0.64m(평균 0.25m) - 공동 두께 : 0.20~1.48m(평균 0.34m)	- 종방향 길이 : 0.70~1.67m(평균 0.89m) - 횡방향 길이 : 0.65~1.60m(평균 0.83m) - 평면상 면적 : 0.51~1.17m²(평균 0.74m²)

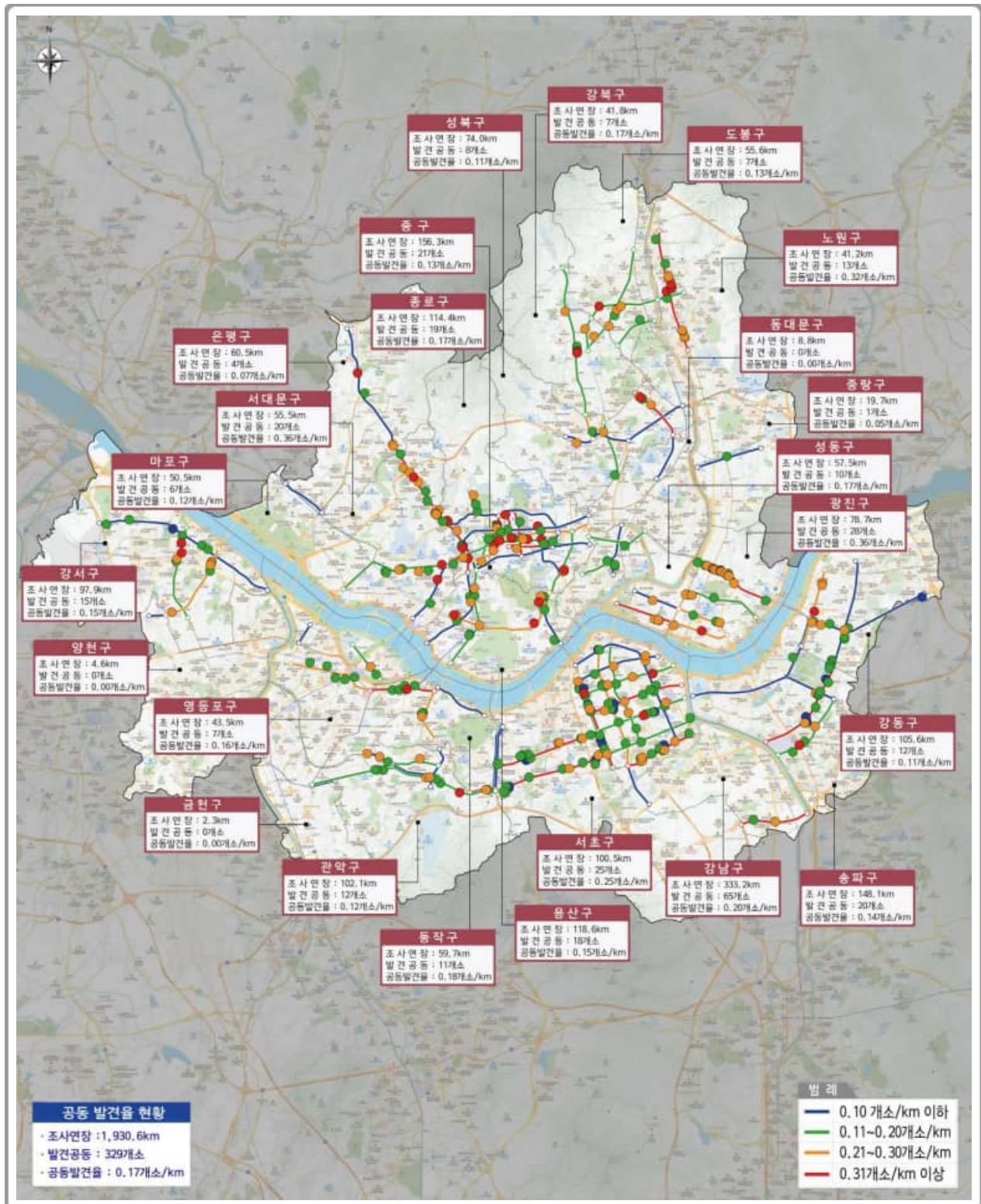
2.2.2 공동관리등급 분석

공동등급 분류결과	등급별 분포현황
	
긴급 38개소, 우선 115개소, 일반 156개소, 관찰 20개소	- 긴급 12%, 우선 35%, 일반 47%, 관찰 6% - 우선 및 일반등급이 주로 분포

2.2.3 공동 신속복구 분석

공동 신속복구 결과	공동 신속복구 수행 현황
	
- 공동 신속복구결과 247개소(87%) 복구완료 - 복구중단 38개소(13%)는 채움재가 전량 유출됨	

3. 자치구별 공동 발생률 현황



본 사업구간 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 사업구간 24개 자치구 중 동대문구, 양천구, 금천구에서는 공동이 발견되지 않음.

평균 km당 공동발견율의 범위가 0.11~0.20개소인 자치구가 15개소로 가장 많은 발생 경향을 보였고, 서대문구, 광진구, 노원구, 서초구, 강남구에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보임.

[목 차]

제1장 사업개요	1
1. 개요	1
1.1 사업명	1
1.2 사업목적	1
1.3 사업내용	1
1.4 사업공정	2
1.6 사업수행조직	3
1.7 사업범위	4
1.8 조사장비	7
2. 사업의 배경 및 추진 방향	8
2.1 사업배경	8
2.2 사업수행 기본방향	9
2.3 사업수행 추진방향	9
3. 공동(空洞)조사 관련규정	11
3.1 지하안전관리에 관한 특별법	11
제2장 지표투과레이더(GPR) 탐사	13
1. 지표투과레이더 탐사(GPR탐사) 개요	13
1.1 GPR 탐사 개요	13
1.2 GPR 탐사 원리 및 활용	13
1.3 GPR 탐사법 종류	14
2. GPR 탐사 시스템	14
2.1 단채널 안테나 시스템	14
2.2 멀티채널 안테나 시스템	15

2.3 안테나 시스템 비교	16
3. GPR 탐사 자료분석	16
3.1 단채널 GPR 탐사 자료분석	16
3.2 멀티채널 GPR 탐사 자료분석	16
3.3 GPR 탐사 및 자료분석 시 고려사항	17
4. GPR 탐사 장비	19
4.1 멀티채널 GPR 탐사 장비 특성	19
4.2 안테나의 접지형태에 따른 특성	20
4.3 해외 GPR 탐사 장비 동향	21
4.4 국내 GPR 탐사 장비현황	22
 제3장 공동조사 방법	 23
1. 용어의 정의와 분류	23
1.1 공동의 용어설명	24
1.2 공동발생 메카니즘	24
1.3 공동발생 요인	25
2. 공동조사 수행방법	32
2.1 수행 단계별 주요 고려사항	32
2.2 단계별 조사 흐름도	33
3. 단계별 수행방법	34
3.1 사전조사	34
3.2 1차 탐사 및 분석	35
3.3 2차 조사	40
3.4 공동조사서 작성	49
3.5 공동등급 분류기준 및 복구기준	50
3.6 공동 신속복구	52

4. 투입장비	56
4.1 1차 탐사 투입장비	56
4.2 2차 조사 투입장비	65

제4장 공동조사 결과 67

1. 공동조사 결과 요약	67
2. 사전조사	71
2.1 사업노선 현황 검토	71
2.2 지반침하 사례	85
3. 공동조사 결과	88
3.1 1차 탐사/분석 인력 및 장비 운영	88
3.2 1차 탐사 및 분석 수행현황	89
3.3 2차 조사 및 확인 결과	91
4. 공동 신속복구 결과	142
5. 종합결과	147
5.1 자치구별 종합결과	147

제5장 성과분석 151

1. 공동조사 결과분석	151
1.1 발견공동 현황분석	151
1.2 자치구별 공동 분석	157
2. 공동 신속복구 결과분석	220
3. 공동 종합분석	223
3.1 전체 공동특성 분석	223
3.2 발견공동 분석	228
4. 공동발생 상관성 분석	231

4.1 공동 발생원인	231
4.2 자연적 요인	232
4.3 인위적 요인	234
5. 결론	243
5.1 사업개요	243
5.2 공동조사 결과 분석	243
5.3 공동 신속복구 분석	244
5.4 공동 특성분석	244
5.5 공동발생 상관성 분석	244
5.6 공동 관리 및 복구방안	246

[부 록]

1. 공동조사서
2. 공동신속복구결과 조사서

[표 목 차]

표 1-1. 사업 수행 공정표	2
표 1-2. 사업내용 범위	4
표 1-3. 자치구별 조사수량	6
표 1-4. 조사장비	7
표 1-5. 최근 5년간 전국 지반침하 발생 현황	8
표 1-6. 단계별 추진방향	9
표 1-7. 중점관리 사항	10
표 1-8. 지하안전평가 대상사업	11
표 1-9. 지하안전평가의 평가항목 및 방법	12
표 1-10. 안전점검 대상 지하시설물의 종류 및 주변지반 범위, 안전점검의 실시 시기 및 방법 ..	12
표 2-1. 매질별 전기전도도	18
표 2-2. 상대유전율 및 레이다파의 속도(Reynolds, 1997)	18
표 2-3. 안테나의 접지형태에 따른 분류	20
표 2-4. 일본의 GPR 탐사 장비	21
표 2-5. 미국 및 유럽의 GPR 탐사장비	21
표 2-6. 국내 도입된 멀티채널 GPR 탐사 장비	22
표 2-7. 제조사별 주파수 분석	22
표 3-1. 용어의 정리와 분류	23
표 3-2. 공동발생 요인분류 및 정의	26
표 3-3. 단계별 수행흐름	32
표 3-4. 노선현황 파악(예시)	34
표 3-5. 공동의 가능성 평가 예시	38

표 3-6. 이상신호 검토 및 판정	38
표 3-7. 도로점용 법령	41
표 3-8. 공사별 관련 법규	43
표 3-9. 임시 교통통제 시설 설치 기준	43
표 3-10. 고정 공사 충돌 안전거리	44
표 3-11. 이동 공사 충돌 안전거리	44
표 3-12. 사고관리대처 계획	45
표 3-13. 지하매설물 담당기관 연락망	46
표 3-14. 기관별 연락망	46
표 3-15. 공내영상촬영장비 상세정보	48
표 3-16. 원상복구 목적 및 방법	48
표 3-17. 원상복구 전경	48
표 3-18. 서울시 공동등급 분류기준 및 복구기준	50
표 3-19. 등급별 모식도 및 분류기준	51
표 3-20. 유동성 채움재 주요 특성	54
표 3-21. 유동성 채움재 물리적 특성	54
표 3-22. 채움재 시험 성적 결과표	55
표 3-23. 1차 탐사 장비(차량형 GPR 탐사)	56
표 3-24. 주관사 사업수행 적용 안테나	57
표 3-25. 주관사 안테나 상세정보	57
표 3-26. 공동수행사 사업수행 적용 안테나	58
표 3-27. 공동수행사 안테나 상세정보	58
표 3-28. VRS RTX 기본원리	59
표 3-29. GPS 상세정보	59
표 3-30. 주관사 노면영상 시스템 상세정보	60
표 3-31. 공동수행사 노면영상 시스템 상세정보	61
표 3-32. 3D GPR 데이터 취득 프로그램	62

표 3-33. 노면 및 주변영상 취득 프로그램	62
표 3-34. 공동분석 전용프로그램(SinkholeFinder)	63
표 3-35. MALA 범용 해석프로그램(rSlicer)	63
표 3-36. 3D-Radar 범용 해석프로그램(3D Examiner)	64
표 3-37. 아스팔트 도로포장 위해요소 통합 자동분석기술(iCavity_Pro)	64
표 3-38. 핸디형 GPR 탐사 장비 제원	65
표 3-39. 자료취득 프로그램(SIR4000) 상세정보	65
표 3-40. 자료처리 프로그램(RADAN) 상세정보	66
표 3-41. 천공기 및 이수회수 시스템 주요제원	66
표 3-42. 공내영상 촬영기 주요제원	66
표 4-1. 공동조사 결과 요약(1/3)	68
표 4-2. 공동조사 결과 요약(2/3)	69
표 4-3. 공동조사 결과 요약(3/3)	70
표 4-4. 자치구별 조사수량(1/2)	72
표 4-5. 자치구별 조사수량(2/2)	73
표 4-6. 종로구 조사노선 상세현황	74
표 4-7. 중구 조사노선 상세현황	74
표 4-8. 용산구 조사노선 상세현황	75
표 4-9. 성동구 조사노선 상세현황	75
표 4-10. 광진구 조사노선 상세현황	75
표 4-11. 동대문구 조사노선 상세현황	75
표 4-12. 중랑구 조사노선 상세현황	76
표 4-13. 성북구 조사노선 상세현황	76
표 4-14. 강북구 조사노선 상세현황	76
표 4-15. 도봉구 조사노선 상세현황	76
표 4-16. 노원구 조사노선 상세현황	77

표 4-17. 은평구 조사노선 상세현황	77
표 4-18. 서대문구 조사노선 상세현황	77
표 4-19. 마포구 조사노선 상세현황	77
표 4-20. 양천구 조사노선 상세현황	77
표 4-21. 강서구 조사노선 상세현황	78
표 4-22. 금천구 조사노선 상세현황	78
표 4-23. 영등포구 조사노선 상세현황	78
표 4-24. 동작구 조사노선 상세현황	78
표 4-25. 관악구 조사노선 상세현황	79
표 4-26. 서초구 조사노선 상세현황	79
표 4-27. 강남구 조사노선 상세현황	79
표 4-28. 송파구 조사노선 상세현황	80
표 4-29. 강동구 조사노선 상세현황	80
표 4-30. 조사구간 세부노선 검토(1/2)	83
표 4-31. 조사구간 세부노선 검토(2/2)	84
표 4-32. 최근 서울시 지반침하 사례(1/3)	85
표 4-33. 최근 서울시 지반침하 사례(2/3)	86
표 4-34. 최근 서울시 지반침하 사례(3/3)	87
표 4-35. 투입 장비 및 운영	88
표 4-36. 자치구별 1차 탐사 및 분석 전체현황	90
표 4-37. 투입 장비 및 운영	92
표 4-38. 자치구별 2차 조사 결과(1/4)	94
표 4-39. 자치구별 2차 조사 결과(2/4)	95
표 4-40. 자치구별 2차 조사 결과(3/4)	96
표 4-41. 자치구별 2차 조사 결과(4/4)	97
표 4-42. 종로구 2차 조사 결과 요약	98
표 4-43. 종로구 2차 조사 세부 결과	99

표 4-44. 중구 2차 조사 결과 요약	100
표 4-45. 중구 2차 조사 세부 결과(1/2)	100
표 4-46. 중구 2차 조사 세부 결과(2/2)	101
표 4-47. 용산구 2차 조사 결과 요약	102
표 4-48. 용산구 2차 조사 세부 결과	103
표 4-49. 성동구 2차 조사 결과 요약	104
표 4-50. 성동구 2차 조사 세부 결과	105
표 4-51. 광진구 2차 조사 결과 요약	106
표 4-52. 광진구 2차 조사 세부 결과(1/2)	106
표 4-53. 광진구 2차 조사 세부 결과(2/2)	107
표 4-54. 동대문구 2차 조사 결과 요약	108
표 4-55. 중랑구 2차 조사 결과 요약	109
표 4-56. 중랑구 2차 조사 세부 결과	109
표 4-57. 성북구 2차 조사 결과 요약	110
표 4-58. 성북구 2차 조사 세부 결과	111
표 4-59. 강북구 2차 조사 결과 요약	112
표 4-60. 강북구 2차 조사 세부 결과	112
표 4-61. 도봉구 2차 조사 결과 요약	113
표 4-62. 도봉구 2차 조사 세부 결과	114
표 4-63. 노원구 2차 조사 결과 요약	115
표 4-64. 노원구 2차 조사 세부 결과	116
표 4-65. 은평구 2차 조사 결과 요약	117
표 4-66. 은평구 2차 조사 세부 결과	117
표 4-67. 서대문구 2차 조사 결과 요약	118
표 4-68. 서대문구 2차 조사 세부 결과	119
표 4-69. 마포구 2차 조사 결과 요약	120
표 4-70. 마포구 2차 조사 세부 결과	121

표 4-71. 양천구 2차 조사 결과 요약	122
표 4-72. 강서구 2차 조사 결과 요약	123
표 4-73. 강서구 2차 조사 세부 결과	124
표 4-74. 금천구 2차 조사 결과 요약	125
표 4-75. 영등포구 2차 조사 결과 요약	126
표 4-76. 영등포구 2차 조사 세부 결과	127
표 4-77. 동작구 2차 조사 결과 요약	128
표 4-78. 동작구 2차 조사 세부 결과	129
표 4-79. 관악구 2차 조사 결과 요약	130
표 4-80. 관악구 2차 조사 세부 결과	131
표 4-81. 서초구 2차 조사 결과 요약	132
표 4-82. 서초구 2차 조사 세부 결과	133
표 4-83. 강남구 2차 조사 결과 요약	134
표 4-84. 강남구 2차 조사 세부 결과(1/3)	135
표 4-85. 강남구 2차 조사 세부 결과(2/3)	136
표 4-86. 강남구 2차 조사 세부 결과(3/3)	137
표 4-87. 송파구 2차 조사 결과 요약	138
표 4-88. 송파구 2차 조사 세부 결과	139
표 4-89. 강동구 2차 조사 결과 요약	140
표 4-90. 강동구 2차 조사 세부 결과	141
표 4-91. 자치구별 공동신속복구 결과(1/4)	143
표 4-92. 자치구별 공동신속복구 결과(2/4)	144
표 4-93. 자치구별 공동신속복구 결과(3/4)	145
표 4-94. 자치구별 공동신속복구 결과(4/4)	146
표 4-95. 자치구별 종합결과(1/4)	147
표 4-96. 자치구별 종합결과(2/4)	148
표 4-97. 자치구별 종합결과(3/4)	149

표 4-98. 자치구별 종합결과(4/4)	150
표 5-1. 자치구별 공동 현황(1/4)	152
표 5-2. 자치구별 공동 현황(2/4)	153
표 5-3. 자치구별 공동 현황(3/4)	154
표 5-4. 자치구별 공동 현황(4/4)	155
표 5-5. 종로구 공동관리등급 현황	158
표 5-6. 종로구 공동 분포특성	158
표 5-7. 종로구 등급별 공동발견율 현황	159
표 5-8. 종로구 노선별 공동발견율 현황	159
표 5-9. 중구 공동관리등급 현황	161
표 5-10. 중구 공동 분포특성	161
표 5-11. 중구 등급별 공동발견율 현황	162
표 5-12. 중구 노선별 공동발견율 현황	162
표 5-13. 용산구 공동관리등급 현황	164
표 5-14. 용산구 공동 분포특성	164
표 5-15. 용산구 등급별 공동발견율 현황	165
표 5-16. 용산구 노선별 공동발견율 현황	165
표 5-17. 성동구 공동관리등급 현황	167
표 5-18. 성동구 공동 분포특성	167
표 5-19. 성동구 등급별 공동발견율 현황	168
표 5-20. 성동구 노선별 공동발견율 현황	168
표 5-21. 광진구 공동관리등급 현황	170
표 5-22. 광진구 공동 분포특성	170
표 5-23. 광진구 등급별 공동발견율 현황	171
표 5-24. 광진구 노선별 공동발견율 현황	171
표 5-25. 중랑구 공동관리등급 현황	173

표 5-26. 중랑구 공동 분포특성	173
표 5-27. 중랑구 등급별 공동발견율 현황	174
표 5-28. 중랑구 노선별 공동발견율 현황	174
표 5-29. 성북구 공동관리등급 현황	176
표 5-30. 성북구 공동 분포특성	176
표 5-31. 성북구 등급별 공동발견율 현황	177
표 5-32. 성북구 노선별 공동발견율 현황	177
표 5-33. 강북구 공동관리등급 현황	179
표 5-34. 강북구 공동 분포특성	179
표 5-35. 강북구 등급별 공동발견율 현황	180
표 5-36. 강북구 노선별 공동발견율 현황	180
표 5-37. 도봉구 공동관리등급 현황	182
표 5-38. 도봉구 공동 분포특성	182
표 5-39. 도봉구 등급별 공동발견율 현황	183
표 5-40. 도봉구 노선별 공동발견율 현황	183
표 5-41. 노원구 공동관리등급 현황	185
표 5-42. 노원구 공동 분포특성	185
표 5-43. 노원구 등급별 공동발견율 현황	186
표 5-44. 노원구 노선별 공동발견율 현황	186
표 5-45. 은평구 공동관리등급 현황	188
표 5-46. 은평구 공동 분포특성	188
표 5-47. 은평구 등급별 공동발견율 현황	189
표 5-48. 은평구 노선별 공동발견율 현황	189
표 5-49. 서대문구 공동관리등급 현황	191
표 5-50. 서대문구 공동 분포특성	191
표 5-51. 서대문구 등급별 공동발견율 현황	192
표 5-52. 서대문구 노선별 공동발견율 현황	192

표 5-53. 마포구 공동관리등급 현황	194
표 5-54. 마포구 공동 분포특성	194
표 5-55. 마포구 등급별 공동발견율 현황	195
표 5-56. 마포구 노선별 공동발견율 현황	195
표 5-57. 강서구 공동관리등급 현황	197
표 5-58. 강서구 공동 분포특성	197
표 5-59. 강서구 등급별 공동발견율 현황	198
표 5-60. 강서구 노선별 공동발견율 현황	198
표 5-61. 영등포구 공동관리등급 현황	200
표 5-62. 영등포구 공동 분포특성	200
표 5-63. 영등포구 등급별 공동발견율 현황	201
표 5-64. 영등포구 노선별 공동발견율 현황	201
표 5-65. 동작구 공동관리등급 현황	203
표 5-66. 동작구 공동 분포특성	203
표 5-67. 동작구 등급별 공동발견율 현황	204
표 5-68. 동작구 노선별 공동발견율 현황	204
표 5-69. 관악구 공동관리등급 현황	206
표 5-70. 관악구 공동 분포특성	206
표 5-71. 관악구 등급별 공동발견율 현황	207
표 5-72. 관악구 노선별 공동발견율 현황	207
표 5-73. 서초구 공동관리등급 현황	209
표 5-74. 서초구 공동 분포특성	209
표 5-75. 서초구 등급별 공동발견율 현황	210
표 5-76. 서초구 노선별 공동발견율 현황	210
표 5-77. 강남구 공동관리등급 현황	212
표 5-78. 강남구 공동 분포특성	212
표 5-79. 강남구 등급별 공동발견율 현황	213

표 5-80. 강남구 노선별 공동발견율 현황	213
표 5-81. 송파구 공동관리등급 현황	215
표 5-82. 송파구 공동 분포특성	215
표 5-83. 송파구 등급별 공동발견율 현황	216
표 5-84. 송파구 노선별 공동발견율 현황	216
표 5-85. 강동구 공동관리등급 현황	218
표 5-86. 강동구 공동 분포특성	218
표 5-87. 강동구 등급별 공동발견율 현황	219
표 5-88. 강동구 노선별 공동발견율 현황	219
표 5-89. 자치구별 신속복구 성과분석	221
표 5-90. 자치구별 공동상부 아스콘 및 토피 심도	223
표 5-91. 자치구별 공동 규모	225
표 5-92. 자치구별 공동관리등급	227
표 5-93. 자치구별 공동발견율	229
표 5-94. 공동발생 인위적 요인	231
표 5-95. 전국 원인별 지반침하 발생 현황	231
표 5-96. 상습침수구간 내 공동	233
표 5-97. 서린~상일선 집중발생 구간 공동 현황	234
표 5-98. 공동발생 유형 및 유동성채움재 주입결과 비교	235
표 5-99. 공동 신속복구 결과별 공동발생 유형	236
표 5-100. 미복구 공동 현황(1/3)	237
표 5-101. 미복구 공동 현황(2/3)	238
표 5-102. 미복구 공동 현황(3/3)	239
표 5-103. 차로 위치별 분석결과	240
표 5-104. 공동 위치별 분석결과	240
표 5-105. 자치구별 굴착복구(패칭)구간 공동 재발생 현황	241
표 5-106. 서울시 공동등급 별 복구기준 및 굴착복구 수량	246

[그림 목 차]

그림 1-1. 사업수행 조직도	3
그림 1-2. 전체 조사 위치도	5
그림 1-3. 사업수행 기본방향	9
 그림 2-1. GPR 탐사 활용	13
그림 2-2. GPR 탐사법 종류	14
그림 2-3. 단채널 GPR 탐사 방법 및 예	14
그림 2-4. 멀티채널 GPR 모식도	15
그림 2-5. 멀티채널 GPR 탐사 방법 및 예	15
그림 2-6. 차량형 GPR 탐사의 효율성	16
그림 2-7. 멀티채널 GPR 탐사 결과 예시(MALA사, MIRA 시스템)	19
 그림 3-1. 공동발생 모식도	24
그림 3-2. 공동발생 주요원인	24
그림 3-3. 지반침하 발생원인(한국지하안전협회)	25
그림 3-4. 지하매설물 파손에 의한 공동발생 모식도	26
그림 3-5. 삼성중앙역 지하매설물 파손에 의한 지반침하 발생 사례	27
그림 3-6. 구로 중앙로 상수관 노후화에 의한 지반침하 발생 사례	27
그림 3-7. 다짐부족에 의한 압밀침하 모식도	28
그림 3-8. 돈화문로 다짐불량에 의한 공동발생 사례	28
그림 3-9. 폐기물 매립에 따른 공동발생 사례	29
그림 3-10. 송파대로 폐기물 매립으로 인한 공동발생 사례	29
그림 3-11. 철드터널 시공 중 토사유출로 인한 공동발생 모식도	30
그림 3-12. 신촌 하수관 시공 중 지반침하 발생 사례	30

그림 3-13. 굴착공사에 의한 공동발생 모식도	31
그림 3-14. 용산역 앞 신축공사장에 의한 지반침하 발생 사례	31
그림 3-15. 공동조사 흐름도	33
그림 3-16. 사업구간 교통량 조사	34
그림 3-17. 1차 탐사 흐름도	35
그림 3-18. 차량형 GPR 탐사	36
그림 3-19. 차로별 중복탐사 모식도	36
그림 3-20. 공동의 반사극성	37
그림 3-21. 공동의 반사강도	37
그림 3-22. 공동의 반사형상	38
그림 3-23. 공동 크기 산정	39
그림 3-24. 분석공동조사서	39
그림 3-25. 2차 조사 및 확인 흐름도	40
그림 3-26. 교통관리 기본사항	42
그림 3-27. 교통관리 계획 수립 절차	42
그림 3-28. 이동 공사 모식도	44
그림 3-29. 교통처리 모식도	44
그림 3-30. 핸디형 GPR 탐사 방법 및 결과	47
그림 3-31. 천공작업 전경	47
그림 3-32. 공동조사서 작성	49
그림 3-33. 지하안전점검 표준매뉴얼 공동등급 분류기준	50
그림 3-34. 공동 규모 기준	51
그림 3-35. 공동 신속복구 흐름도	52
그림 3-36. 폐공처리 방법	53
그림 3-37. 채움재 시험 성적서	55
그림 4-1. 공동조사 결과	67

그림 4-2. 전체 조사 위치도	71
그림 4-3. 구간별 통행차량 속도 분포	81
그림 4-4. 조사구간 세부노선	82
그림 4-5. 1차 탐사 및 분석 흐름	88
그림 4-6. 1차 탐사 및 분석현황	89
그림 4-7. 2차 조사 및 확인 흐름	91
그림 4-8. 2차 조사 위치 및 결과	93
그림 4-9. 종로구 2차 조사 현황	98
그림 4-10. 중구 2차 조사 현황	100
그림 4-11. 용산구 2차 조사 현황	102
그림 4-12. 성동구 2차 조사 현황	104
그림 4-13. 광진구 2차 조사 현황	106
그림 4-14. 동대문구 2차 조사 현황	108
그림 4-15. 중랑구 2차 조사 현황	109
그림 4-16. 성북구 2차 조사 현황	110
그림 4-17. 강북구 2차 조사 현황	112
그림 4-18. 도봉구 2차 조사 현황	113
그림 4-19. 노원구 2차 조사 현황	115
그림 4-20. 은평구 2차 조사 현황	117
그림 4-21. 서대문구 2차 조사 현황	118
그림 4-22. 마포구 2차 조사 현황	120
그림 4-23. 양천구 2차 조사 현황	122
그림 4-24. 강서구 2차 조사 현황	123
그림 4-25. 금천구 2차 조사 현황	125
그림 4-26. 영등포구 2차 조사 현황	126
그림 4-27. 동작구 2차 조사 현황	128
그림 4-28. 관악구 2차 조사 현황	130

그림 4-29. 서초구 2차 조사 현황	132
그림 4-30. 강남구 2차 조사 현황	134
그림 4-31. 송파구 2차 조사 현황	138
그림 4-32. 강동구 2차 조사 현황	140
그림 4-33. 공동 신속복구 현황	142
그림 5-1. 사업구간 공동 전체 위치도	151
그림 5-2. 자치구별 공동 현황	156
그림 5-3. 종로구 공동분포 현황	157
그림 5-4. 중구 공동분포 현황	160
그림 5-5. 용산구 공동분포 현황	163
그림 5-6. 성동구 공동분포 현황	166
그림 5-7. 광진구 공동분포 현황	169
그림 5-8. 중랑구 공동분포 현황	172
그림 5-9. 성북구 공동분포 현황	175
그림 5-10. 강북구 공동분포 현황	178
그림 5-11. 도봉구 공동분포 현황	181
그림 5-12. 노원구 공동분포 현황	184
그림 5-13. 은평구 공동분포 현황	187
그림 5-14. 서대문구 공동분포 현황	190
그림 5-15. 마포구 공동분포 현황	193
그림 5-16. 강서구 공동분포 현황	196
그림 5-17. 영등포구 공동분포 현황	199
그림 5-18. 동작구 공동분포 현황	202
그림 5-19. 관악구 공동분포 현황	205
그림 5-20. 서초구 공동분포 현황	208
그림 5-21. 강남구 공동분포 현황	211

그림 5-22. 송파구 공동분포 현황	214
그림 5-23. 강동구 공동분포 현황	217
그림 5-24. 공동 신속복구 현황	220
그림 5-25. 자치구별 공동 신속복구 전체현황	222
그림 5-26. 자치구별 공동상부 포장체 및 토피 심도 현황	224
그림 5-27. 자치구별 공동 규모 현황	226
그림 5-28. 자치구별 공동관리등급 현황	227
그림 5-29. 공동발견율 현황도	228
그림 5-30. 자치구별 공동발견율 현황	230
그림 5-31. 공동발생 주요원인	231
그림 5-32. 주변 지형 특성 분석 현황	232
그림 5-33. 상습침수구간 및 공동 위치도	233
그림 5-34. 서린~상일선 집중발생구간 및 공동분포	234
그림 5-35. 지하철 노선과 공동발생 위치	241
그림 5-36. 기존 지반침하 및 금회 발견공동 위치도	242

제 1 장 사업개요

1. 개요
2. 사업의 배경 및 추진 방향
3. 공동(空洞)조사 관련규정

제 1 장 사업개요

1. 개요

1.1 사업명

지반침하 특별점검 공동조사용역

1.2 사업목적

본 용역과업은 발주기관이 지정하는 도로를 탐사하여 숨은 공동을 정확하게 발견하고 탐사를 완료한 구간에서 지반침하가 발생하지 않도록 성실하게 수행하여야 한다.

2018.1.1.일부터 처음 시행되는 지하안전관리에 관한 특별법 제34조, 동법 시행규칙 제16조에 따른 지표투과레이더 탐사의 적용방법 등을 확보하고자 한다.

1.3 사업내용

(1) 내용

- 1) 공동조사 : ① 1차 탐사 및 분석, ② 2차 조사 및 확인, ③ 공동신속복구
- 2) 보고서 작성 및 제출

(2) 위치 : 발주기관이 지정하는 구간 (24개소 자치구)

(3) 조사연장

- 1) 계획 : 1,907.4km
- 2) 수행 : 1,930.6km

(4) 공동발견

- 1) 목표공동 : 282개소(km당 0.15개소)
- 2) 발견공동 : 329개소(km당 0.17개소), 규격미달 공동¹⁾ 85개소

¹⁾규격미달 공동 : 두께 20cm미만의 공동

(5) 공동 신속복구

- 1) 계획 : 254개소(목표공동의 90%)
- 2) 수행 : 285개소 채움재 주입 실시(복구완료 247개소, 복구중단²⁾ 38개소),
복구제외³⁾ 44개소

²⁾복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

³⁾복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인

(6) 계약기간 : 2024년 04월 29일 ~ 2024년 10월 15일

(7) 사업비 : 금 일십칠억팔천구십구만원(₩1,780,900,000원)

(8) 계약자 : (주)제이에스이앤씨(70%), (주)아이리스트테크놀로지(30%)

1.4 사업공정

- (1) 조사계획 수립 : 2024년 04월 29일 ~2023년 05월 12일
- (2) 1차 탐사 및 분석 : 2024년 05월 13일 ~ 2024년 08월 09일
- (3) 2차 조사 및 공동 신속복구 : 2024년 05월 31일 ~ 2024년 09월 19일
- (4) 성과분석 및 보고서 작성 : 2024년 08월 15일 ~ 2024년 09월 30일

표 1-1. 사업 수행 공정표

공정	년	2024							비고
	월	4	5	6	7	8	9	10	
현장답사/조사계획 수립									14일
1차 탐사 및 분석									89일
2차 조사 및 확인									112일
공동 신속복구									112일
성과분석/보고서작성									45일

1.5 사업수행조직

본 사업을 수행하기 위한 조직도는 다음과 같다.

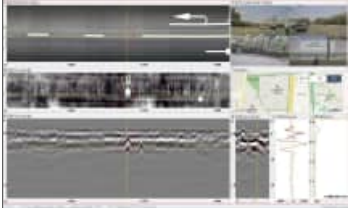


그림 1-1. 사업수행 조직도

1.6 사업범위

1.6.1 사업내용

표 1-2. 사업내용 범위

구 분	상세내용	수량	비 고
1차 탐사	- 조사대상 노선의 공동, 침하 등 과거 이력 및 노선별 교통정체상황 실태 파악 등을 고려한 조사계획 수립 - 차량형 GPR 장비로 교통흐름을 방해하지 않는 속도로 데이터 취득	조사연장 1,930.6km	
데이터분석	- 노선별, 차로별 분석계획 수립 2인 1조 탐사 데이터 분석 실시 - 공동 판정회의를 통한 최종 분석공동 선정 「분석공동관리대장」, 「분석공동조사서」 작성	분석연장 1,930.6km	
2차 조사 및 확인	- 조사구간 교통 및 안전계획 수립 - 인허가 및 지하매설물 관리기관과 협의 - 핸디형 GPR 장비로 정확한 위치 및 주변 매설물 확인 52mm 포터블 천공장비를 활용하여 천공 실시 - 공동확인 시 360° 공내영상촬영 장비를 사용하여 공동내부 촬영 - 공동 내부로 우수유입을 방지하기 위해 철저한 원상복구 - 최종 「공동조사서」 작성	329개 공동발견 85개 규격미달 공동 발견	 
공동 신속복구	2차 조사 후 신속복구 실시 - 관로파손 및 공동두께 60cm 이상 주입 제외 - 추정량 2배 이상 주입하여도 충전완료 되지 않는 경우 주입중단 - 복구 완료 시 「공동 신속복구 결과 조사서」 작성	285개 실시 (복구완료 247개소, 복구중단 38개소)	
성과분석 및 보고서작성	- 공동조사 결과 중간(월 1회) 및 최종보고서를 작성 - 본 사업의 목적을 달성하고 도로하부 공동조사를 통해 발견된 공동에 대한 성과분석 - 공동조사서 및 최종보고서 작성	1식	

1.6.2 사업구간 조사노선 현황

(1) 조사 위치도 및 수량

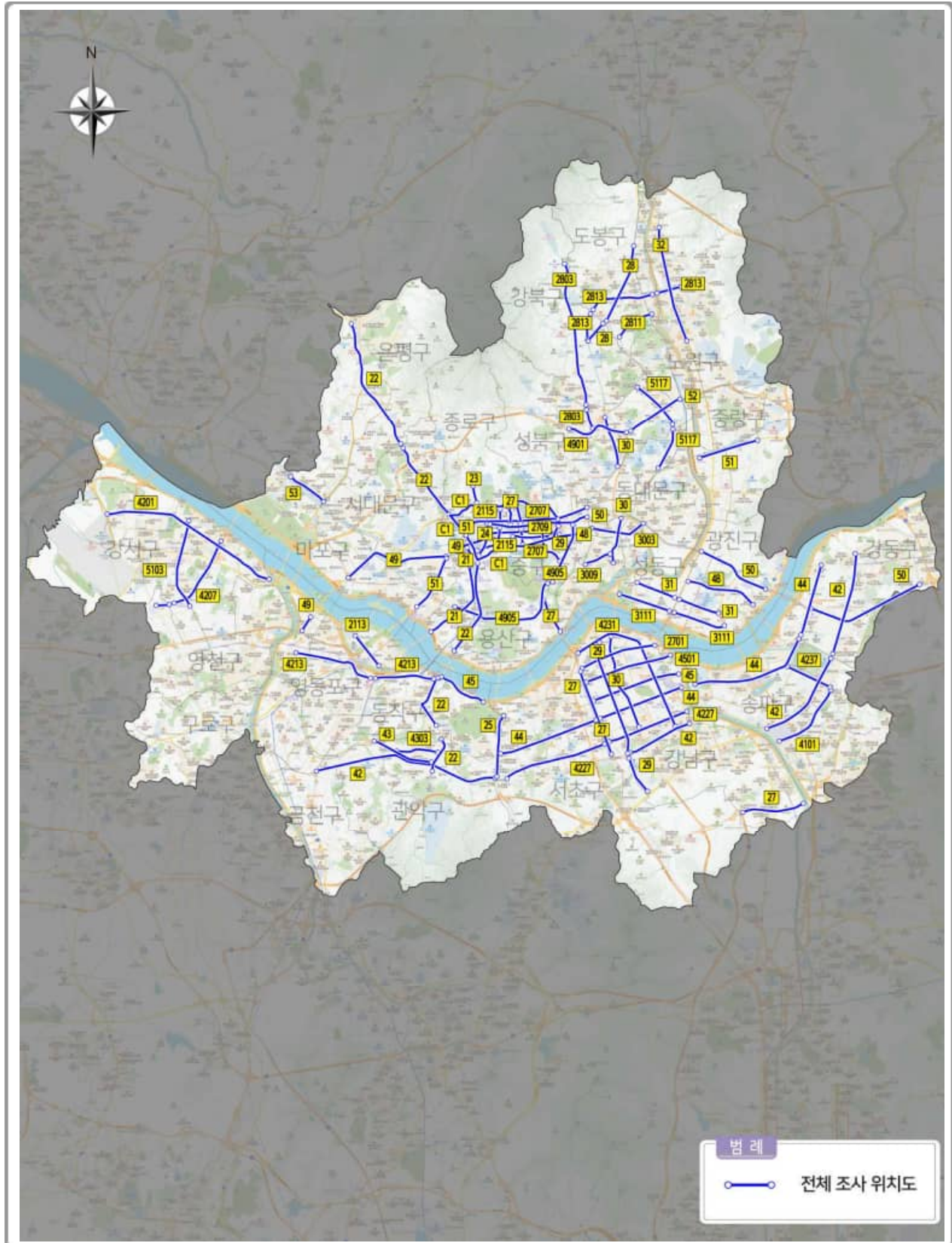


그림 1-2. 전체 조사 위치도

표 1-3. 자치구별 조사수량

구분	자치구	노선 수 (개소)	조사연장(km)			비고
			도로 연장	계획 연장	수행 연장	
1	종로구	8	22.4	117.0	114.4	-
2	중구	11	28.2	150.7	156.3	-
3	용산구	4	15.3	98.6	118.6	-
4	성동구	5	11.0	57.5	57.5	-
5	광진구	4	11.0	78.7	78.7	-
6	동대문구	1	2.0	8.8	8.8	-
7	중랑구	1	2.6	19.7	19.7	-
8	성북구	5	11.1	74.2	74.0	-
9	강북구	3	8.3	42.9	41.8	-
10	도봉구	3	7.9	53.8	55.6	-
11	노원구	2	6.2	41.2	41.2	-
12	은평구	2	8.3	56.9	60.5	-
13	서대문구	3	10.9	56.4	55.5	-
14	마포구	2	8.0	50.5	50.5	-
15	양천구	1	0.7	4.6	4.6	-
16	강서구	3	14.6	97.9	97.9	-
17	금천구	1	0.5	2.3	2.3	-
18	영등포구	3	5.9	45.1	43.5	-
19	동작구	5	9.6	59.8	59.7	-
20	관악구	4	12.8	99.8	102.1	-
21	서초구	5	17.0	100.5	100.5	-
22	강남구	11	42.1	365.8	333.2	-
23	송파구	4	16.2	119.1	148.1	-
24	강동구	3	12.7	105.6	105.6	-
합계		94	285.3	1,907.4	1930.6	-

1.7 조사장비

본 사업 수행 중 단계별 사용 장비 및 특성 요약은 다음 표와 같다.

표 1-4. 조사장비

구 분	장비사진	장비사양
차량형 GPR 탐사장비 (주관사)		- 중심 주파수 400MHz - 적정탐사속도 20~30km/h - 탐사심도 2.0m(도로) - 탐사폭 2.0m - MALA MIRA System
차량형 GPR 탐사장비 (공동수행사)		- 중심 주파수 200~3000MHz - 적정탐사속도 15km/h - 탐사심도 2.0m(도로) - 탐사폭 2.0m 3D-Radar System
핸디형 GPR 탐사장비		- 본 체 : UtilityScan HS - 디스플레이 : SIR4000 - 안테나 : 350MHz - 크 기 : 430×360×180mm, 5.5kg - 포지셔닝 : GPS, Distance (Odometer)
천공장비		- 본체 : DD200 코어드릴 - 천공범위 : 25~400mm(최적 50~250) - 무게 : 12.7kg(모터), 전체 약 30kg - 크기(L×W×H) : 630×150×173cm - 전압/전력/전류 : 220V/2,500W/12.2A 2,500와트 초강력 공랭식 모터
공내영상 촬영장비		1) 카메라 2) 제어박스 3) 윈치 4) 태블릿 PC - 카메라 (크기 : 지름 41mm, 높이 291mm, 본체 : 648×488(NTSC/PAL), 전원 : 5V) - 제어박스 (크기 : 250×250×102mm, 전원 : 24V) - 윈치 (크기 : 300×250×315mm, 모터 : 15Watt AC모터, 감속비 : 1/200)

2. 사업의 배경 및 추진 방향

2.1 사업배경

1) 도로 지반침하(함몰)에 대한 사회적 관심증가, 시민들의 불안감 해소와 안전하고 쾌적한 도로환경 조성을 위해 도로 지반침하에 대한 선제적 대응 조치가 필요하다.

2) 「지하안전관리에 관한 특별법」 제34조, 시행규칙 제16조에 따른 지표투과레이더 탐사의 적용방법을 준수하여 발주구간에서 지반침하가 발생하지 않도록 안전점검을 성실하게 수행하고 발견 공동을 복구하여 공공의 지하안전관리 구축 및 시민의 안전을 확보하기 위해 본 사업을 시행하게 되었다.

표 1-5. 최근 5년간 전국 지반침하 발생 현황

(단위 : 건, 2023. 기준, 국토교통부)

시도별	계	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
합계	937	192	276	130	177	162
서울시	81	13	15	11	20	22
부산시	77	15	21	17	8	16
대구시	12	3	2	1	2	4
인천시	33	8	20	2	1	2
광주시	120	20	55	11	6	28
대전시	66	20	20	8	9	9
울산시	10	1	2	4	3	-
세종시	4	1	2	-	1	-
경기도	191	53	47	29	36	26
강원도	68	5	30	5	10	18
충청북도	51	6	24	2	9	10
충청남도	14	1	5	4	4	-
전라북도	70	6	7	14	40	3
전라남도	27	5	7	6	5	4
경상북도	51	1	14	12	16	8
경상남도	54	32	5	4	4	9
제주도	8	2	-	-	3	3

※ 지하안전특별법 시행('18.1.1)에 따라 도로포장 표면에 국부적으로 발생하는 단순 포트홀 등은 제외하고 지반침하 발생 통보기준(시행령 제36조제1항)에 따른 1. 면적 1m² 이상 또는 깊이 1m 이상, 2. 지반침하로 인하여 사망자·실종자 또는 부상자가 발생한 경우만 포함

2.2 사업수행 기본방향

사업수행의 기본방향은 체계적인 계획, 조사 및 관리를 통해 목표공동 이상을 발견하고 즉시 신속복구를 실시하여 향후 조사구간에서 지반침하가 발생하지 않도록 하는 것이다.



그림 1-3. 사업수행 기본방향

2.3 사업수행 추진방향

2.3.1 사업 추진 전략

표 1-6. 단계별 추진방향

1단계	체계적인 사업계획 수립			
기존자료 검토 및 조사계획 수립	- 지형/지질자료, 공동발생 관련자료, 지하매설물, 지하구조물, 지반굴착이력 파악 - 사업노선의 세부현황(교량, 터널, 복개천 등) 검토, 교통상황 및 혼잡도 등 파악 - 자치구별 인허가 관련하여 각 유관기관 파악			
2단계	사업관리		안전관리	
관리방안	- 공정을 향상을 위한 체계적인 조직 구성 - 실적부진 시 만회대책 수립 - 철저한 보고체계 수립		- 도로 및 교통관련 법규 파악 및 준수 - 교통관리 및 안전관리 대책 수립 - 지하매설물 안전관리 대책 수립	
3단계	1차 탐사	데이터분석	2차 조사 및 확인	공동 신속복구
사업수행	- 교통상황 고려한 탐사계획 - 미탐사구간 없이 성실수행 - 교차로 가각부, 안전지대 탐사	- 노선별, 차로별 데이터 분석 계획 - 공동 유무 분석 - 분석사 간 상호 교차검증	- 유관기관 협의 및 인허가 - 차량통제, 안전관리 준수 - 지하매설물 확인 후 조사	- 공동 발견 즉시 신속복구 실시 - 복구 여부에 따른 후속조치 실시
추진전략	- 다양한 공동과형 및 비 공동과형 등 분석을 통해 공동분석 기술향상 및 체계화 - 공동의 크기, 분포위치/밀도, 주변 지하매설물과의 관계 등 다양한 분석을 실시하여 공동특성 및 발생원인의 경향성 파악 - 유동성 채움재를 활용한 공동 신속복구 관리방안 체계화			

2.3.2 사업 중점관리 사항

표 1-7. 중점관리 사항

구 분		중점관리 사항
과업내용 준수		- 과업내용서, 제안서 및 계약서 내용 준수 - 1차 탐사 및 분석, 2차 조사 및 확인, 추가과업 및 공동 신속복구, 기타사항 등 업무내용 준수
업무보고 철저		- 실시간, 일일, 월별보고 등 철저 - 추가과업은 발주부서 협의 후 시행
조사 및 분석업무	1차 탐사 및 분석	- 주변교통 흐름에 방해하지 않는 속도로 도로하부를 탐사 - 탐사 전에 탐사 대상 노선에 대하여 지하시설물 현황도를 참고하여 구체적인 탐사계획을 수립 - 탐사대상 노선별 교통정체상황 실태를 파악하고 도로 혼잡도와 점유시간을 고려하여 탐사 시기 및 방법을 결정한 후 구체적인 탐사계획을 수립 - 취득한 자료를 분석하여 ‘분석공동조사대장’ 및 ‘분석공동조사서’를 작성
	2차 조사 및 확인	2차 조사 전 교통통제 계획을 수립하여 관할 부서와 경찰서의 인허가 진행 - 지하매설물 관련기관을 입회하여 저축 매설물에 대한 매설 심도, 매설물 규격, 부설연도 등을 확인하고, 대응대책을 마련할 수 있도록 계획을 수립 - 천공 전 지하매설물 저축여부 및 정확한 공동위치 파악 위해 핸디형 GPR 탐사 수행 - 천공 후 공내영상촬영을 통해 내부 빈 공간 확인, 지하매설물 등을 공동조사서에 기재 - 천공한 holes 물이 침투되지 않도록 원상복구
공동 신속복구		- 신속복구 대상은 천공점 1m이내에 하수관로나 맨홀이 없는 공동 또는 공동두께 60cm 미만인 공동으로 선정 2차 조사 후 즉시 신속복구 실시 - 유동성 채움재 혼합 시 비산먼지 발생 최소화 - 주입패커 시스템을 활용하여 복구 시 도로 오염 최소화 - 공동의 추정부피 2배 이상 주입하여도 충전완료 되지 않는 경우 주입중단 - 공동 신속복구 완료 후 「공동 신속복구 결과 조사서」 작성

3. 공동(空洞)조사 관련규정

- 1) 지하안전관리에 관한 특별법 제14조(지하안전평가의 실시 등) 제1항과 제2항에서 규정하는 사업을 하려는 지하개발사업자는 지하안전평가를 실시해야 하며, 평가방법 중 지표레이다탐사(GPR탐사)를 실시해야 한다.
- 2) 지하안전관리에 관한 특별법 제34조 제1항에 따라 지하시설물관리자는 지하시설물과 주변 지반에 대한 안전점검을 실시해야 하며, 안전점검 방법 중 지표레이다탐사(GPR탐사)를 통한 공동조사를 실시해야 한다.

3.1 지하안전관리에 관한 특별법

(1) 목적

지하를 안전하게 개발하고 이용하기 위한 안전관리체계를 확립함으로써 지반침하로 인한 위해(危害)를 방지하고 공공의 안전을 확보함을 목적으로 한다.

(2) 지하안전평가

지하안전평가는 지하안전에 영향을 미치는 사업의 실시계획·시행계획 등의 허가·인가·승인·면허 또는 결정 등을 할 때에 해당 사업이 지하안전에 미치는 영향을 미리 조사·예측·평가 하여 지반침하를 예방하거나 감소시킬 수 있는 방안을 마련하는 것이다.

1) 지하안전평가는 법 제14조 및 영 제 13조의 지하안전평가 대상사업에 해당하는 경우 실시하여야 한다.

- 굴착 깊이가 20미터 이상인 굴착공사를 수반하는 사업
- 터널[산악 및 수저터널 구간은 제외] 공사를 수반하는 사업

표 1-8. 지하안전평가 대상사업

1. 도시의 개발사업	10. 관광단지의 개발사업
2. 산업입지 및 산업단지의 조성사업	11. 특정 지역의 개발사업
3. 에너지 개발사업	12. 체육시설의 설치사업
4. 항만의 건설사업	13. 폐기물 처리시설의 설치사업
5. 도로의 건설사업	14. 국방, 군사시설의 설치사업
6. 수자원의 개발사업	15. 토석, 모래, 자갈 등의 채취사업
7. 철도(도시철도를 포함한다)의 건설사업	15의 2. 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물의 건축사업
8. 공항의 건설사업	16. 지하안전에 영향을 미치는 시설로서 대통령령으로 정하는 시설의 설치사업
9. 하천의 이용 및 개발사업	

2) 영 제14조에 따른 지하안전평가의 평가항목 및 방법은 다음과 같다.

표 1-9. 지하안전평가의 평가항목 및 방법

평가항목	평가방법
1. 지반 및 지질 현황	가. 지하정보통합체계를 통한 정보분석 나. 시추조사, 투수(透水)시험 다. 지하물리탐사(지표레이더탐사, 전기비저항탐사, 탄성파탐사 등)
2. 지하수 변화에 의한 영향	가. 관측망을 통한 지하수 조사(흐름방향, 유출량 등) 나. 지하수 조사시험(양수시험, 순간충격시험 등) 다. 광역 지하수 흐름 분석
3. 지반안전성	가. 굴착공사에 따른 지반안전성 분석 나. 주변 시설물의 안전성 분석

(3) 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리

지하안전관리에 관한 특별법 제5장 지하시설물 및 주변 지반의 안전관리, 제34조 지하시설물 및 주변 지반에 대한 안전점검, 동법 시행규칙 제16조에 따라 지하시설물관리자가 안전점검을 실시해야 한다.

표 1-10. 안전점검 대상 지하시설물의 종류 및 주변지반 범위, 안전점검의 실시 시기 및 방법

구분	세부내용
1. 안전점검 대상 지하시설물	「도로법」 제2조제1호의 도로 및 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제2조제6호가목 중 철도의 선로(선로에 딸리는시설을 포함한다. 이하 같다) 아래에 설치된 다음 각 목의 어느하나에 해당하는 지하시설물 가. 영 제2조제1호의 수도 중 직경 500밀리미터 이상의 상수도관 나. 영 제2조제2호의 하수도 중 직경 500밀리미터 이상의 하수도관 다. 영 제2조제3호의 전기설비 중 직경 500밀리미터 이상의 전기설비 라. 영 제2조제4호의 전기통신설비 중 직경 500밀리미터 이상의 전기통신설비 마. 영 제2조제5호의 가스공급시설 중 직경 500밀리미터 이상의 가스공급시설 바. 영 제2조제6호의 공급시설 중 직경 500밀리미터 이상 수송관 사. 영 제2조제7호의 공동구, 지하도로 및 지하광장 아. 영 제2조제8호의 도로 자. 영 제2조제9호의 도시철도시설 차. 영 제2조제10호의 철도시설 카. 영 제2조제11호의 주차장 타. 영 제2조제13호의 지하도상가 파. 영 제2조제14호의 고압가스배관 중 직경 500밀리미터 이상의 고압가스배관 하. 영 제2조제15호의 제조소등 거. 영 제2조제16호의 유해화학물질을 이송하는 배관 중 직경 500밀리미터 이상의 유해화학물질을 이송하는 배관
2. 안전점검 대상 주변지반의 범위	지하시설물을 중심으로 지하시설물의 매설 깊이의 2분의 1에 해당하는 범위의 지표(이하 “주변지반”이라 한다)에 대하여 안전점검을 실시한다. 다만, 주변지반에 건축물 등이 설치되어 기술적으로 안전점검이 어려운 경우에는 건축물이 설치된 면적을 제외한 나머지 면적에 대하여 안전점검을 실시한다.
3. 안전점검의 실시 시기 및 방법	가. 지반침하 육안조사: 연 1회 이상 나. <u>지표투과레이더 탐사를 통한 공동(空洞)조사: 종전의 조사 완료일을 기준으로 매 5년마다 1회 이상</u>

제 2 장 지표투과레이더(GPR) 탐사

1. 지표투과레이더 탐사(GPR탐사) 개요
2. GPR 탐사 시스템
3. GPR 탐사 자료분석
4. GPR 탐사 장비

제 2 장 지표투과레이더(GPR) 탐사

1. 지표투과레이더 탐사(GPR탐사) 개요

1.1 GPR 탐사 개요

지표투과레이더(Ground Penetrating Radar; GPR)란 고주파의 전자파신호를 공중에 방사시킨 후 목표물의 탐지 및 위치를 파악하는 레이더 탐사법을 지하에 적용시킨 것이다. 지표투과레이더 탐사법은 수MHz-수GHz 범위의 고주파 대역을 사용하는 물리탐사법의 일종으로 지하 불균질대에 대한 고분해능의 영상을 연속적으로 얻을 수 있어 구조물 내부 및 지반에 대한 정보를 신속하고 경제적으로 획득할 수 있기 때문에 그 적용 대상이 지하매설물, 배면공동, 터널의 이상대탐지 등 여러 분야로 확산되고 있다.

1.2 GPR 탐사 원리 및 활용

GPR 탐사법은 안테나로부터 전자파를 짧은 폭의 펄스형태로 지하에 전파시킨 후 전파 경로 중 물리적 성질이 다른 매질의 경계에서 반사해오는 전자파를 수신·분석하여 지하의 정보를 얻는 물리 탐사법의 한 방법이다. 전자파가 지하 매질을 전파해 나갈 때 매질 고유의 유전특성에 따라 변화하는 점을 이용하여 각 매질의 두께 및 위치를 파악한다. GPR 탐사는 1970년대 이전에는 주로 빙하 두께측정에 이용되었으나, 1970년대에 접어들면서 지반조사에 응용되기 시작하여 1980년대를 거치면서 고성능 장비의 개발과 더불어 다양한 분야에서 응용이 되고 있다.



그림 2-1. GPR 탐사 활용

1.3 GPR 탐사법 종류

GPR 탐사방법에 따라 크게 반사법, CMP법, 투과법으로 구분할 수 있다.

1) 반사법(Reflection Mode) : 송신기와 수신기를 일정한 간격(S: Antenna Separation)으로 고정시킨 후, 임의의 간격(ΔX)으로 이동시키면서 조사하는 방법이다.

2) CMP법(Common Mid Point Mode) : 송신기와 수신기를 일정한 간격으로 벌려가며 탐사하는 방법이다. 지반 내에서 전자파의 속도를 구할 수 있기 때문에 심도를 정확히 알 수 있다.

3) 투과법(Transillumination Mode) : 건물의 기둥이나 교각 내부의 균열 조사 등에 이용할 수 있는 방법으로서 반사파가 아닌 투과파를 수신한다는 점에서 반사법과는 다르며, 이 방법은 시추공을 뚫어 지하단면을 영상화하는 지오토모그래피 원리와 같다.

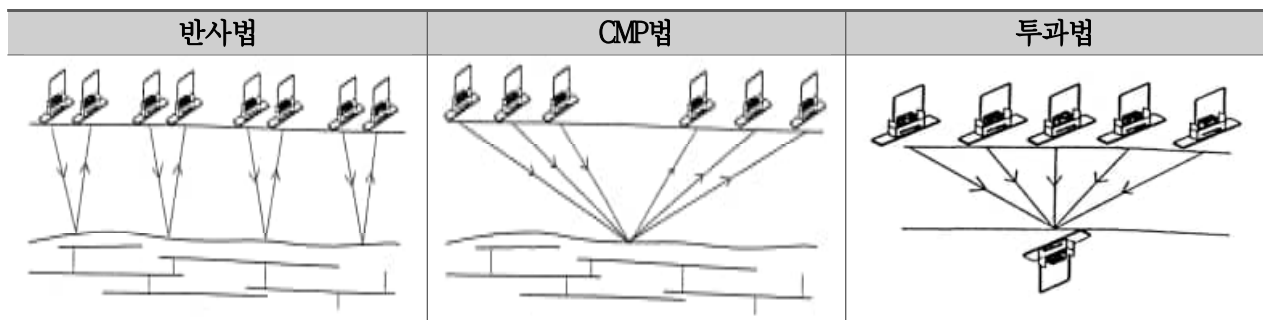


그림 2-2. GPR 탐사법 종류

2. GPR 탐사 시스템

2.1 단채널 안테나 시스템

단채널 안테나는 단순히 측선(2차원)을 따라 탐사를 수행하는 것으로 탐사측선 직하부에 대한 GPR 신호만을 획득할 수 있다. 이 결과는 탐사측선 직하부에 국한된 신호로 매설물의 심도와 위치는 파악되나 매설물의 형태, 방향 등은 파악하기 어렵다. 또한, 매설물과 평행하게 탐사를 수행하면 매설물에 대한 신호가 나타나지 않아 파악되지 않을 수 있다. 그 외 연속성이 없는 잡석이나 기타 매설물 등에 의한 신호도 지하매설물로 오인하기 쉽다. 이러한 단점을 줄이기 위해서 탐사측선 간격을 조밀하게 하여 한곳에서 많은 탐사를 수행하여야만 정확한 지하매설물들의 심도, 형태, 방향 등을 파악할 수 있다.

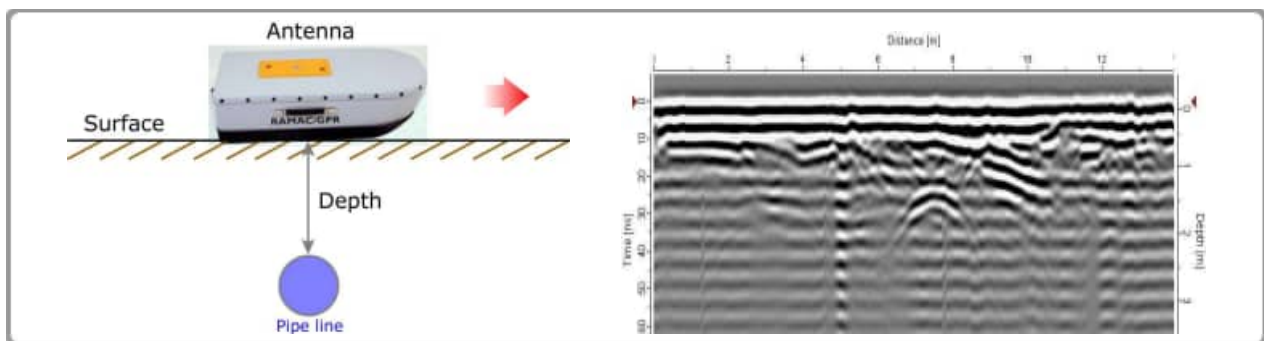


그림 2-3. 단채널 GPR 탐사 방법 및 예

2.2 멀티채널 안테나 시스템

본 사업에 적용한 멀티채널 안테나는 송신부(Tx) 13개, 수신부(Rx) 12개의 조합으로 이루어진 24채널 GPR 시스템으로 각 채널별 간격은 8cm로 즉 전체 안테나 탐사범위 폭은 184cm로 이루어져 있다. 따라서 한 번의 탐사측선으로 184cm 폭에 대한 측선거리 만큼의 GPR 신호를 획득할 수 있다. 이러한, 멀티채널 GPR은 몇 번의 탐사측선으로도 넓은 범위에 대한 3차원적인 GPR 신호를 획득할 수 있어 단채널 GPR 탐사보다 시간이 절약되며 탐사 수행도 용이하다. 이렇게 얻어진 결과는 3차원 GPR 해석소프트웨어인 rSlicer 또는 GPR-Slice로 쉽고 빠르게 해석이 가능하며 수직적인 단면이 아닌 심도별(slice) 수평적인 단면으로 해석할 수 있기 때문에 지하매설물들의 심도, 형태, 방향 등을 쉽게 파악할 수 있다.

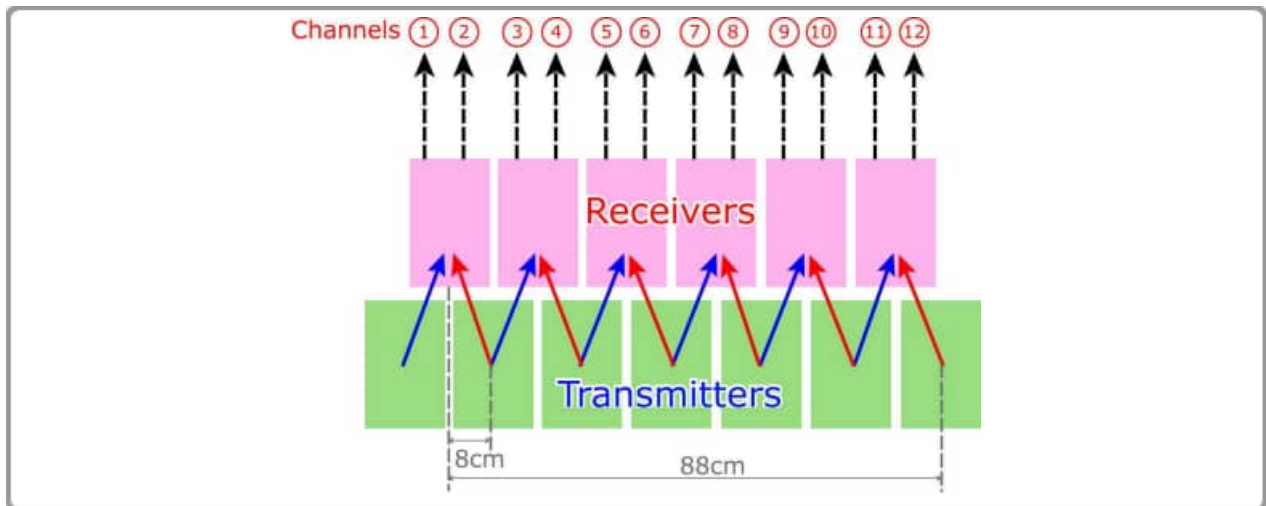


그림 2-4. 멀티채널 GPR 모식도

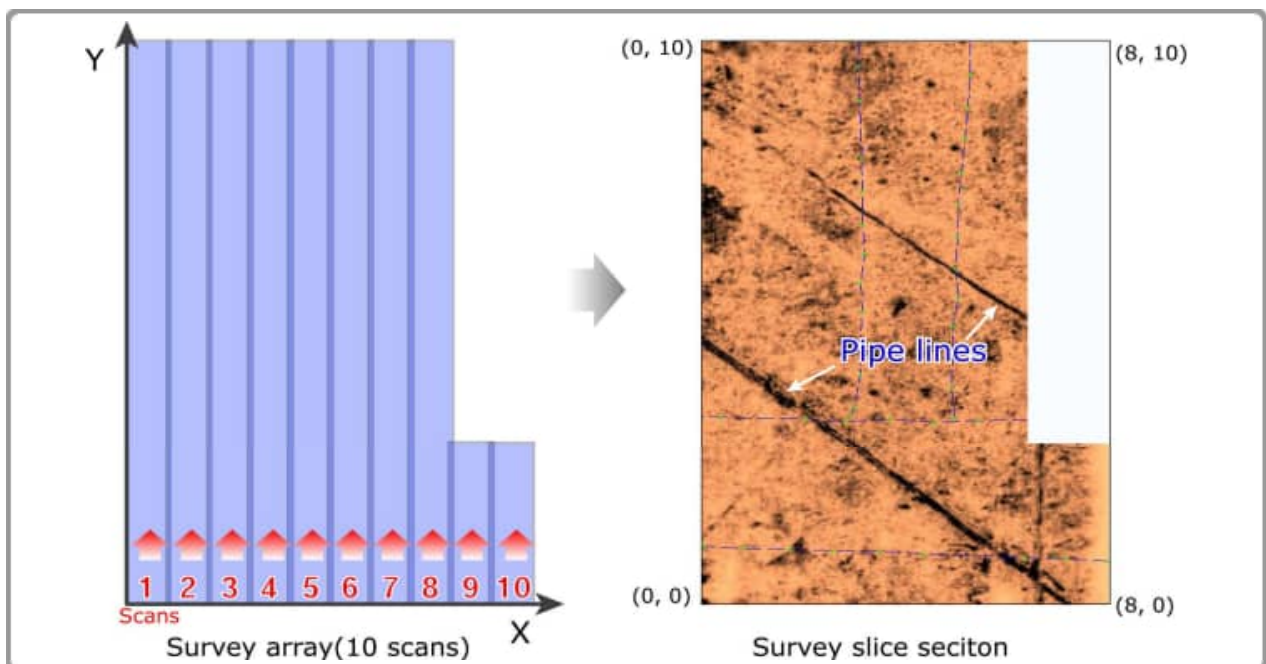


그림 2-5. 멀티채널 GPR 탐사 방법 및 예

2.3 안테나 시스템 비교

본 사업에서 1차 탐사 시 적용하는 멀티채널 GPR 탐사(차량형 GPR 탐사)는 단채널 GPR 탐사보다 작업 속도 및 작업효율이 50배 이상 증대되어 사업의 공정율을 높일 수 있는 장점이 있다.



그림 2-6. 차량형 GPR 탐사의 효율성

3. GPR 탐사 자료분석

3.1 단채널 GPR 탐사 자료분석

- 1) 각 단면에서 가로 방향은 측정거리를 나타내며, 세로 방향은 심도를 나타낸다.
- 2) 각 단면도에서 색상은 수신된 전자파의 세기를 나타낸 것이다. 보통 그레이 스케일을 많이 사용하는데 이는 구별하기가 가장 쉽기 때문이다.
- 3) 각 단면에서의 심도는 전자파가 투과하여 반사되어진 왕복주기와 가장 일반적으로 사용하는 유전상수에 의해 계산된 속도값을 곱하여 심도가 결정되어지는데 매질에 따른 정확한 유전상수의 결정은 어렵기 때문에 약간의 오차가 동반된다.
- 4) 공동 및 지하매설물의 심도는 측정지표면에서 지하매설물의 가장 가까운 지점으로 표기한다.
- 5) GPR 탐사는 조사지역 주변의 지상 구조물에 대한 주의를 요한다. 특히, 철타로 만들어진 지상 구조물의 근처에서의 조사는 해석 시 오류를 범할 수 있기 때문에 현장에서의 주변 환경조건에 대한 야장의 기록과 병행하여 해석하여야 한다.

3.2 멀티채널 GPR 탐사 자료분석

- 1) 각 단면은 심도별 수평 단면으로 X-Y로 탐사범위를 나타낸다. 이는 기존의 단채널 수직 단면보다 매설물의 심도, 형태, 방향 등을 더 정확히 분석할 수 있는 장점이 있다.

2) 각 단면도에서 색상은 수신된 전자파의 세기를 나타낸 것으로 공동이나 지하매설물 및 이상신호에 대해 주변보다 더 강하게 나타나 구별이 쉽다.

3) 각 단면에서의 심도는 전자파가 투과하여 반사되어진 왕복주기와 가장 일반적으로 사용되는 유전상수에 의해 계산된 속도값을 곱하여 심도가 결정되어지는데 매질에 따른 정확한 유전상수의 결정은 어렵기 때문에 약간의 오차가 동반된다.

4) 공동 심도는 측정지표면에서 공동의 가장 가까운 지점으로 표기한다. 하지만, 같은 공동 일지라도 다른 심도 수평 단면에서 나타날 수 있는데 이는 탐사 표면이 고르지 않거나 공동의 심도가 일정하지 않기 때문이다. 따라서 이러한 공동에 대해서는 심도별 수평 단면을 연속적으로 분석하여 공동의 형태 및 방향을 분석하여야 한다.

5) GPR 탐사는 조사지역 주변의 지상 구조물에 대한 주의를 요한다. 특히, 철로 만들어진 지상 구조물의 근처에서의 조사는 해석 시 오류를 범할 수 있기 때문에 현장에서의 주변 환경조건에 대한 야장의 기록과 병행하여 해석하여야 한다.

6) 멀티채널 GPR 탐사 시 공동이나 지하매설물에 의한 반응은 연속적인 양상으로 나타나지 않을 수 있다. 이는 탐사 표면이 고르지 않거나, 공동 및 매설물의 심도가 일정하지 않거나, 상부 다른 매설물의 영향, 상부 여러 가지 노이즈에 의한 신호의 감쇠로 인해 나타날 수 있다. 이러한 구간에 대해서는 심도별 수평 단면을 비교 분석하여 공동 및 매설물의 연속성 및 진행방향을 분석하여야 한다.

3.3 GPR 탐사 및 자료분석 시 고려사항

레이다 파는 송수신 안테나의 방사특성, 전파에 따른 감쇠, 매질 경계면에서의 에너지 손실 등에 따라 에너지가 감소되므로 GPR 탐사에서 탐사 할 수 있는 심도 즉, 가탐심도(depth of investigation)는 제한되게 된다. 따라서 GPR 탐사 시 지하매질의 전기적 물성, 탐사 대상체의 형상 등에 대한 사전 조사를 통해 적절한 주파수를 가지는 안테나를 선정하는 것은 매우 중요하다.

레이다 파의 가탐심도를 결정하는데 있어서 중요한 지하 매질의 물성은 전기전도도와 유전율의 허수성분이다. 레이다 파의 감쇠는 저주파수 대역에서는 전기전도도에 주로 의존하지만, 고주파수 대역에서는 전기전도도 및 유전율의 허수성분에 의해 그 정도가 결정된다.

(1) 전기전도도

전기전도도(conductivity)는 전류를 전도 시킬 수 있는 능력으로 저항(ohm/m)의 역수로 나타내는데 매질 내에서 전기전도 물질이 많으면 전기전도도가 높아지며, 따라서 전기전도도는 함수비와 점토의 함유량에 따라 크게 좌우되고, 높은 전기전도도는 전자파의 전파를 방해하는 요소로 작용한다.

표 2-1. 매질별 전기전도도

구 분	전기전도도	탐사조건	지반매질
낮음	$\sigma < 10^{-7}$	양호	공기, 아스팔트, 콘크리트
중간	$10^{-7} < \sigma < 10^{-2}$	보통	신선한 물, 얼음, 눈, 모래, 실트, 건조한 점토
높음	$\sigma > 10^{-2}$	불량	젖은 점토, 해수, 해빙

(2) 유전상수

유전율은 전하를 저장할 수 있는 물질의 능력을 말하며, 물질의 유전율은 공기의 유전율과의 비율로 표시되는 유전상수로 나타낸다. 유전상수는 물질의 함수비와 온도에 따라 크게 좌우되는데 유전상수가 높으면 전자파의 전파는 어려워지며, 두 물질의 경계부에서 유전상수의 차가 반사를 일으키므로 물질의 유전상수 파악이 GPR 탐사에서 매우 중요한 요소이다.

표 2-2. 상대유전율 및 레이더파의 속도(Reynolds, 1997)

매 질	상대 유전율	전자파 속도(mm/ns)	매 질	상대 유전율	전자파 속도(mm/ns)
공 기	1	300	일반토양	16	75
담 수	81	33	화 강 압	5 ~ 8	106 ~ 120
해 수	81	33	석 회 압	7 ~ 9	100 ~ 113
얼 음	3.2	167	돌로마이트	6.8 ~ 8	106 ~ 115
마른 해안모래	10	95	젖은 현무암	8	106
마른 모래	36	120 ~ 170	젖은 셰일	7	113
젖은 모래	25 ~ 30	55 ~ 60	젖은 사암	6	112
젖은 실트	10	95	석 탄	4 ~ 5	134 ~ 150
젖은 점토	8 ~ 15	86 ~ 110	석 영	4.3	145
마른 점토	3	173	콘크리트	6 ~ 30	55 ~ 112
눈 지	12	86	아스팔트	3 ~ 5	134 ~ 173
농경지역	15	77	PVC, 에폭시	3	173

4. GPR 탐사 장비

멀티채널 GPR 시스템은 단채널 GPR 시스템보다 자료 취득속도가 빠르며 공동, 지하매설물 등의 탐지 정확도가 높고 3차원 영상 획득이 수월하다.

안테나 구성은 일반적으로 16~32채널로 이루어지며 최대 스캔 폭(Scan width)은 약 2.0m이다.

탐사방법은 멀티채널의 안테나(송수신기, Antenna)를 차량에 탑재하여 10~75km/h의 주행 속도로 자료를 취득하며, 공동, 지하매설물 등의 정확한 위치 확인을 위하여 GPS(Global Positioning System), DMI(거리측정기, Distance Measuring Instrument), 노면 및 주변현황 촬영용 카메라가 통합된 포지셔닝 시스템을 장착한다.

멀티채널 GPR 시스템으로 획득한 자료는 단채널 GPR 탐사법과 상당부분 유사하지만, 자료 전처리(Preprocessing), 보간(Interpolation), 구조보정(Migration) 등 별도의 자료처리 과정이 필요하다.

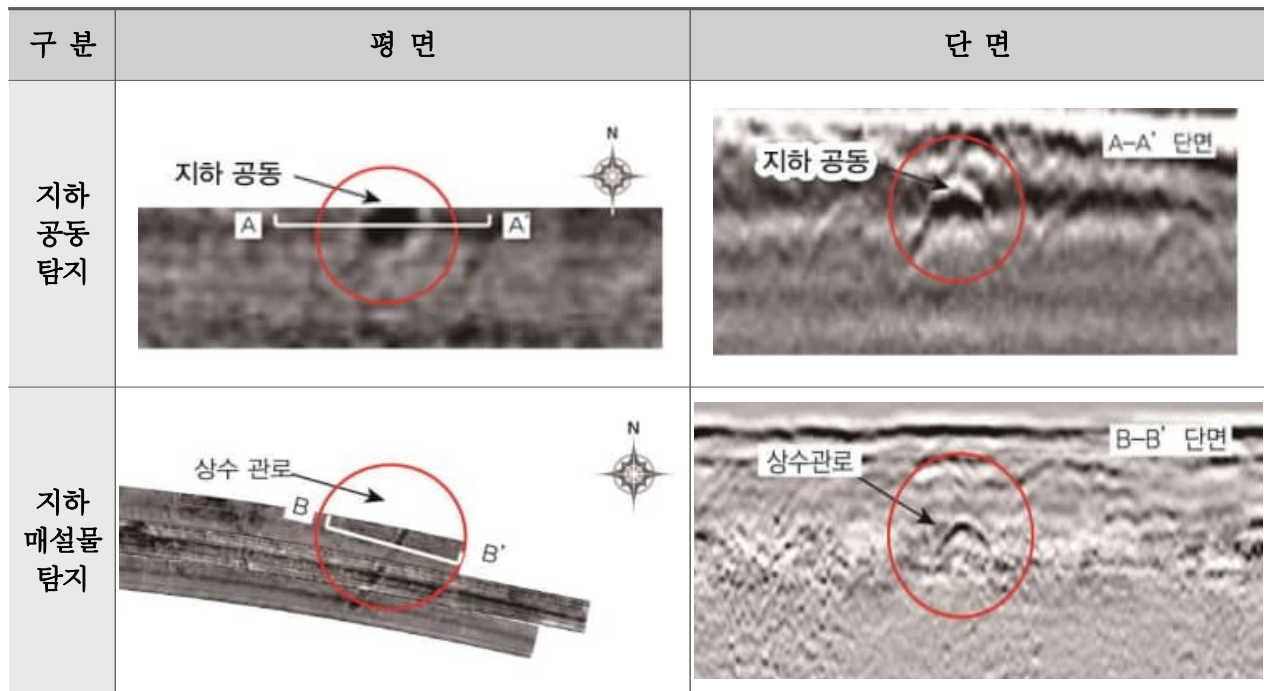


그림 2-7. 멀티채널 GPR 탐사 결과 예시(MALA사, MIRA 시스템)

4.1 멀티채널 GPR 탐사 장비 특성

멀티채널 GPR 탐사 장비는 일반적으로 멀티채널 안테나 또는 Array antenna(배열 안테나)로 다수의 송신기와 수신기를 교차 배열하여 16~32채널을 구현하며 설치 공간 대비 많은 채널 수를 확보할 수 있는 구조로 되어 있으며, 탐사차량 및 도로 주변의 구조물에 의한 유해파 간섭을 차단하기 위하여 개별 안테나는 쉴드(shield)로 차폐되어 있다.

4.2 안테나의 접지형태에 따른 특성

(1) 비접촉식 안테나(Air-coupled system)

비접촉식 GPR 시스템은 일반적으로 500MHz에서 2.5GHz 범위에서 작동하며, 가장 일반적인 중심 주파수는 1.0GHz이다. 투과 깊이는 대표적으로 0.5~0.9m이며, 데이터를 습득하는 동안 이 안테나들은 노면에서 0.3~0.5m 위에 매달려 있다. GPR에서 사용하는 주파수 중 상대적으로 고주파를 사용하기 때문에 고속주행에서도 비교적 깨끗한 신호를 생성하며 주로 도로 포장구조 상부평가를 위해 사용된다. 포장특성의 변화에 따라 안테나 결합이 변화하지 않는 것이 이 시스템의 가장 큰 이점이며, 포장층이 나타내는 반복적인 신호특징은 아스팔트 품질관리와 같은 재료특성의 변화를 측정 가능하게 한다(Saarenketo, 1998). 다른 이점은 비접촉식이기 때문에 교통흐름을 방해하지 않고 최고 속도(최대 100km/h)로 데이터를 획득할 수 있다.

(2) 접촉식 안테나(Ground-coupled systems)

지상 결합 안테나는 80~1,500MHz에 이르는 넓은 범위의 중심 주파수에서 작동한다. 데이터를 습득하는 동안 안테나들은 바닥면과의 접촉을 유지하여야 하며, 만약 연결이 되어있지 않다면 연결은 거리의 함수에 따라 변화하기 때문에 바닥면까지의 거리는 일정하게 유지하여야 한다. 접촉식의 장점은 비접촉식과 비교하면 더 좋은 투과심도이다. 비록 접촉식 안테나는 표면 근처에서 나타나는 다중반사파로 인하여 신호의 자료처리 없이 표면 근처의 정량적인 정보를 얻기 어려운 문제가 있으나, 콘크리트 구조물의 포장균열, 케이블 및 철근을 감지할 정도로 비접촉식 안테나와 비교하였을 때 수직해상도가 더 뛰어나다. 일반적으로 접촉식 안테나의 데이터 취득 속도는 5~60km/h이다.

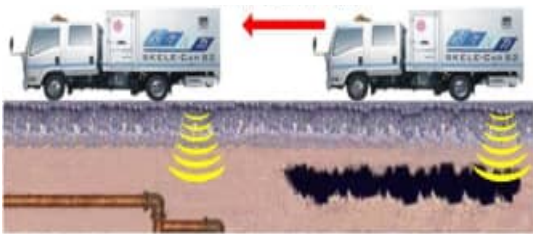
표 2-3. 안테나의 접지형태에 따른 분류

구 분	접촉식 안테나(Ground-coupled systems)	비접촉식 안테나(Air-coupled system)
장비 사진		
주파수 범위	80MHz ~ 1.5GHz	500MHz ~ 2.5GHz
안테나 위치	도로면에 접촉	도로면 상부 0.3 ~ 0.5m
가탐심도	0.5 ~ 5.0m	0.5 ~ 0.9m
탐사속도	5 ~ 75km/h	최대 100km/h

4.3 해외 GPR 탐사 장비 동향

현재 도로하부 공동조사를 위한 멀티채널 GPR 탐사는 유럽이나 미국, 일본 등에서 장비와 기술이 개발되어 많은 성과를 내고 있다.

표 2-4. 일본의 GPR 탐사 장비

구 분	SKELE-CAR(지오서치㈜)	Road Scan Vehicle(주)토목관리종합시험소
장비사진		
장비특징	• 종래 기술을 압도하는 고밀도 데이터 취득 기술을 개발하여 분해능력이 대폭 향상 • 종단, 횡단, 수평의 3차원으로 데이터를 해석하는 것으로 2차원 평가에서는 판별할 수 없었던 지중의 공동, 열화부분, 지하매설물 등을 정확하게 측정 가능 • 최고시속 60km로 조사가능, 교통통제도 필요 없음	• 지중탐사에 사용하는 3D레이더 시스템으로 주파수 가변형 안테나를 탑재하여 수행함 • 비접촉형 안테나에 의해 단시간에 광범위한 지역 탐사가 가능

차량형 GPR 탐사장비는 1930년대 설립한 스웨덴의 MALA사, 이탈리아에 본사를 두고 세계 6개국에 지사를 둔 IDS사와 1970년대 설립한 미국의 GSSI사를 포함하여 약 10여개국의 장비업체는 Impulse 방식의 안테나를 사용하고 있으며, 2001년에 설립된 노르웨이의 3D RADAR사는 Stepped-frequency 방식의 안테나를 사용하고 있다.

표 2-5. 미국 및 유럽의 GPR 탐사장비

미국의 GSSI사	스웨덴의 MALA사	이탈리아의 IDS사	노르웨이의 3D RADAR사
			

4.4 국내 GPR 탐사 장비현황

국내는 2014년 8월에 서울 도심에서 발생하는 지반침하의 심각성을 인식하기 시작하였고, 현재 도심지 공동조사를 위한 장비를 외국에서 구입하여 이용하기 시작하였다.

외국산 탐사장비를 국내에 도입하여 이용하기 위해 국내지형과 도로 실정에 맞는 최적화된 탐사 신호처리, 분석 프로그램 등이 구축 되어야 한다. 따라서 현재 각 기관과 민간업체에서 장비 및 기술에 관한 연구가 계속 진행중이며, 점차 발전되어 가고 있다.

표 2-6. 국내 도입된 멀티채널 GPR 탐사 장비

GPR SYSTEM, 한국	MIRA, 스웨덴	3D-RADAR, 노르웨이
		
800MHz, 16채널 서울시, 부산시, 국내업체 다수	400MHz, 24채널 국내업체 3개사	200~3,000MHz, 20채널 국책기관 외 국내업체 다수

NM-GPR, 호주	IDS, 이탈리아	• 지자체, 국책기관 및 민간업체 보유 국내 도입된 멀티채널 GPR 탐사 장비는 약 15대 내외 • 0.1~3GHz의 다양한 주파수 대역의 멀티채널 GPR 장비 도입
		
0.1~2GHz, 코드분할, 24채널 국내업체 2개사	200, 600MHz, 38채널 국내업체 3개사	

표 2-7. 제조사별 주파수 분석

(2017년, 서울시 품질시험소)

내용	GPR SYSTEM	MIRA	3D-RADAR	IDS
피크신호대역	450~500MHz	250~300MHz	1,000~2,000MHz	200, 600MHz
신호편차	보통	매우좋음	보통	매우좋음
밴드폭	보통	보통	매우좋음	좋음
노이즈 레벨	높음	낮음	-	낮음
채널별 편차	보통	매우좋음	좋음	보통

제 3 장 공동조사 방법

1. 용어의 정의와 분류
2. 공동조사 수행방법
3. 단계별 수행방법
4. 투입장비

제 3 장 공동조사 방법

1. 용어의 정의와 분류

지하안전관리에 관한 특별법 및 지하안전점검 표준매뉴얼(2021. 8, 국토안전관리원)에서 사용하는 용어 및 뜻은 다음과 같다.

표 3-1. 용어의 정리와 분류

(2021. 8, 지하안전점검 표준매뉴얼_국토안전관리원)

싱크홀 (Sinkhole)	석회암, 석고, 암염 등의 지층이 지하수와 지표수의 화학적인 영향에 의하여 하부 지반이 유실되어 지표층까지 깔대기 모양 또는 원통 모양으로 붕괴되는 현상	
침하 (Depression)	- 지반이나 포장면이 아래로 처지는 현상을 광의적으로 표현한 용어 ※ 지하안전법상 정의: 지하개발 또는 지하시설물의 이용·관리 중에 주변 지반이 내려앉는 현상	
함몰 (Cave-in)	- 도시지역에서 지하시설물 노후화나 굴착복구공사 등으로 인하여 지중에서 생긴 빈 공간이 그 상부 지반의 지지력을 잃고 꺼지는 현상 ※서울시는 2018. 1. 1.부터 시행된 「지하안전관리에 관한 특별법」에 따라 도로함몰을 법정용어 “지반침하”로 사용	
공동 (Cavity)	포장층까지 붕괴되지 않고 지반 속에 빈 공간으로 있는 것을 말하며, 지상으로부터 지하로 뚫거나 뚫린 구멍도 공동이라고 표현함	
지하	개발·이용·관리의 대상이 되는 지표면 아래를 말함	
지하개발	지반형태를 변형시키는 굴착, 매설, 양수 등의 행위	
지하시설물	상수도, 하수도, 전력시설물, 전기통신설비, 가스공급시설, 공동구, 지하차도, 지하철 등 지하를 개발·이용하는 시설물로서 대통령령으로 정하는 시설물	
지하안전영향평가	지하안전에 영향을 미치는 사업의 실시계획·시행계획 등의 허가·인가·승인·면허 또는 결정 등(이하 “승인등”이라 한다)을 할 때에 해당 사업이 지하안전에 미치는 영향을 미리 조사·예측·평가하여 지반침하를 예방하거나 감소시킬 수 있는 방안을 마련하는 것	
지하개발사업자	지하를 안전하게 개발·이용·관리하기 위하여 지하안전영향평가 또는 소규모 지하안전영향평가 대상사업을 시행하는 자	
지하시설물관리자	관계 법령에 따라 지하시설물의 관리자로 규정된 자나 해당 지하시설물의 소유자를 말한다. 이 경우 해당 지하시설물의 소유자와의 관리계약 등에 따라 지하시설물의 관리책임을 진 자는 지하시설물관리자	
공동(空洞)조사	지하안전점검 대상범위에 대하여 지표투과레이더(GPR) 탐사를 수행하고 지반침하 예상구간 및 공동의 정확한 위치, 크기 등을 파악하는 것	

1.1 공동의 용어설명

공동조사 실무편람(2022. 12, 국토안전관리원)에서 공동은 형태나 위치에 따라 공동토피, 공동몸체, 공동꼬리로 구분하고 있다.

- (1) 공동의 토피 : 아스팔트 포장면에서 공동 상부(천단)까지의 두께
 - 대부분 15~100cm 정도에서 발생
 - 확인된 공동의 대부분은 아스팔트 포장층 하부까지 도달하고 있음
- (2) 공동의 몸체 : 아스팔트 포장층 하부의 혼합기층에 주로 위치
 - 사질토는 상대적으로 물에 의해 빠르게 세굴되는 경향을 나타냄
 - 점성토는 느리게 세굴되는 현상을 나타냄
- (3) 공동의 꼬리 : 대부분 노상에서 지하매설 구조물의 결합부까지 또는 그 하부까지 연결

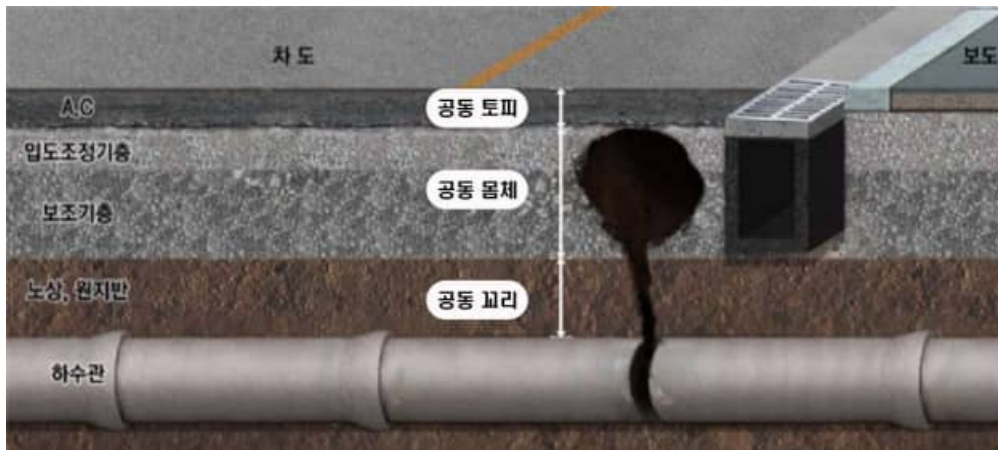


그림 3-1. 공동발생 모식도

1.2 공동발생 메카니즘

침하로 연결되는 지반내 공동과 이완의 형성, 확대과정 모형실험 사례 및 현장탐사에 의한 굴착 확인조사를 통해 공동의 발생 형태와 요인을 분석한 결과, 공동발생 메카니즘은 크게 3가지로 분류하며 함몰로 연결되기 쉬운(공동형성 및 확대) 주된 조건은 다음과 같다.

토사유출경로의 존재	유출되기 쉬운 토질	지하수 변동
지중 매설관 파손	입도가 양호한 지반	투수성 높은 균질한 모래지반

그림 3-2. 공동발생 주요원인

(1) 토사 유출경로의 존재

지반 내에 공동이 형성되어 지표에 영향을 미치려면 지반 내에 토사가 유출되는 곳과 운반 경로가 존재해야만 하며, 지중매설관의 파손은 토사가 계속해서 유출되기 쉬운 전형적인 경우이다.

(2) 유출되기 쉬운(침식되기 쉬운) 토질

투수성이 큰 흙은 물의 침투로 인한 지반 포화에 의해 세립분이 유출되어 취약화되고 공동 발생의 진전이 빠르다.

(3) 강우 및 지하수변동

공동 주변의 토사 유출에 물의 침투가 관여하는 것 외에도 지하수 변동에 의해 공동 상부지반의 불안정화와 붕괴가 반복되어 공동이 마치 지표로 이동해오고 있는 것 같은 거동을 보이며, 지표 부근 얽은 곳의 공동이 최종적으로 강우가 계기가 되어 침하되는 경우도 많다.

이상의 공동발생 메카니즘에 대해 3개의 패턴을 설명하였으며, 공동발생 메카니즘에 따른 세부적인 요인으로는 ① 지하매설물에 의한 직접적 요인, ② 시공불량, 폐기물이나 혼잡한 매설물 등의 외적 요인, ③ 지형(하천, 해안과 인접) 또는 강우에 의한 간접적 요인 등 크게 3가지로 대별된다.

1.3 공동발생 요인

1.3.1 인위적 요인에 의한 발생원인

도시노후에 따른 상하수도 노후화, 대규모 굴착공사 관리미흡, 굴착공사에 따른 지하수위 저감 등 많은 요인에 의해 지반침하가 발생하고 있다.

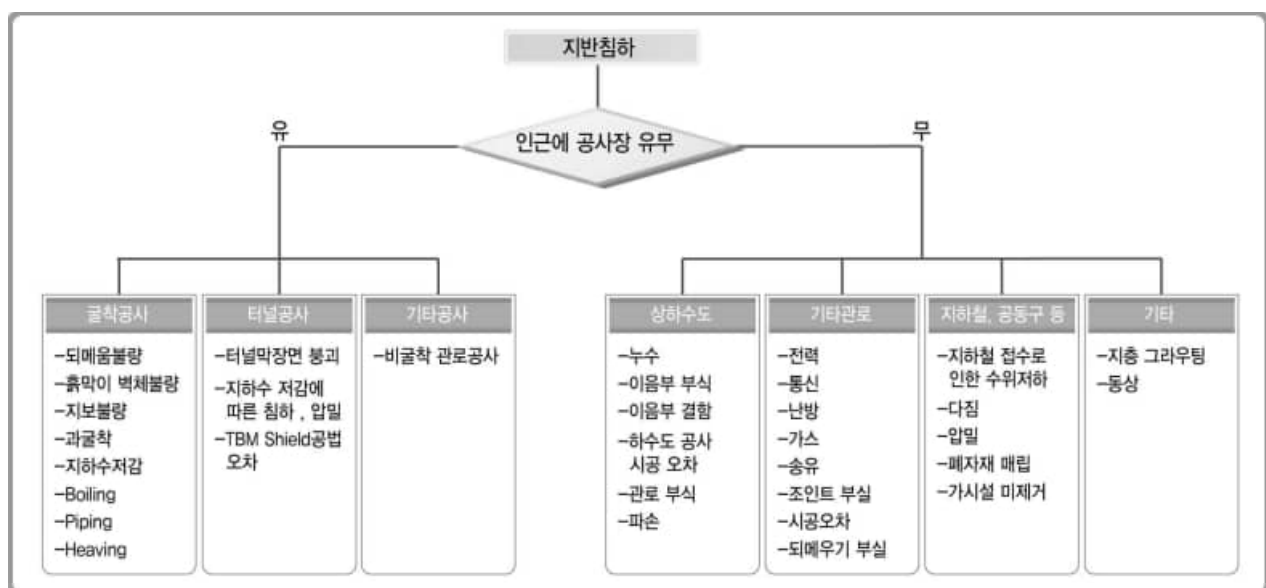


그림 3-3. 지반침하 발생원인(한국지하안전협회)

1.3.2 공동발생 메카니즘에 따른 세부적인 요인

표 3-2. 공동발생 요인분류 및 정의

구 분	요인의 분류	정 의
직접적 요 인	지하매설물	• 매설물 파손에 의한 누수 및 토사 유입 등 발생 원인이 명확한 경우
외 적 요 인	H형강, 널말뚝, 말뚝 등의 출현	• 공동발생 위치 주변에 H형강, 널말뚝, 말뚝 등이 확인된 경우
	폐기물의 출현	• 공동발생 위치 주변에 찌꺼기(콘크리트, 아스콘 등)가 확인된 경우
	매설물의 혼잡	• 굴착한 상황에서 2개 이상의 매설물이 확인된 경우
	매설물 또는 맨홀 부근	• 매설물 주변과 맨홀 부근에 확인된 경우
	흙막이 겹다짐 부족 또는 지반 다짐불량	• 굴착한 상황에서 노반이나 노상에 느슨함이 확인된 경우 (매설물 원인 설명 불가)
	기타	• 굴착한 상황에서 명확한 공동이 확인되지 않고, 특히 매설물의 영향이 없는 경우
간접적 요 인	빗물 영향 있음	• 빗물 침투 흔적이 있는 경우

(1) 지하매설물 파손에 의한 토사유출

하수관의 파손, 하수관 이음부 손상 및 접속부의 화학적 부식 또는 시공 결함으로 인하여 생긴 공간으로 물이 유입되어 관 주변의 토사가 물과 함께 관 내부로 반복 유출, 이완되어 공동이 발생한다.



그림 3-4. 지하매설물 파손에 의한 공동발생 모식도

발생사례 1) 삼성중앙역 복구공사장(2015. 4. 2.)

- 원인: 삼성중앙역 9호선 2단계 공사 중 개착구간의 하수관연결부 이음불량과 국지성 호우
- 공동의 규모 : $1.2 \times 1.8 \times 0.6\text{m}$



그림 3-5. 삼성중앙역 지하매설물 파손에 의한 지반침하 발생 사례

발생사례 2) 구로 중앙로 상수관 노후화에 의한 지반침하(2015. 4. 23.)

- 원인 : 1978년 부설한 구로 중앙로 40나길 상수관 노후로 인한 누수, 주변 하수관 파손
- 공동의 규모 : $4.0 \times 5.0 \times 3.0\text{m}$



그림 3-6. 구로 중앙로 상수관 노후화에 의한 지반침하 발생 사례

(2) 매설관 주변 다짐부족에 의한 압밀침하

매설관 부설시 보조기층의 다짐불량, 매설관 하부 공간 발생, 매설관 상부 사질토가 장기간에 걸쳐 교통하중에 의한 진동 등의 영향으로 압밀침하가 발생, 공동이 형성되고 진동 등의 영향으로 공동이 상승함(특히, 여러 개의 매설관이 집합체로 부설되는 경우 많이 발생함)

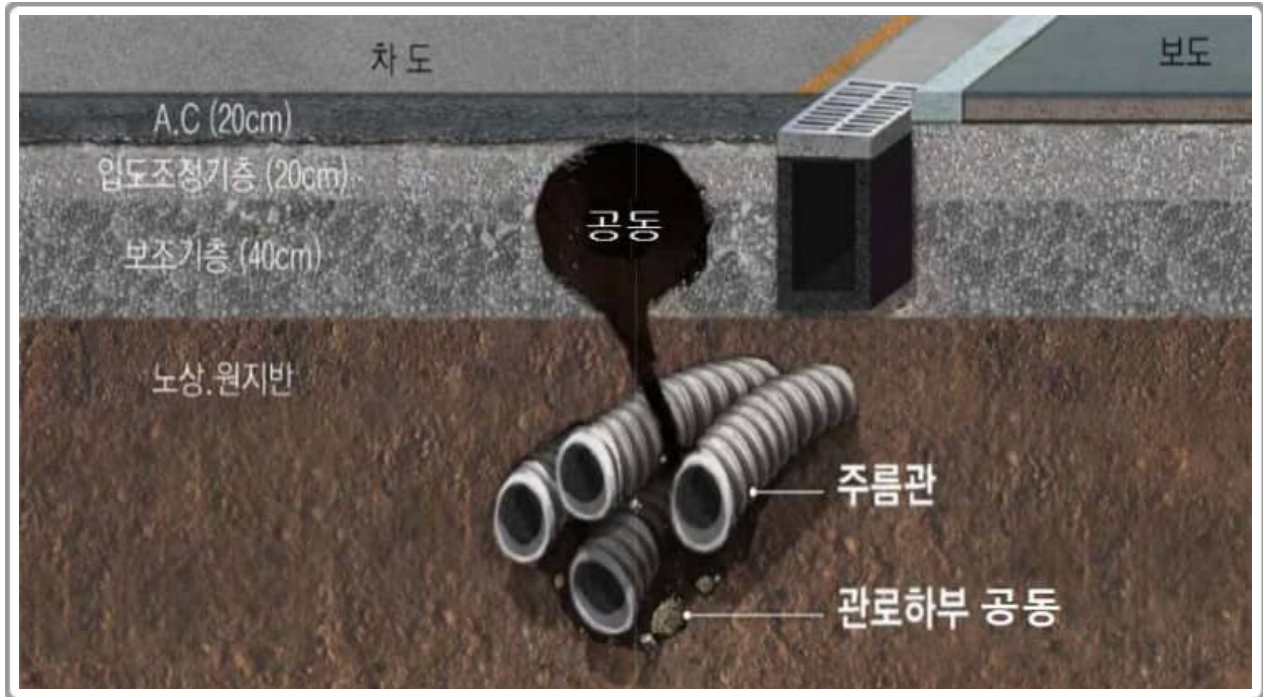


그림 3-7. 다짐부족에 의한 압밀침하 모식도

발생사례 1) 돈화문로의 다발성 전력케이블, 율곡로의 상수관 하부



그림 3-8. 돈화문로 다짐불량에 의한 공동발생 사례

(3) 폐기물의 출현

지하구조물 시공시 되메우기 구간에 건축 폐자재(목재, H파일, 돌, 콘크리트 등) 및 폐관을 제거하지 않고 매립한 경우, 그 빈 공간 사이로 상부 지반의 토사가 흘러 내리면서 공동 발생

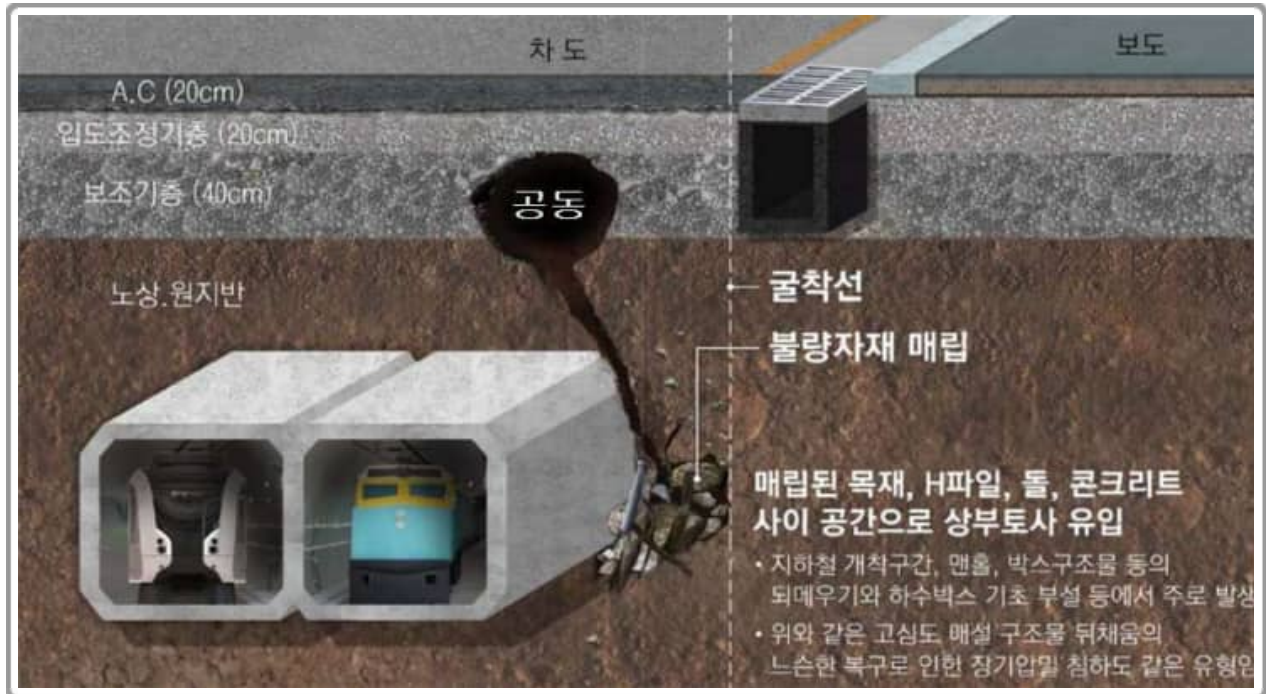


그림 3-9. 폐기물 매립에 따른 공동발생 사례

발생사례 1) 송파대로 도로



그림 3-10. 송파대로 폐기물 매립으로 인한 공동발생 사례

(4) 쉘드터널 추진 공사과정에서 토사유출

하수처리 방류관거 시공, 지하철 건설공사 등의 쉘드터널 굴진과정에서 막장관리 미흡으로 상부 지반의 토사가 굴착토와 함께 외부로 유출되어 공동 발생

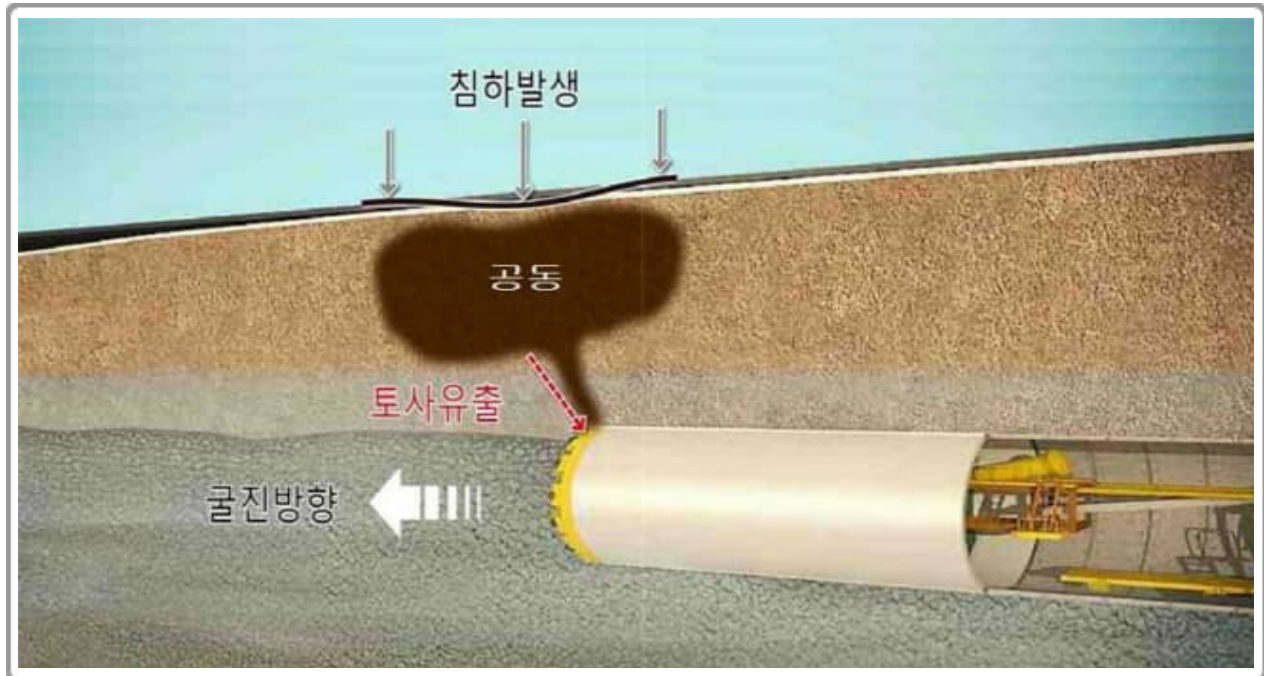


그림 3-11. 쉘드터널 시공 중 토사유출로 인한 공동발생 모식도

발생사례 1) 신촌 하수관 증설공사 중 지반침하(2015. 3. 29.)

- 발생원인 : 신촌 현대백화점 옆 하수관 증설(직경 1.35m)을 위한 세미셸드 공사 중 상부 지반의(토피 1.7m) 지지력 부족으로 지반침하
- 규모 : 폭 1.0m, 길이 1.3m, 깊이 0.3m



현대백화점 옆 이면도로, 준설차량 전도

전도구간 지반침하 상태

전도차량 이송 후 지반침하위치(일부 되메우기)

침하구간 실드 상부 토피는 1.7m(최저구간)

그림 3-12. 신촌 하수관 시공 중 지반침하 발생 사례

(5) 굴착공사장 내부 유입형

지하수위 아래까지 굴착하는 현장에서 주로 발생하며, 차수대책 미흡시 지하수 유출에 따라 가시설 배면 세립분의 토사가 공사장 내부로 유입

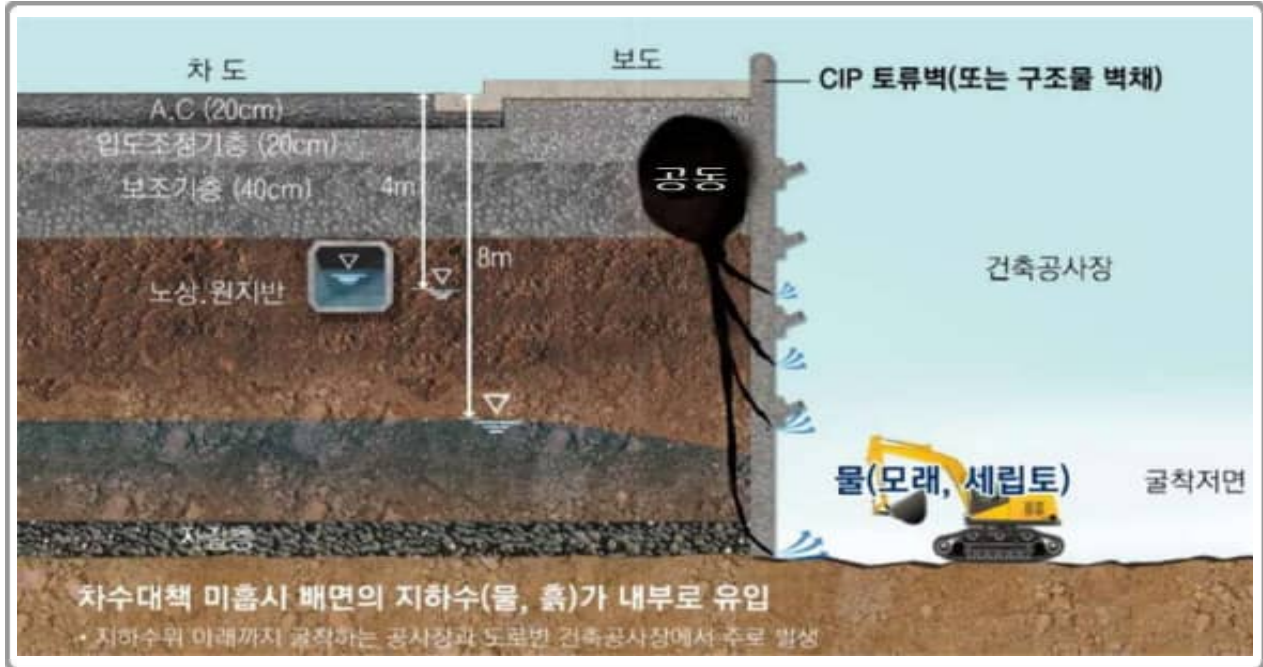


그림 3-13. 굴착공사에 의한 공동발생 모식도

발생사례 1) 용산역 앞 신축공사장 인도부 지반침하(2015. 2. 20.)

- 발생원인 : 용산역 앞 푸르지오써밋 신축공사현장 토류벽 차수대책 미흡
- 규모 : 가로 3.0m, 깊이 3.0m



그림 3-14. 용산역 앞 신축공사장에 의한 지반침하 발생 사례

2. 공동조사 수행방법

공동조사의 수행방법은 사전조사에서 공동 발생 원인이 될 수 있는 매설물의 현황 및 굴착 공사 이력, 교통 혼잡도, 노선별 교통상태, 지형 및 지질 분석 등을 파악하여 조사계획과 조사 시간대를 선정한 후 교통흐름에 방해되지 않는 속도로 차량형 GPR 탐사장비를 이용하여 조사를 시행하고 취득한 데이터를 분석 프로그램으로 공동을 분석하여 천공과 공내영상촬영 장비를 사용하여 공동을 정확하게 확인하고 공동의 규모 및 특성을 파악하며, 즉시 공동 신속복구를 실시하여 도시의 노후화 등에 의해 발생하는 지반침하 사고를 사전에 예방하는 것이다.

2.1 수행 단계별 주요 고려사항

공동발견을 위한 단계별 조사방법 선정과 각 단계별 주요 고려사항에 대한 분석이 필요하며, 각 사업 수행 단계별 주요 고려사항은 다음 표와 같다.

표 3-3. 단계별 수행흐름

수행단계	주요 고려사항	성과물
사전조사	• 과업내용서 검토 • 지형 및 지질 검토 • 지반침하 기존자료 검토 • 노선현황 검토 • 지하매설물 현황 검토	성과분석 기초자료
1차 탐사 및 분석	• 차량형 GPR 탐사 장비 적용 • 공동의 정확한 위치 파악 및 분석	분석공동관리대장 분석공동조사서
2차 조사 및 확인	• 인허가 취득 • 교통통제 및 안전관리 대책 수립 • 지하매설물 관리기관 협의 및 입회 • 천공 및 공내영상촬영 실시 • 공동의 위치, 크기 및 심도 확인 • 공동관리대장 및 공동조사서 작성	공동관리대장 작성 공동조사서 작성
공동 신속복구	• 공동 발견 즉시 신속복구 실시 • 복구 여부에 따른 후속조치 실시	공동신속복구 결과 조사서
성과분석 및 보고서작성	• 공동의 특성 분석 및 공동조사 보고서 작성 • 최종보고서 작성	공동조사 보고서 최종보고서

2.2 단계별 조사 흐름도

사업구간의 공동조사를 수행함에 있어 수행절차, 체계적인 조직 및 인력구성 계획, 공정관리 계획 등을 수립하여 최상의 품질을 도출할 수 있도록 각 단계별로 최적의 조사계획을 수립하였으며, 단계별 조사 흐름은 다음과 같다.

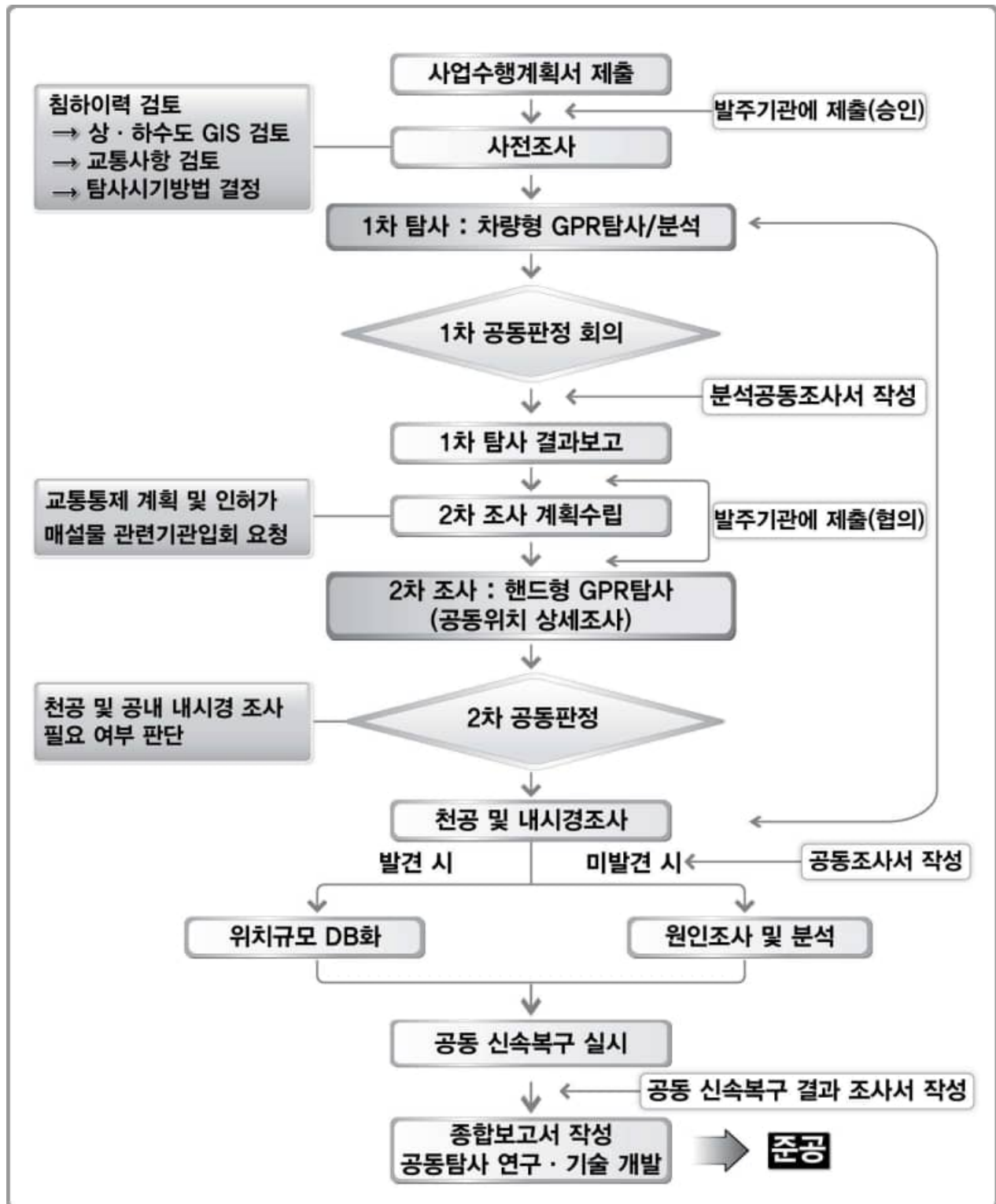


그림 3-15. 공동조사 흐름도

3. 단계별 수행방법

3.1 사전조사

3.1.1 사업수행계획 수립

사업 노선에 대한 교통상황, 통행량, 혼잡도 등 조사 구간에 대한 상세정보를 파악하여 각 축선별 노선도를 작성하고, 과거의 문헌자료를 분석하여 세부적인 사업수행계획을 수립하였다.

3.1.2 세부노선 현황파악

표 3-4. 노선현황 파악(예시)

연번	구간	조사연장 (km)	구간별 1차 탐사 및 분석 소요일수																				
			분류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	시흥~중립선	31.4	조사	○																			
			분석		●																		
C1	도심순환도로	86.4	조사		○	○	○	○															
			분석			●	●	●	●														
4227	방배~잠실선	52.5	조사						○	○													
			분석							●	●												

*조사일수 : ○ / 분석일수 : ●

3.1.3 시간/요일별 교통량 조사

원활한 1, 2차 조사를 위해 사업노선의 시간대별, 요일별 교통량 및 혼잡도 등을 파악하였으며, 주간/야간으로 구분하여 불법주정차 현황 등을 파악하였다.



그림 3-16. 사업구간 교통량 조사

3.2 1차 탐사 및 분석

1차 탐사는 차량형 GPR 장비를 사용하여 교통흐름을 방해하지 않는 속도로 도로하부를 조사하여 데이터를 취득하는 것이다.

분석은 1차 탐사로 취득된 데이터를 분석하여 공동에 대한 정보(규모, 위치, 노면영상 등)를 종합하여 ‘분석공동조사서’를 작성하는 것이다.



그림 3-17. 1차 탐사 흐름도

3.2.1 차량형 GPR 탐사

1차 탐사는 차량형 GPR 장비로 실제 주행차량의 교통흐름을 방해하지 않는 속도로 조사를 실시 하였으며, GPR 장비 보호 및 안전을 위해 후방에 보호차량을 배치하여 조사하였다.



그림 3-18. 차량형 GPR 탐사

3.2.2 GPR 탐사 자료 획득

(1) 장비 유효탐사 폭을 고려한 장비운용 및 안전지대 탐사

도로교통법에 의한 일반도로의 최소 폭은 60km/h이상 지역에서 3.25m이상이며, 60km/h미만 지역에서 3.0m이상에 해당하여, 유효탐사 폭 1.84m로는 기준인 3.0m조건에 미흡하여 1개 차로 당 2회 이상 주행하여 차로 폭(3.0~3.25m) 전체를 조사하였고, 안전지대 또한 탐사를 수행하여 사업노선에 대해 미탐사 구간이 없도록 실시하였다.



그림 3-19. 차로별 중복탐사 모식도

3.2.3 GPR 탐사 자료 분석

공동 분석 방법은 분석사의 경험에 의한 의존도가 높으므로 기술적 표준항목을 선정하였다. GPR 탐사는 땅속에 입사된 전자파가 유전율이 다른 물질(노반, 노상, 공동, 매설물 등)의 경계면에서 반사되는 특성을 가지고 있으며, 그 반사파를 분석하여 반사파의 극성, 반사파의 강도, 반사형상을 비교·분석하여 공동을 파악하는 것이다.

(1) 반사극성

공기와 매질은 유전율 차이가 매우 커서 파형의 흰색 부분과 검은 부분의 출현 순서에 따라 공동을 판별하고, 일반적인 노면의 경우는 심도가 깊어짐에 따라 상대유전율은 커지고 위상이 검정색에서 흰색으로 전환되며, 노면 하부에 공동이 존재하는 경우, 심도가 깊어지더라도 유전율이 작아지기 때문에 반사파의 위상이 180° 역전되어 흰색에서 검은 색으로의 전환된다.

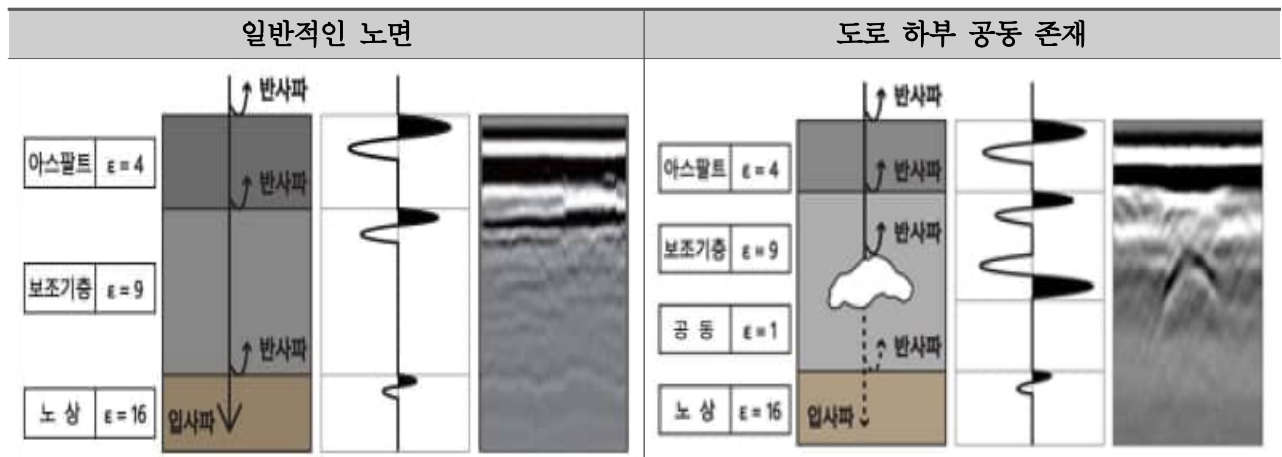


그림 3-20. 공동의 반사극성

(2) 반사강도

파형 색상의 명암으로 해석하는 방법으로 유전율이 16인 모래층 아래에 유전율 9의 자갈이 있는 경우에는 공동에 비해 유전율의 감소폭이 작기 때문에 반사강도는 공동의 경우와 대비하여 흑백의 색조가 흐려지는 특성을 보인다.

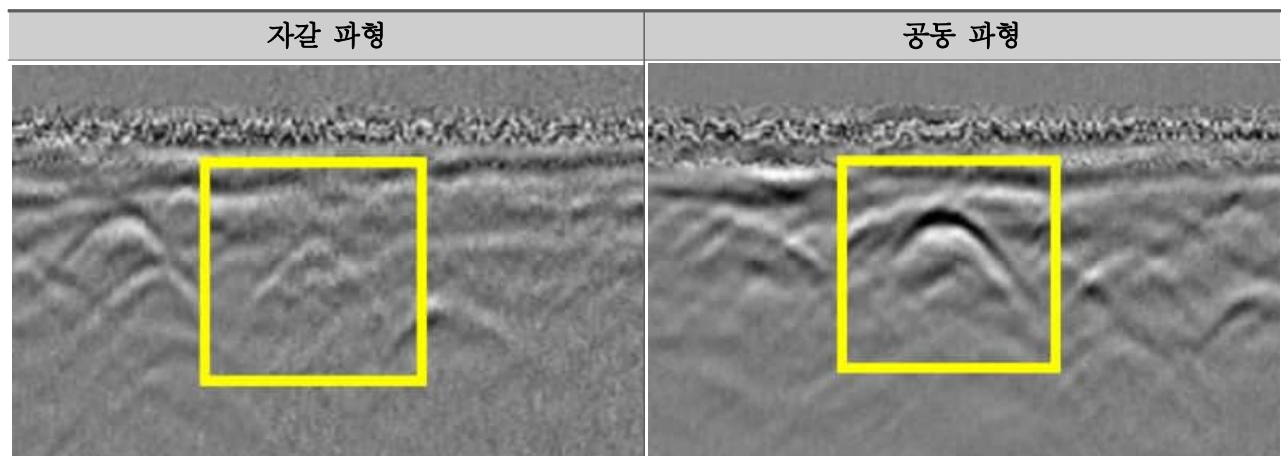


그림 3-21. 공동의 반사강도

(3) 반사형상

반사 형상 분석은 매설물 내부의 「공간」과 「공동」을 구별하기 위한 방법으로 파형의 좌우대칭 양상에 의해 판단하고, 매설관 등의 인공 구조물은 공동과는 달리 반사파형이 완전한 좌우대칭을 보이며, 공동의 경우 비대칭의 반사파형을 보인다.

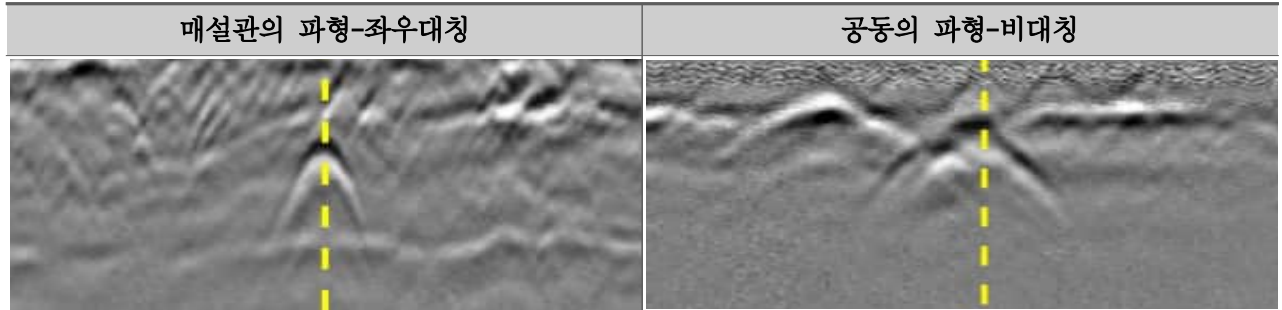


그림 3-22. 공동의 반사형상

3.2.4 공동 판정회의

분석사가 분석한 공동의 신호는 판정위원회를 거쳐 객관적으로 평가하여 공동으로 판정된 지점은 2차 조사시 위험도 순에 따라 작업을 실시하였다.

(1) 공동 이상신호의 집계

이상 파형을 “반사 극성”, “반사 강도”, “반사 형상”의 각 항목마다 ◎, ○, △의 3단계로 평가하며 집계한다.

표 3-5. 공동의 가능성 평가 예시

노선	구간	위치		이상파형의 공동 가능성평가				파일번호
		위도	경도	파형 평가	반사 극성	반사 강도	반사 형상	
OO대로	교차로~OO대로	32.000000	127.000000	가능성	◎	△	◎	0927-OOline.rd3
				특이사항				

※ ◎ : 공동의 가능성 높음, ○ : 공동가능성 보통, △ : 공동 가능성 낮음

(2) 이상신호의 타당성 검토 및 판정

조사를 통하여 획득한 파형에 대해 분석이 진행된 후, 이상신호로 판단된 반응에 대해서는 조사 개소마다 예상 공동 규모(가로×세로×토피)를 파악한 후 판정 회의를 실시하였다.

표 3-6. 이상신호 검토 및 판정

구 분	내 용
이상신호의 타당성	- 이상신호의 파형을 대상으로 공동의 가능성이 있는지 판정회의를 하는 예비 작업 - 분석사간 파형 분석의 타당성에 대해 논의
위험도 평가	- 공동의 가능성 - 공동 발생 상황에 따른 위험도 - 현지 도로 상황에 따른 위험도
2차 조사 위치의 선정	2차 조사 대상에 대한 평가등급 및 동일 등급 내 우선순위의 결정

3.2.5 공동 크기 산정

공동의 크기는 토파와 더불어 공동의 위험등급을 산정하는데 중요한 요인 중 하나이다. 탐사 데이터의 종 · 횡단면으로부터 공동파형의 상단심도와 하단심도를 확인한 후 공동파형의 상단에서부터 1/2지점 심도를 기준으로 평면자료에서 종단길이 및 횡단길이를 측정한다.

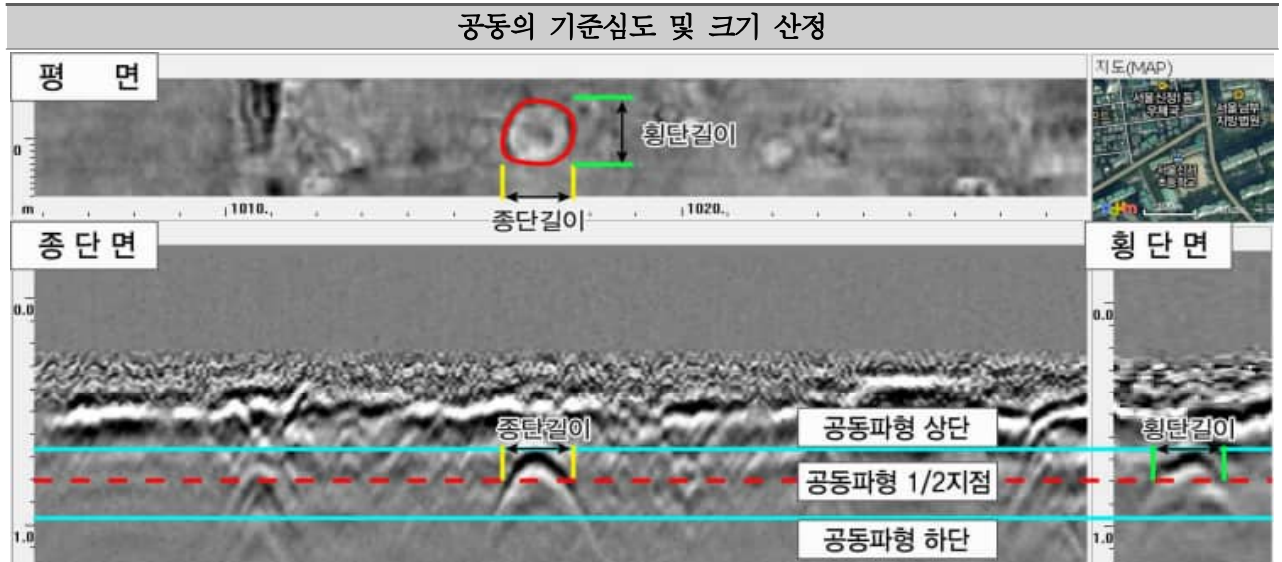


그림 3-23. 공동 크기 산정

3.2.6 분석공동조사서 작성

분석된 공동은 각 구역 내 축선별 공동조사대장 및 분석공동조사서를 작성하였다.

- 1) 연번, 관리번호 2) 조사일시(탐사, 천공, 복구) 3) 조사위치(구역, 도로명, 방향, 차로)
- 4) 공동규모(폭 × 연장 × 두께) 5) 공동의 위치 좌표(위·경도)

분석공동조사서							
탐사 / 천공	탐사일 2024.06.04	위도	37.54528	공동 규모	도파(cm)	25	공동 번호
지 번 주 소	서울시 성동구 성수동2가 302-34	경도	127.053306		도로종단 길이(cm)	85	관리 등급
도로명 주소	아차산로	차선	중앙선 기준 1차로		도로횡단 폭(cm)	80	분석 번호
탐 사 방 향	동향 (북성역교차로→성수사거리)	지점	직진금지화살표 옆		바닥 깊이(cm)	-	공동 등급
공동 위치도				공동 주변사진			
(상단) 탐사영상 평면 / (하단) 노면영상				탐사영상 종단면	탐사영상 횡단면	공동확인 내시경 영상	

그림 3-24. 분석공동조사서

3.3 2차 조사

1차 탐사 및 분석을 통해 분석공동으로 판정된 위치에 핸디형 GPR 탐사를 실시하여 정확한 공동의 위치와 주변 매설물 분포 여부 등을 확인한 후 지하매설물 관리자 입회 하 천공 및 공내영상촬영을 실시한다. 2차 조사는 도로를 점용하여 작업을 실시해야 하므로 각 자치구 및 관련기관에 인허가를 득한 후 실시해야 하고, 지하매설물 관련기관과 협의 및 입회를 요청하는 등 행정, 교통 및 안전대책 수립 후 작업을 실시한다.



그림 3-25. 2차 조사 및 확인 흐름도

3.3.1 인허가 업무 수행

도로점용 시 관리청의 허가를 득하기 위해, 허가절차 및 인허가 처리에 필요 사항에 대한 사전검토수행 하였다.

(1) 도로점용 인허가 계획

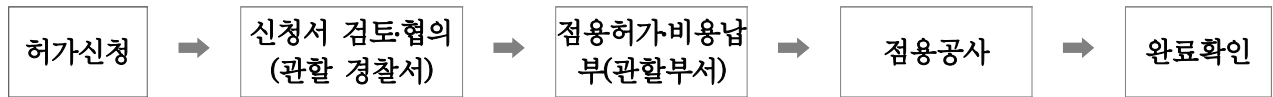
- 1) 도로를 점용하고자하는 자는 관리청의 허가를 받아야 하며, 허가대상 및 절차는 다음과 같다.
- 2) 도로법 제61조(도로의 점용)에 의거 관리청이 주요지하매설물이 설치된 도로에 대하여 굴착공사에 따르는 점용허가를 하면 그 주요지하매설물의 관리자에게 이를 알려야 하며, 도로의 점용허가를 받은 자가 주요지하매설물이 있는 도로에서 굴착공사를 하려면 그 주요 지하매설물의 관리자가 입회한 가운데 공사를 시행하여야 한다.
- 3) 도로법시행령 제54조(점용의 허가신청)

(2) 도로점용 허가법령

표 3-7. 도로점용 법령

구 분	도로법
배경 및 목적	「도로법」 제61조에 따른 도로굴착을 수반하는 도로점용허가 관련업무의 처리 및 사후관리 등에 관하여 필요한 사항을 정함으로써 업무처리의 효율성을 기하고, 도로굴착으로 인한 각종 안전사고를 사전에 예방하는 데 그 목적이 있음
적용 범위	도로굴착을 수반하는 점용허가 및 안전에 관한 사항은 「도로법」 같은 시행령, 시행규칙(이하 각각 “법”, “령”, “법시행규칙”이라 한다) 및 다른 자치법규에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 이 규칙이 정하는 바에 따름
업무처리 요령	- 사업시행자는 별지 제4호서식의 도로점용(굴착·복구)허가신청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 도로 소재지 관할 구청장에게 제출하여야 한다. - 인허가 제출서류 ⇨ 설계도면 ⇨ 주요지하매설물 관리자의 의견서(주요지하매설물이 있는 경우로 한정한다) ⇨ 주요지하매설물의 사후관리계획서(신청인이 주요지하매설물의 관리자인 경우로 한정한다) ⇨ 영 제62조에 따른 도로관리심의회의 심의결과를 반영한 안전대책 등에 관한 서류 ⇨ 굴착한 도로의 복구공사는 사업시행자가 시행함을 원칙으로 한다. - 도로굴착·복구공사의 시행 ⇨ 제13조(착공계 제출) ① 제11조에 따라 도로점용허가를 받은 사업시행자가 그 허가내용에 따라 도로의 굴착·복구공사를 시행하고자 하는 경우에는 굴착공사를 착공하기 5일전까지 별지 제9호서식의 착공계를 작성하여 구청장에게 제출하고, 그 내용을 주요지하매설물 관리자에게 알려야 하며, 당일 복구완료가 어려운 계속점용공사의 경우에는 착공계의 제출과 동시에 교통안내표지판 및 공사안내현수막을 설치하여야 한다.

(3) 도로점용 허가절차



3.3.2 교통관리 계획

도로법시행령 [시행 2023.10.19.], 제58조(도로의 점용허가에 따른 안전사고 방지대책 등) 및 도로교통법 시행규칙[시행 2023.10.19.], 제42조(도로공사신고) 법 제69조(도로공사의 신고 및 안전조치)등의 관계 법령에 따른 도로를 점용하는 모든 조사에 대하여 조사 범위, 시공성 및 도로 이용자의 접근성과 이동성 등을 고려하여 조사 현장 여건에 따라 조사현장 교통관리 계획을 수립하였다.

(1) 교통관리 기본사항



그림 3-26. 교통관리 기본사항

- 1) 조사 시행 전략 ➡ 교통흐름과 안전에 미치는 영향을 최소화하기 위한 조사 계획 수립
- 2) 조사 시행시기별 전략 ➡ 시간·요일별 변하는 교통량을 고려하여 교통 혼잡을 최소화하는 방향으로 수립
- 3) 대외 홍보 전략 ➡ 해당 도로 구간이나 그 주변을 통행하는 운전자에게 조사 상황에 대한 정보(조사구간의 특정 위치, 시간 및 접근 방법)를 제공

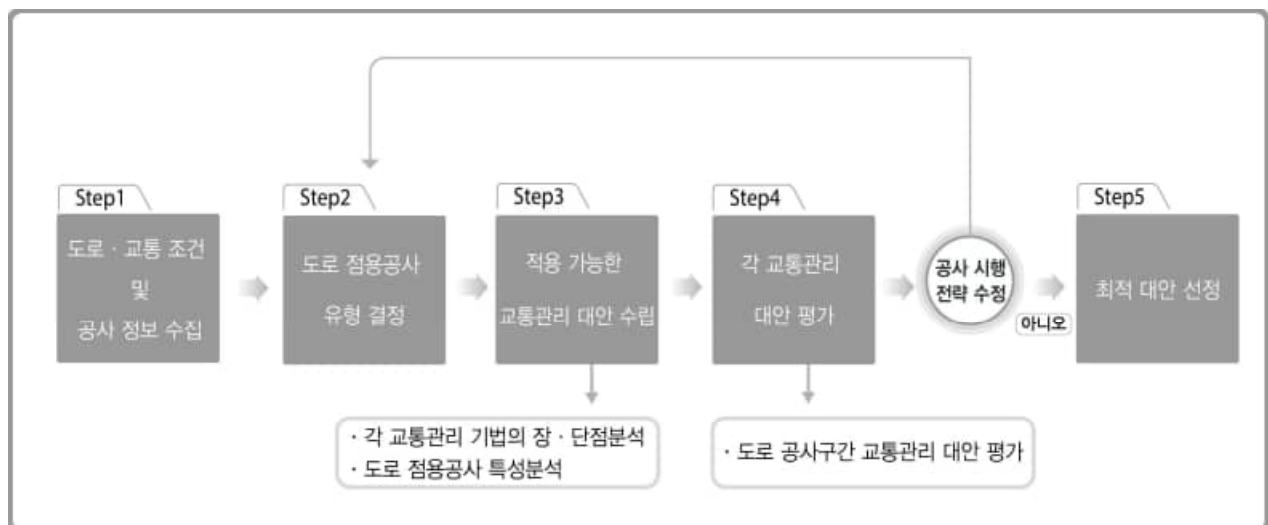


그림 3-27. 교통관리 계획 수립 절차

(2) 조사구간 도로 교통관리

도로 조사구간 유형은 현장 조사구간 이동여부에 따라 고정 공사와 이동 공사로 구분하고, 고정 공사는 공사기간에 따라 장기, 중기, 단기, 단시간 공사로 구분한다.

표 3-8. 공사별 관련 법규

구 분		관련 법규상 기준	본 사업의 해당사항
이동 공사		• 일정한 속도로 이동, 일시적 정지와 이동을 반복하는 공사	• 1차 탐사 (차량형 GPR 탐사)
고정 공사	장기	• 3일 초과, 동일지점	• 해당 없음
	중기	• 1일 이상~3일 이내, 동일 지점	• 해당 없음
	단기	• 주간의 1시간 초과, 동일지점 또는 야간공사	• 2차 조사(GPR 탐사, 천공, 내시경조사)
	단시간	• 2일 주간의 1시간이내, 동일지점	• 해당 없음

(3) 단시간 및 이동 공사의 교통관리

단시간 공사와 이동 공사는 운전자와 작업자 안전 확보 및 신속한 작업 진행이 요구되기 때문에 교통관리는 주의구간과 작업구간(완충구간 포함)으로 구분하여 관리한다.

1) 단시간 공사 교통관리 기준

고정 공사(단기 이상)에 비하여 간소화된 기준을 적용하여 원활한 공사 진행을 도모하고, 교통에 미치는 영향을 최소화 하도록 한다.

표 3-9. 임시 교통통제시설 설치 기준

구 분		임시 교통통제시설 설치 기준	비고
지방 및 도시 일 반 도 로	고속도로		해당없음
	제한속도 80 Km / h 이상		적용
	제한속도 80 Km / h 미만 ~ 60 Km / h 이상		적용

2) 고정 공사 제한속도별 충돌 안전거리

표 3-10. 고정 공사 충돌 안전거리

제한속도(Km/h)	90 이상	90 미만~70 이상	70 미만
간 격 (m)	60 이상	45 이상	30 이상

3) 이동 공사

이동 공사의 특성상 고정 공사에 비해 간소화된 절차가 필요하며, 임시 교통통제 시설을 노면 고정식보다는 작업보호자동차에 장착하여 이동성이 용이하며, 이동 공사 시 교통안전표지(점멸 차단판)와 안전시설(경고등(회전 점멸등), 트럭 장착 완충시설(권장) 등을 작업보호자동차에 장착하며, 작업자동차에도 안전시설을 장착해야 한다.

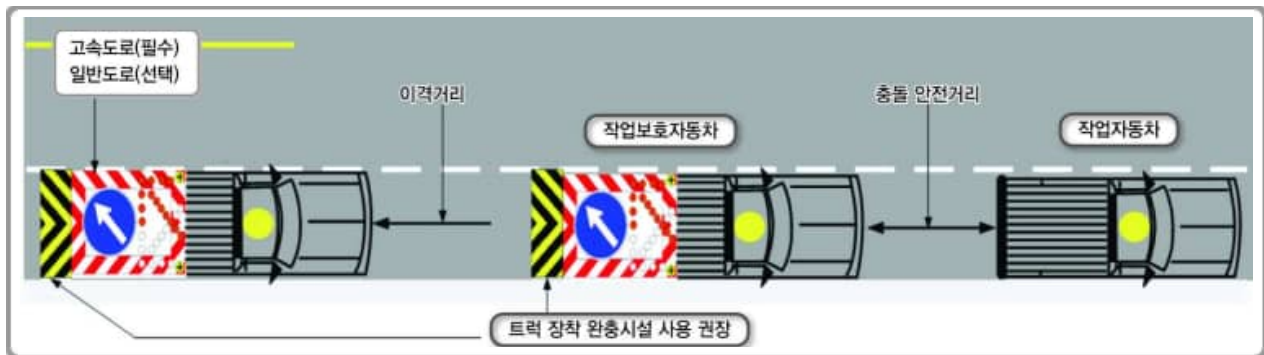


그림 3-28. 이동 공사 모식도

표 3-11. 이동 공사 충돌 안전거리

제한속도(Km/h)	90 이상	90 미만~70 이상	70 미만
간 격 (m)	85 이상	60 이상	45 이상

4) 진행방향 구간별 교통처리방안

- 주의구간 : 공사구간 도착 전 운전자의 운전형태를 변화시킬 수 있는 시간 확보
- 변화구간 : 변경된 경로는 도류화시설이나 포장, 노면표지로 명확하게 표시
- 완충구간 : 차량이 공사구간 앞에서 정지할 수 있는 공간 제공
- 공사구간 : 도류화시설이나 차단시설로 공사구간을 차단하여 차량이나 보행자 통행금지
- 종결구간 : 공사구간 하류부의 끝 지점에 “작업구간 끝”이라는 표지판 설치



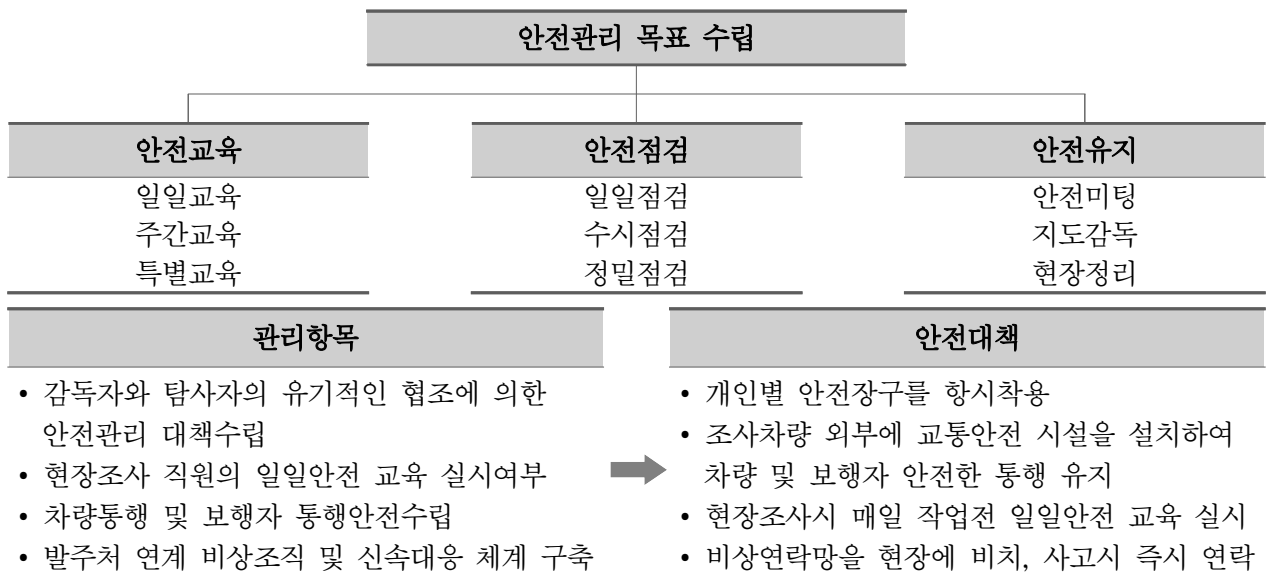
그림 3-29. 교통처리 모식도

3.3.3 안전관리 계획

도로법시행령 [시행 2023.10.19.], 제58조(도로의 점용허가에 따른 안전사고 방지대책 등) 및 제60조(굴착공사의 시행)등의 관계 법령에 따른 안전 계획을 수립하여 작업자 및 주변 차량 등의 안전을 확보하고 민원 발생의 사전 예방 계획 수립

(1) 안전관리 대책

- 안전팀의 독립체계 구성 ⇨ 안전교육, 점검 및 조치 담당자 선임하여 안전팀의 독립적인 사업수행 권한 부여
- 안전담당자에 의한 정기교육 ⇨ 일일교육(일과 시작 전), 주간교육(주 1회), 특별교육(안전 관리 미숙 인원 대상)
- 현장 안전관리 및 점검 ⇨ 안전담당자 현장 상주를 통한 안전관리 극대화, 미숙인원에 대한 조치 및 현장 위험성 사전 제거



(2) 사고대처 계획

표 3-12. 사고관리대처 계획

일정계획 수립	→ • 작업 일정에 대하여 발주처 및 유관기관과의 협의 • 작업시간대별 차량 통행량을 고려한 작업계획 수립 • 서울시 및 관할 경찰서의 업무협조 의뢰
안전교육 실시	→ • 작업 전 작업지역의 특성 및 특이사항 교육 • 작업 중 안전사고에 대한 응급처치 교육 • 안전사고 발생 시 비상 연락망 교육
안전장비 구비	→ • 작업지역에 대한 안전표지판 설치 • 밝은색의 통일된 작업복 착용으로 통행자의 주의력 유도 • 맨홀탐사 시 가스탐사기로 사전조사하여 폭발·질식사고 방지
응급처리대책	→ • 우발적 안전사고에 대비 작업지역의 의료기관을 사전 파악 • 사고발생시 신속한 대처로 인명피해를 최소화 • 비상대책 연락망 구축을 통한 신속한 상황조치

3.3.4 유관기관 협력

유관기관 관계자 임회하에 수행 예정인 조사 위치에 대해 이상 유무를 확인하고 긴급 및 응급상황 시 신속한 대처를 위해 사전에 유관기관을 파악하였다.

1) 지하매설물 담당기관

표 3-13. 지하매설물 담당기관 연락망

구 분	담당기관	대표전화
도시가스	• 서울도시가스 / 에스코 / 코원에너지서비스	1644-0001
상하수도	• 서울시 상수도사업본부	3146-1450~58
전력선	• 한국전력공사 서울지역본부	123 (KEPCO 서울지역)
통신관	• KT, SK 브로드밴드, LG 유플러스	-

2) 유관기관 연락망

표 3-14. 기관별 연락망



3.3.5 핸디형 GPR 탐사

분석된 공동의 정확한 천공위치를 파악하기 위해 핸디형 GPR 탐사를 실시하였다.

탐사장비는 GSSI사 장비로 중심주파수 350MHz 안테나를 적용하였으며, 공동의 규모 및 공동 주변 지하매설물의 분포와 심도를 상세히 파악하였다.

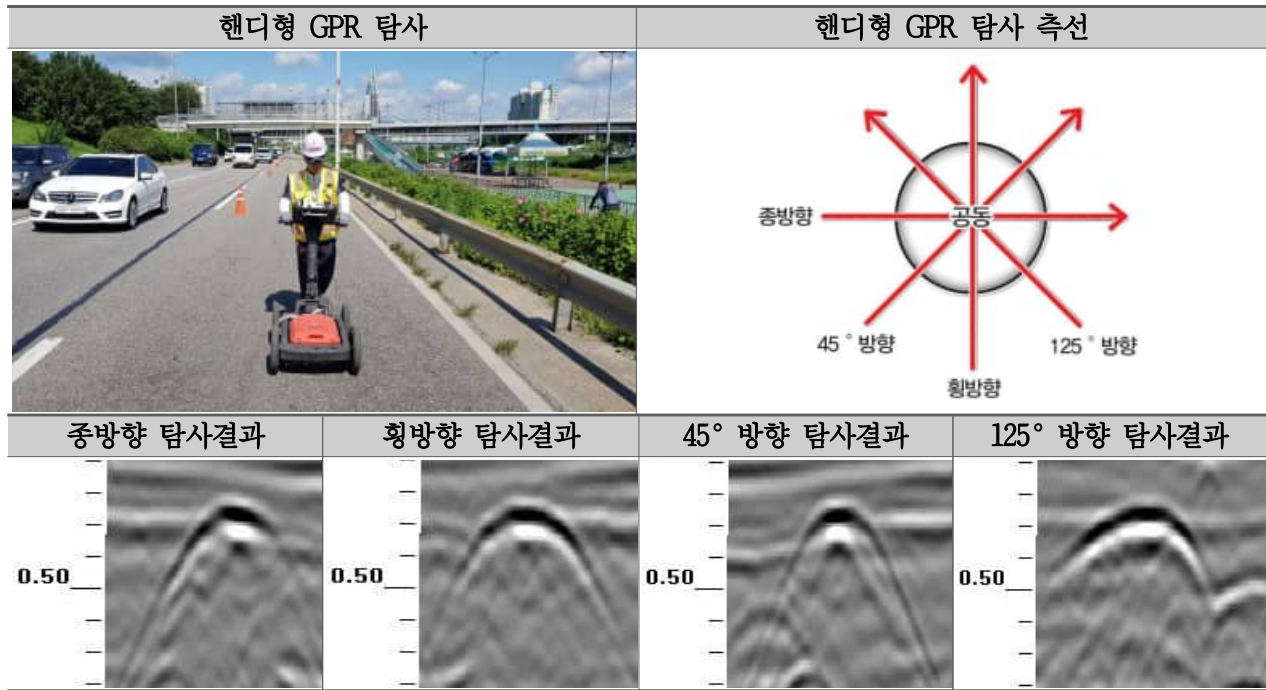


그림 3-30. 핸디형 GPR 탐사 방법 및 결과

3.3.6 천공조사

핸디형 GPR 장비를 통해 상세히 파악된 공동 위치에 천공조사를 실시하였다. 천공기는 직경 52mm의 포터블 천공기로 1m×1m의 협소한 공간에서도 천공조사가 가능하며 교통통제구간을 최소화 하여 교통흐름의 방해를 최소화 하였다.



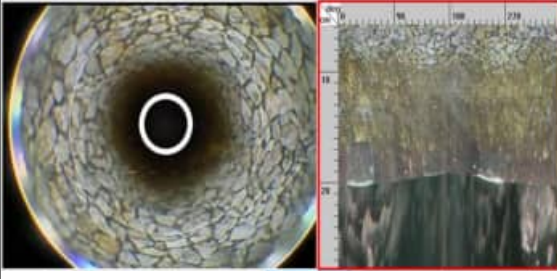
그림 3-31. 천공작업 전경

천공하여 확인된 공동은 채취된 시료로 상부 아스팔트 포장층과 토층 구간을 확인하고 줄자 등을 이용하여 심도 등의 공동의 상세 정보를 파악한 후 공동조사 대장에 기재하였다.

3.3.7 공내영상촬영

분석된 공동을 천공하여 확인되면 공내영상촬영장비를 이용하여 공내 360° 회전단면을 촬영하여 포장층의 두께, 토피, 바닥깊이 등을 확인하였다.

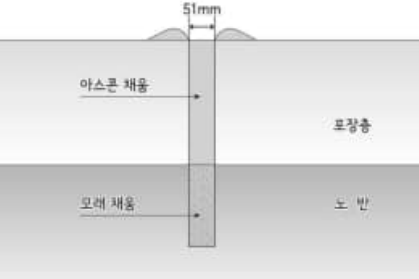
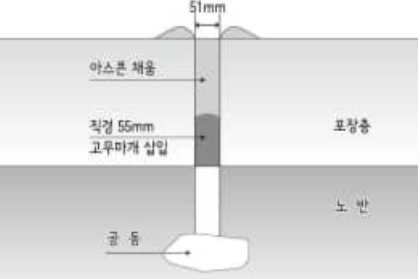
표 3-15. 공내영상촬영장비 상세정보

구 분		내 용	공내영상 촬영장비	
크 기	카메라	41 $\varnothing$ × 291mm		
	원치	300×215×315mm		
전 원	카메라	5V		
	원치	AC220V		
케이블		16m		

3.3.8 원상복구

공내영상촬영 후 다음 표와 같이 즉시 원상복구를 실시한다.

표 3-16. 원상복구 목적 및 방법

목적 및 주안점	공동 없을시	공동 발견시
- 지하수 오염방지 - 공내로 유입되는 지표오염원 차단 - 처리대책(지하수의 수질보전에 관한 규칙)준수		

공동 확인을 위해 천공한 홀은 물이 침투되지 않도록 고무마개와 상부 아스콘을 이용하여 원상복구를 하고 주변정리 후 교통을 개방하였다.

표 3-17. 원상복구 전경

복구전	복구중	복구후
		

3.4 공동조사서 작성

1차 탐사/분석 후 작성된 분석공동관리대장 및 분석공동조사서를 바탕으로 2차 조사에서 확인된 공동에 대한 공동관리대장 및 공동조사서를 규정된 작성방법에 의해 작성하고 공동관리를 위한 기초자료로 제공한다.

3.4.1 공동조사서 작성 방법

공동조사서는 1차 탐사에서 작성한 분석공동관리대장과 분석공동조사서를 기초로 2차 조사(천공, 공내영상촬영)를 시행하여 확인된 공동결과를 추가하여 작성하는 조사서이다.

공동조사서						국토부 공동번호	2024-42-007			
탐사 / 천공	탐사일 2024.05.13. / 천공일 2024.06.04.	위 치	위도	37.515481	공동 규모	토피(cm)	64	서울시 발견 공동 번호	2024-003-007	
지 번 주 소	서울시 송파구 방이동 89-2		경도	127.130455		도로종단 길이(cm)	130		등급	일반등급
도로명 주소	양재대로		차선	중앙선 기준 1차로		도로횡단 폭(cm)	130		분석 번호	SP01-10
탐 사 방 향	동향 (탄천교→토촌사거리)		지점	U턴표시 후방 11.17m		배닥 길이(cm)	202		공동 등급	일반등급
공동 위치도						공동 주변사진				
(상단) 탐사영상 평면 / (하단) 노면영상 						탐사영상 증단면 		탐사영상 횡단면 		공동확인 내시경 영상
								AC층 (29cm) 모래 자갈 (35cm) 공동내부 (138cm)		

그림 3-32. 공동조사서 작성

- ① 지번주소, 도로명주소, 도로방향과 차선, 공동의 위치를 알 수 있는 지점(예, 맨홀 후방 2.1m)과 위도와 경도의 좌표를 동시에 기재한다.
- ② 1차 탐사 분석한 이상신호의 파형 신호영상을 기재하며 공동의 규모인 도로종단 길이, 도로횡단상의 폭을 기재한다.
- ③ 2차 조사 천공결과로 확인된 공동규모(토피, 공동의 두께)를 기재하며 공동내부 현황을 알 수 있는 공내영상촬영을 통하여 공동 이미지(2차 조사 영상)를 기재 한다.
- ④ 사전 지하매설물 조사 및 2차 조사 시 확인 된 공동에 인접한 지하매설물을 공동 위치도에 표시 한다.
- ⑤ 공동규모에 따른 공동관리 등급을 선정한다.

3.5 공동등급 분류기준 및 복구기준

3.5.1 국내 공동등급 분류기준

(1) 서울시 공동등급 분류기준

표 3-18. 서울시 공동등급 분류기준 및 복구기준

등급	분류기준	복구기준
긴급	- A.C포장 두께 10cm 이내인 곳에서 발견한 공동 토피 20cm 이내인 공동 - 또는 포장 균열 깊이가 50% 이상 진행된 모든 공동(잔여 A.C포장 두께가 10cm 이내) * 잔여 A.C포장 두께 10cm 이내 : A.C포장 두께가 10cm이상이지만, 공동 토피가 10cm이내인 경우 포함	침하 가능조건이 충족된 공동, 조사중에 공동이 확인되면 즉시 복구(4시간 이내)가 필요
우선	- A.C포장 두께 10~20cm 이내인 곳에서 발견한 공동 중 공동 토피 20~30cm 이내인 공동 - 또는 공동 좁은 폭 150cm 이상인 모든 공동 - 또는 포장 균열 깊이가 10~50% 진행된 모든 공동(잔여 A.C포장 두께가 10~20cm 이내)	침하 가능조건을 만나는 경우(돌발강우 등) 침하되는 공동이며, 신속한 조치계획 수립과 복구가 필요
일반	긴급/우선/관찰 등급을 제외한 모든 공동	일정기간 공동이 추가 확대로 침하 가능 조건 충족 시 침하되는 공동이며, 우기철 이전까지 복구가 필요
관찰	- A.C포장 두께 30cm 이상인 공동 - 또는 공동 토피 40cm 이상인 공동 중에서 공동 평균 폭 80cm 미만인 공동	공동 상부 지반 두께가 튼튼하여 침하될 위험이 낮은 공동이지만 일정기간 관찰 후 반복탐사 시작년도의 우기 이전까지 복구가 필요

(2) 지하안전점검 표준매뉴얼 공동등급 분류기준

	 긴급등급 (즉시 복구)	 우선등급 (3개월 이내 복구)	 일반등급 (6개월 이내 복구)
공동등급	긴급등급	우선등급	일반등급
공동토피	30cm 미만	30cm 이상 50cm 미만	긴급/우선 등급을 제외한 모든 공동
내부높이	2.0m 이상	1.0m 이상 2.0m 미만	
면적	4.0㎡이상	1.0㎡ 이상 4.0㎡미만	
복구기간	즉시복구	3개월 이내	6개월 이내

그림 3-33. 지하안전점검 표준매뉴얼 공동등급 분류기준

3.5.2 발주기관 공동등급 분류기준

본 사업의 공동등급 분류기준은 “서울시 공동등급 분류기준(2016.11 기준)”을 적용하였다.

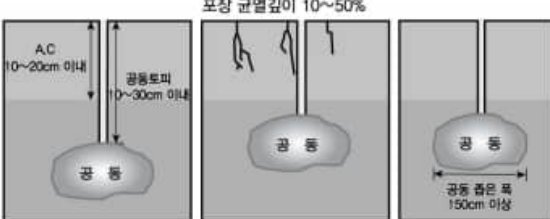
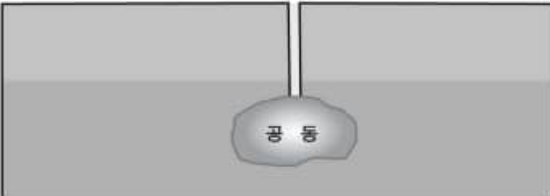
(1) 공동의 규모 기준

공동 규모 기준 모식도	공동	규격미달 공동
 아스팔트 보조기층 공동 면적 0.5m² 빈 공간 높이 0.2m 이상 평면상 좁은 폭 0.5m 이상	• 평면상 좁은 폭 0.5m 이상 • 공동 면적이 0.5m² 이상 • 빈 공간 높이 0.2m 이상	• 평면상 좁은 폭 0.5m 미만 • 공동 면적이 0.5m² 미만 • 빈 공간 높이 0.2m 미만

그림 3-34. 공동 규모 기준

(2) 공동의 관리등급

표 3-19. 등급별 모식도 및 분류기준

공동등급	모식도	분류기준
긴급복구	 A.C 10cm 이내 공동토피 20cm 이내 포장 균열깊이 50% 이상 공동	• A.C포장 두께 10cm 이내인 곳에서 발견한 공동 토피 20cm 이내인 공동 • 또는 포장 균열 깊이가 50% 이상 진행된 모든 공동(잔여 A.C포장 두께가 10cm 이내) * 잔여 A.C포장 두께 10cm 이내 : A.C포장 두께가 10cm이상이지만, 공동 토피가 10cm이내인 경우 포함
우선복구	 A.C 10~20cm 이내 공동토피 10~30cm 이내 포장 균열깊이 10~50% 공동 공동 좁은 폭 150cm 이상	• A.C포장 두께 10~20cm 이내인 곳에서 발견한 공동 중 공동 토피 20~30cm 이내인 공동 • 또는 공동 좁은 폭 150cm 이상인 모든 공동 • 또는 포장 균열 깊이가 10~50% 진행된 모든 공동(잔여 A.C포장 두께가 10~20cm 이내)
일반복구	 긴급/우선/관찰 등급을 제외한 모든 공동 공동	• 긴급/우선/관찰 등급을 제외한 모든 공동
관찰대상	 A.C포장 두께 30cm 이상 A.C 30cm 이상 공동토피 40cm 이상 공동 공동 평균폭 80cm 미만	• A.C포장 두께 30cm 이상인 공동 • 또는 공동 토피 40cm 이상인 공동 중에서 공동 평균 폭 80cm 미만인 공동

3.6 공동 신속복구

2차 조사 후 도로 침하 방지를 위해 즉시 공동 신속복구를 수행한다. 공동 신속복구 대상은 천공지점 기준 1.0m 이내에 하수관로나 맨홀이 없는 곳의 공동 및 공동두께 60cm 미만의 공동이다. 공동신속복구 대상은 천공 작업 전에 결정하여 재료 등을 사전 준비한다.

공동신속복구가 완료된 공동의 결과는 ‘공동조사 및 신속복구대장’ 및 ‘공동신속복구 결과 조사서’에 작성하여 제출한다.

step 1
공동 체적 파악
및
유동성 채움재
주입량 계산

1. 1.0m 이내 맨홀, 하수관로 분포여부 파악

2. 공동의 체적(가로X세로X높이) 파악

step 2
채움재 주입
및
주입 상황 관찰

1. 유동성 채움재 주입 상황 면밀히 관찰

2. 포장층 상단까지 유동성 채움재 주입

3. 포장층 복구

- 추정량의 2배를 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 경우는 주입을 중단 고무패킹과 상온아스콘으로 포장(천공홀)을 복구

step 3
공동신속복구
결과 조사서
작성(예시)

공동신속복구 결과 조사서				국토부 공동번호		2024-27-045	
탐사 / 천공	탐사일 2024.05.23. / 천공일 2024.06.10	위도	37.495494	공동 깊이(cm)	22	서울시	번호 2024-003-045
지 번 주 소	서울시 강남구 역삼동 826-23	경도	127.029499	도로종단 길이(cm)	80	발견	등급 일반등급
도로명 주소	강남대로	차선	중앙선 기준 5차로	도로종단 폭(cm)	80	분석	번호 GN07-09
탐 사 방 향	북향 (양재역교차로→신사역교차로)	지점	횡단보도 위	바닥 길이(cm)	45	공통	등급 일반등급

공동 위치도

공동 주변사진

«분석사의견/현장조사내용»

- 포장상태 : 균열 없음
- 토질 : 자갈섞인 모래
- 기타 :

«신속복구 결과»

- 주 입 량 : 0.000m³
- 특이사항 : 복구완료
- 기타 :

(상단) 탐사영상 평면 / (하단) 노면영상

탐사영상 중단면

탐사영상 횡단면

그림 3-35. 공동 신속복구 흐름도

- 52 -

3.6.1 공동 신속복구 시 주의사항

- 1) 유동성 채움재의 추정량을 주입하면서 공동 내부를 관찰하여 빈 공간이 채워지는 지를 면밀히 관찰한다.
- 2) 유동성 채움재가 차오르는 경우는 빈 공간을 채운 후 고무패킹과 상온아스콘으로 포장(천공홀)을 복구한다.
- 3) 추정량의 2배를 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 경우는 주입을 중단하고 고무패킹과 상온아스콘으로 포장(천공홀)을 복구한다.
- 4) 유동성 채움재의 강도는 재령 28일 기준 0.3~0.6MPa 정도의 강도가 발현되는 제품을 사용한다.
- 5) 공동 신속복구가 완료된 공동의 결과를 공동신속복구 결과 조사서로 작성 후 제출한다.

※ 채움재 추정량은 분석공동 조사서에 기재된 규모(가로×세로)와 천공 후 확인된 공동내부 높이로 산정

3.6.2 폐공처리 방법

공동 발견시(즉시복구)		
신속복구대상 공동 발견 시 공동 크기를 추정한 후 유동성 채움재를 주입하여 포장 복구	채움재가 차오르지 않는 경우 주입 중단 후 고무마개와 상부 아스콘을 이용하여 포장복구	
복구전	복구중	복구후

그림 3-36. 폐공처리 방법

3.6.3 유동성 채움재

(1) 유동성 채움재 개요

유동성 채움재(Chemi-FHL)은 특수바인더 및 산업부산물을 재활용한 필러로 구성되어 자기수평(Self-leveling)과 자기다짐성(Self-compacting)을 가진 재료로 초기에는 가소성 또는 높은 유동성을 가지며 타설 후 4시간 이내에 속경성을 발휘하여 후속 시공이 가능하며 재굴착이 용이하도록 장기강도 증진을 억제시킨 채움재이다.

유동성 채움재는 자기수평 및 다짐 능력을 가진 충전재로 동결융해, 표면 침식, 유해 화학물질의 침입을 방지하며 공동의 신속복구나 관거 주변의 지반 침하를 방지하는 채움재이다.

(2) 유동성 채움재 특성

유동성 채움재의 주요 특성 및 물리적 특성은 각각 다음 표와 같다.

표 3-20. 유동성 채움재 주요 특성

빠른 초기강도	장기강도 억제
- 재령 4시간 압축강도 0.15MPa이상 - 빠른 응결 및 초기강도 발현 - 후속 공정 진행 시기 당김 - 초기 침하 방지 및 시공품질 확보	- 재령 28일 압축강도 0.55MPa이하 - 장기강도 발현 억제 - 인전 지중선 작업 및 보수공사 등의 작업시 재굴착 용이
가소성(可塑性)	수중불분리성
- 정치시 100mm이하, 진동시 250mm - 외력 존재시 유체처럼 거동 - 외력 부재시 고체처럼 거동 - 지반균열 등에 의한 재료 유실 최소화	- 탁도 50NTU 이하 - 하수관 시공시 대부분 지하수 존재 - 지하수 회석으로 인한 시공품질 저하방지 효과

표 3-21. 유동성 채움재 물리적 특성

압축강도	가소성	수중불분리																																													
Compressive strength (MPa) vs W/M(%) <table><thead><tr><th>W/M(%)</th><th>4hr (MPa)</th><th>7day (MPa)</th><th>28day (MPa)</th></tr></thead><tbody><tr><td>80</td><td>0.20</td><td>0.22</td><td>0.28</td></tr><tr><td>90</td><td>0.20</td><td>0.22</td><td>0.28</td></tr><tr><td>100</td><td>0.20</td><td>0.23</td><td>0.25</td></tr><tr><td>110</td><td>0.18</td><td>0.22</td><td>0.20</td></tr></tbody></table>	W/M(%)	4hr (MPa)	7day (MPa)	28day (MPa)	80	0.20	0.22	0.28	90	0.20	0.22	0.28	100	0.20	0.23	0.25	110	0.18	0.22	0.20	Total Flow (mm) vs W/M(%) <table><thead><tr><th>W/M(%)</th><th>Steady (mm)</th><th>Vibrated (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>80</td><td>100</td><td>220</td></tr><tr><td>90</td><td>100</td><td>240</td></tr><tr><td>100</td><td>100</td><td>250</td></tr><tr><td>110</td><td>100</td><td>250</td></tr></tbody></table>	W/M(%)	Steady (mm)	Vibrated (mm)	80	100	220	90	100	240	100	100	250	110	100	250	Turbidity (NTU) vs W/M(%) <table><thead><tr><th>W/M(%)</th><th>탁도 (NTU)</th></tr></thead><tbody><tr><td>80</td><td>13</td></tr><tr><td>90</td><td>14</td></tr><tr><td>100</td><td>14</td></tr><tr><td>110</td><td>24</td></tr></tbody></table>	W/M(%)	탁도 (NTU)	80	13	90	14	100	14	110	24
W/M(%)	4hr (MPa)	7day (MPa)	28day (MPa)																																												
80	0.20	0.22	0.28																																												
90	0.20	0.22	0.28																																												
100	0.20	0.23	0.25																																												
110	0.18	0.22	0.20																																												
W/M(%)	Steady (mm)	Vibrated (mm)																																													
80	100	220																																													
90	100	240																																													
100	100	250																																													
110	100	250																																													
W/M(%)	탁도 (NTU)																																														
80	13																																														
90	14																																														
100	14																																														
110	24																																														
- 초기강도 발현 빠름 - 장기강도 발현 억제	- 정치시 100mm - 진동시 250mm	탁도 13~24NTU																																													

(3) 유동성 채움재 선정

채움재의 강도는 재령 28일 기준 0.3~0.6MPa 정도의 강도가 발현되는 제품을 고려한다. 금회 공동조사용역에서 채움재로 사용된 “Chemi-FHL 속경형 고유동 채움재”의 압축강도는 재령 28일 기준 0.6MPa로 기준에 부합한다.

표 3-22. 채움재 시험 성적 결과표

채움재 시험 성적 결과					
연번	시험종목		단위	시험방법	시험결과
1	압축강도	4시간	MPa	ASTM C109/109M-21	0.2
		1일			0.4
		28일			0.6
2	유동성		mm	ASTM D6103/D6103M-17	850
3	블리딩율		%	ASTM C940-22	0
6가크롬 시험 성적 결과					
연번	항목		시험결과		
1	6가크롬		불검출		
용출시험 성적 결과					
연번	항목	시험결과 표시한계	관련기준	시험결과	
1	납	0.040	3	불검출	
2	구리	0.006	3	불검출	
3	비소	0.050	1.5	불검출	
4	수은	0.0005	0.005	불검출	
5	카드뮴	0.004	0.3	불검출	
6	시아나화합물	0.01	1	불검출	
7	유기인화합물	0.0005	1	불검출	
8	크롬	0.007	-	0.259	
9	테트라클로로에틸렌	0.002	0.1	불검출	
10	트리클로로에틸렌	0.008	0.3	불검출	
폴리클로리네이트드비페닐(용출) 시험 성적 결과					
연번	항목	시험결과 표시한계	관련기준	시험결과	
1	폴리클로리네이트드비페닐	0.040	3	불검출	
채움재 시험 성적서		6가크롬 시험 성적서		중금속용출 성적서	
					

그림 3-38. 채움재 시험 성적서

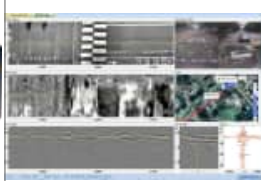
4. 투입장비

4.1 1차 탐사 투입장비

4.1.1 차량형 GPR 탐사장비 H/W

1차 탐사 장비는 도로하부의 일정폭에 대해 연속적으로 탐사할 수 있는 차량형 GPR 탐사장비에 GPS와 노면영상 시스템으로 탐사위치의 정확성 확보하고, 4대의 카메라로 차량 주변을 실시간으로 녹화하여 상황과악을 가능토록 하였다. 현장여건 및 공정에 맞춰 2~4대의 장비를 운영하였다.

표 3-23. 1차 탐사 장비(차량형 GPR 탐사)

주관사			
차량형 GPR 시스템		위치정보 측정시스템	거리측정 시스템
			
		노면영상 카메라	노면영상 시스템
			
공동수행사			
차량형 GPR 시스템		위치정보 측정시스템	거리측정 시스템
			
		노면영상 카메라	노면영상 시스템
			
차량형 GPR 탐사장비 공통 구성			
① 탐사차량-이베코 데일리/현대 마이티		⑤ 거리측정장치	
② 3D GPR-400MHz, 24ch/20ch		⑥ 측정 및 저장-컴퓨터	
③ 노면영상시스템		⑦ 경광등 및 안전장치	
④ 위치정보 측정시스템(GPS)		⑧ 어라운드 뷰 등 각종 카메라 및 모니터	

1차 탐사장비는 차량형 GPR장비를 채택하였으며, 거리측정시스템을 통한 탐사거리의 정확성을 향상하였다. 또한 GPS를 장착하여 오차범위 $\pm$ 수cm의 위치정보를 제공하고, 추가적으로 4채널 카메라와 노면 카메라를 장착하였다.

(1) 사업수행 적용 안테나

표 3-24. 주관사 사업수행 적용 안테나

구분	1.3GHz Antenna	400MHz Antenna	200MHz Antenna
이미지			
사이즈	9 × 8 × 12cm	16.5 × 15.5 × 23cm	26 × 24 × 46cm
무게	1.5kg	2.1kg	4.2kg
탐사심도	~1.0m	1.0 ~ 2.0m	0.5 ~ 3.0m
비고	-	적용	-

표 3-25. 주관사 안테나 상세정보

구 분		내 용	장비 사진
MALA MIRA system	제조사	MALA (Sweden)	
	중심주파수	400 MHz	
	채널수	24 ch / 20ch	
	최적 측정속도	20km/h	
	탐사 심도	1.0~2.0 m	
	주요 특징	• 효율적이고 상세한 대규모 3D매핑 • 사용용도에 적합한 안테나 선택 가능 • 일 작업량 = 20km 내외 • 사용자 요구에 따라 채널 수 조정가능 • RTK GPS 또는 각종 측량기기와 호환	

표 3-26. 공동수행사 사업수행 적용 안테나

구분	3D-Radar 20 channel Antenna	MALA 400MHz Antenna
이미지		
사이즈	1.8 × 0.8 × 0.15m	16.5 × 15.5 × 23cm
무게	38kg	2.1kg
탐사심도	0.1 ~ 2.5m	1.0 ~ 1.8m

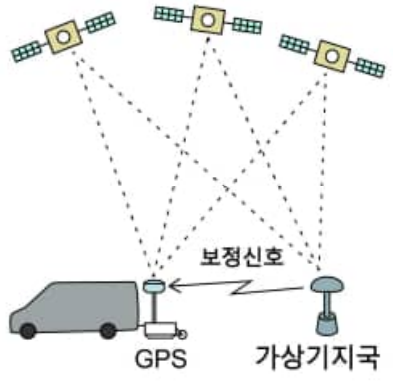
표 3-27. 공동수행사 안테나 상세정보

구 분		내 용	장비 사진
3D RADAR System	제조사	3D-Radar (Norway)	
	주파수	Step Frequency 200-3000 MHz	
	채널수	20 ch	
	최적 측정속도	15km/h	
	탐사 심도	0.1 ~ 2.5 m	
	주요 특징	• 효율적이고 상세한 대규모 3D매핑 • 사용용도에 적합한 주파수 선택 가능 • 일 작업량 = 15km 내외 • 가변주파수를 활용해 고해상도 자료 획득 • 각종 측량기기와 호환	
MALA Mira System	제조사	MALA (Sweden)	
	중심주파수	400 MHz	
	채널수	24 ch	
	최적 측정속도	20km/h	
	탐사 심도	0.1~1.8 m	
	주요 특징	• 효율적이고 상세한 대규모 3D매핑 • 일 작업량 = 20km 내외 • 사용자 요구에 따라 채널 수 조정가능 • RTK GPS 또는 각종 측량기기와 호환	

(2) 위치정보 시스템(GPS)

무선통신망과 GPS수신기로 구성된 1인 측량시스템인 Network-RTK 시스템은 3점 이상의 상시관측소에서 관측되는 위치 오차량을 보간하고, 이를 이동국 GPS로 송신하여 관측값을 보정함으로써 1대의 수신기만으로 고정밀 RTK 측량을 수행하는 방식이며, 탐사위치의 정확도를 높이고자 VRS GPS를 함께 활용하였다. VRS GPS는 네트워크를 통한 가상기준국의 위치를 수신하여 실시간으로 위치를 파악하여 cm급 정밀도의 좌표값을 구할 수 있는 시스템이다.

표 3-28. VRS RTX 기본원리

구분	내 용	VRS RTX 모식도
기본 원리	- 가상기준점(VRS)과 이동국과의 RTK를 통하여 위치를 결정 - 국토지리정보원에서 44개의 상시관측소 운용중 - 공공측량, 공사 측량 등 다양한 분야로 그 활용	
특 정	- 단일 기준국보다 넓은 범위를 보임 - 전 지역에 대한 높은 정확도와 신뢰도 획득 가능 - 기준국 범위의 평균 30%이상 커버 가능	

전국 50개 상시관측소, DGPS 기준국을 실시간 연결하여 GPS데이터를 수집, 분석하여 사용자 주변에 가상 기준국을 만들어 사용자에게 필요한 GPS 보정정보를 제공하는 시스템으로 탐사위치의 정밀도가 매우 높은 GPS를 적용하였다.

표 3-29. GPS 상세정보

구분	내 용		사 진
	주관사	공동수행사	
제조사	SOKKIA (Japan)	NovAtel (Canada)	 
모델명	GRX2	VEXXIS GNSS-502	
수신 신호	GPS, GLONASS, SBAS (26채널)		
RTK 정확도	수평정밀도 : 10mm + 1ppm		
	수직정밀도 : 15mm + 1ppm		
특징	- 수신기, 안테나, 라디오 모듈 탑재 - 마그네슘 합금 본체 내 블루투스 모듈 내장 - UHF + Cellular + Bluetooth 일체형	- GNSS 모듈탑재 - 두 개의 안테나를 사용하여 정밀한 GNSS Heading 정보 제공	

(3) 노면영상 시스템

노면 영상시스템은 4채널의 비디오시스템을 이용하여 현장상황 실시간 모니터링 및 고해상도의 영상을 기록하여 노면의 상태 및 이상 징후 등을 파악할 수 있도록 하였다.

표 3-30. 주관사 노면영상 시스템 상세정보

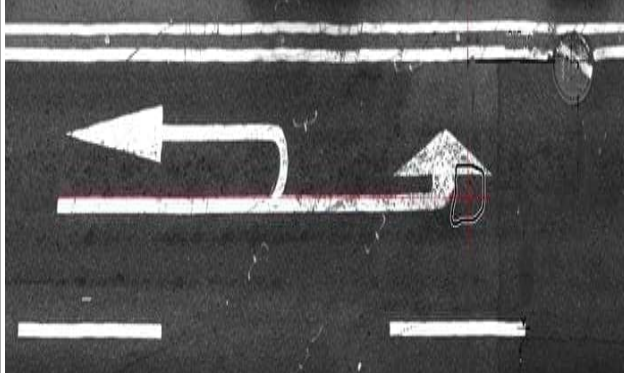
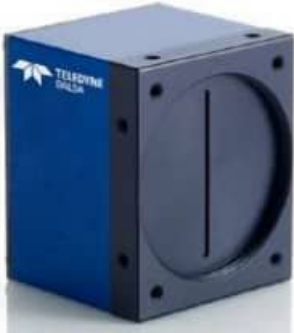
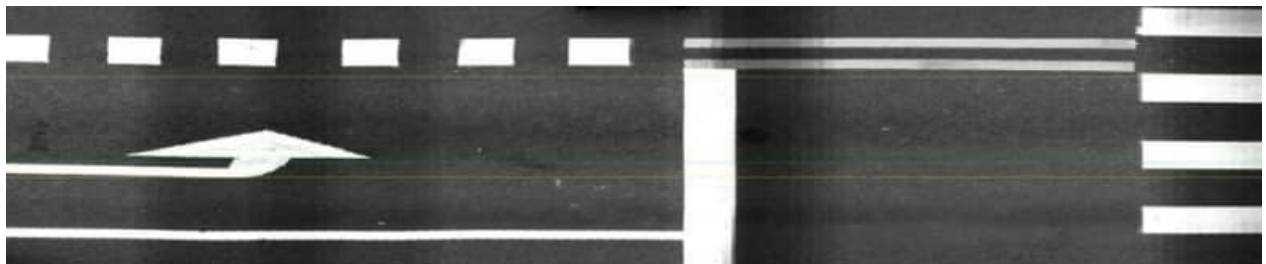
구분	내 용	사 진	
Model	Sinkhole Finder		
FOV	4.5×0.1m		
Resolution	1,280×960 (1.2 MP)		
Frame Rate	60 fps		
Software	GPRIS MultiGPR		
노면카메라		산업용 PC	
Model	DFK 23GM021	Model	GigE vision
Resolution	1,280×960 (1.2 MP) RGB32	CPU	Intel core i7 3610
	H: 3.75 μm, V: 3.75 μm	Camera Interface	4CH GigE
			
			
탐사 현장상황 실시간 모니터링 및 고해상도 영상 기록		노면영상을 기록하여 노면의 상태 및 이상 징후 등 파악	

표 3-31. 공동수행사 노면영상 시스템 상세정보

구분	내 용	사 진	
Model	DFK 23GM021		
Resolution	4096×4096		
pixel size	14 μm		
Dynamic range	63 dB		
Software	HYDRA		
노면카메라		전방 및 측면 카메라	
Model	DFK 23GM021	Model	MV-CA003-30-GM
Resolution	4096×4096	Resolution	720×480
pixel size	14 μm	pixel size	6 μm
Dynamic range	63 dB	Dynamic range	>52 dB
			



- 탐사 현장상황 실시간 모니터링 및 고해상도 영상 기록

4.1.2 차량형 GPR 탐사장비 S/W

자료 취득은 주관사는 GPR 데이터 취득 프로그램인 MIRAsoft와 노면영상 및 주변영상 취득 프로그램인 Sinkhole Finder로 구성되어있으며, 공동수행사는 GPR 데이터 취득 프로그램인 3D-Radar GeoScope Control와 노면영상 및 주변영상 취득 프로그램인 HYDRA로 구성되어있다. 자료처리시 하나로 합쳐 이상대 위치를 탐지할 수 있다.

표 3-32. 3D GPR 데이터 취득 프로그램

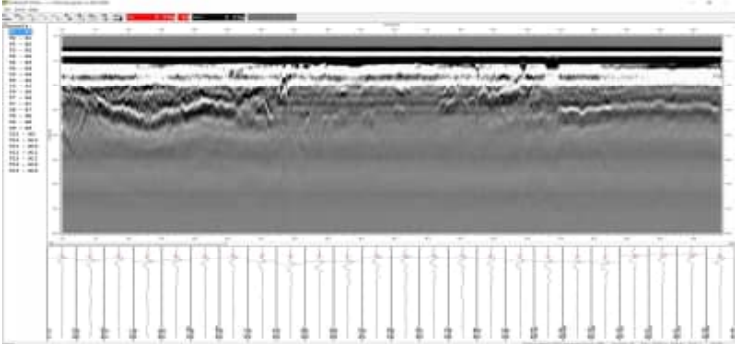
MIRASoft(주관사)	3D-Radar GeoScope Control(공동수행사)
	
• 화면상 GPR의 한 채널에 대한 단면을 실시간으로 확인 가능 • 쉬운 인터페이스, 파일관리, 출력 및 단축키를 통한 쉬운 조작이 가능 • 필터의 적용은 측정 중 및 측정 완료 후 모두 가능	

표 3-33. 노면 및 주변영상 취득 프로그램

SinkholeFinder(주관사)	HYDRA(공동수행사)
	
• 탐사 시 주변영상 및 노면영상 기록 프로그램 (GPS 및 DMI와 연동) • 탐사 시 위성지도와 연동하여 실시간 위치 및 경로 파악 가능 • GPR 데이터에서 파악한 이상위치를 노면영상과 일치시켜 공동위치파악 및 공동조사서 자동 작성	

주관사의 공동 분석은 Sinkhole Finder와 MALA 범용 해석 프로그램인 rSlicer로 구성되어있으며, 공동수행사의 공동 분석은 3D-Radar의 범용 해석 프로그램인 3D Examiner와 본사에서 개발한 AI를 활용한 아스팔트 도로포장 위해요소 통합 자동분석기술(건설신기술 제918호)의 iCavity_PrO로 구성되어있다. GPR 데이터와 주변영상 및 노면영상을 위치동기화 하여 실시간으로 분석이 가능하며, 평면, 종단면, 횡단면을 동시에 띄워 비교분석이 가능하여 정확한 공동 분석이 가능하다.

표 3-34. 공동분석 전용프로그램(SinkholeFinder)



표 3-35. MALA 범용 해석프로그램(rSlicer)

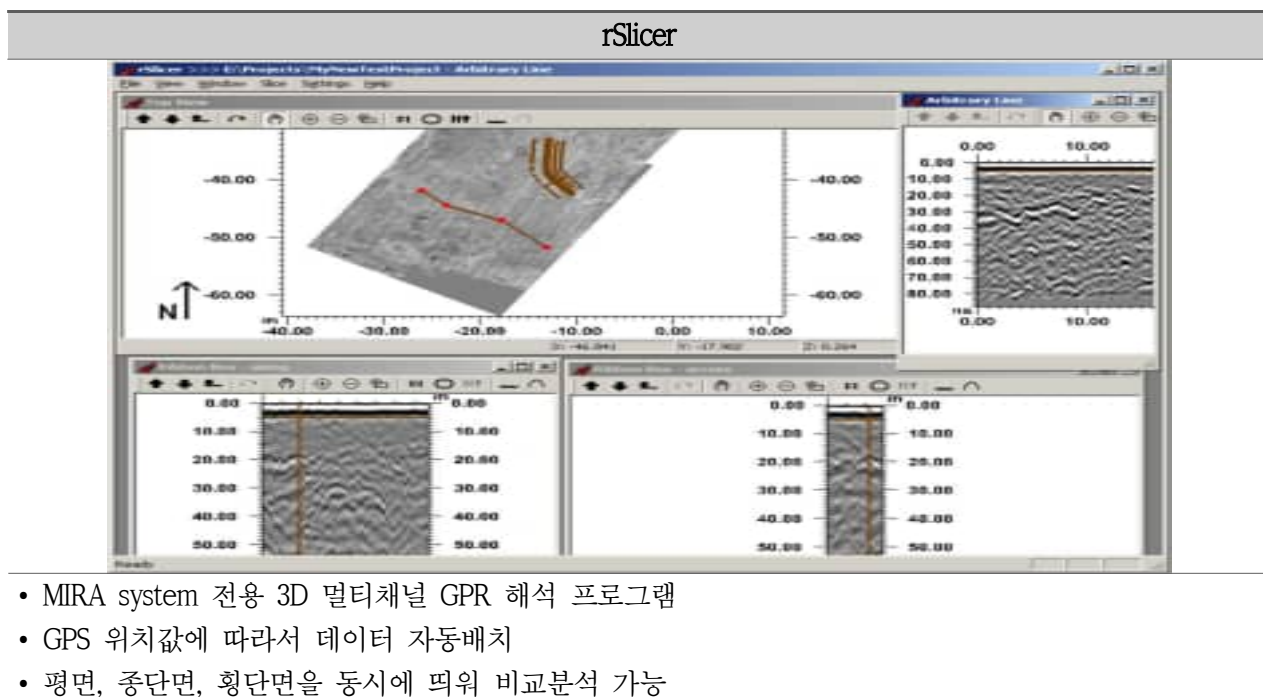
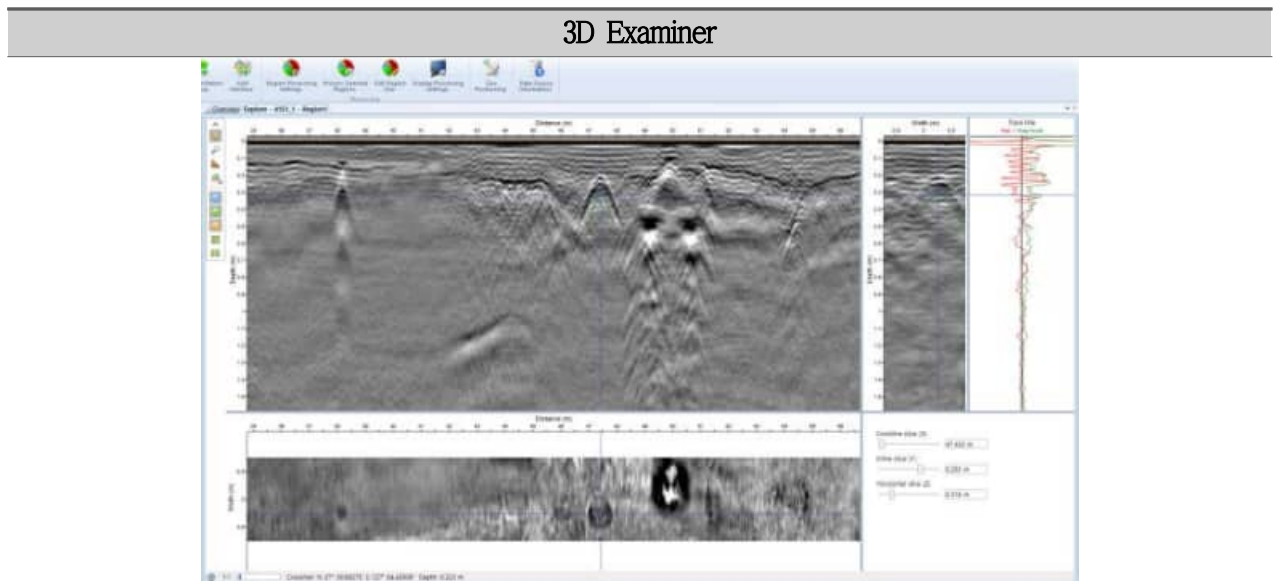
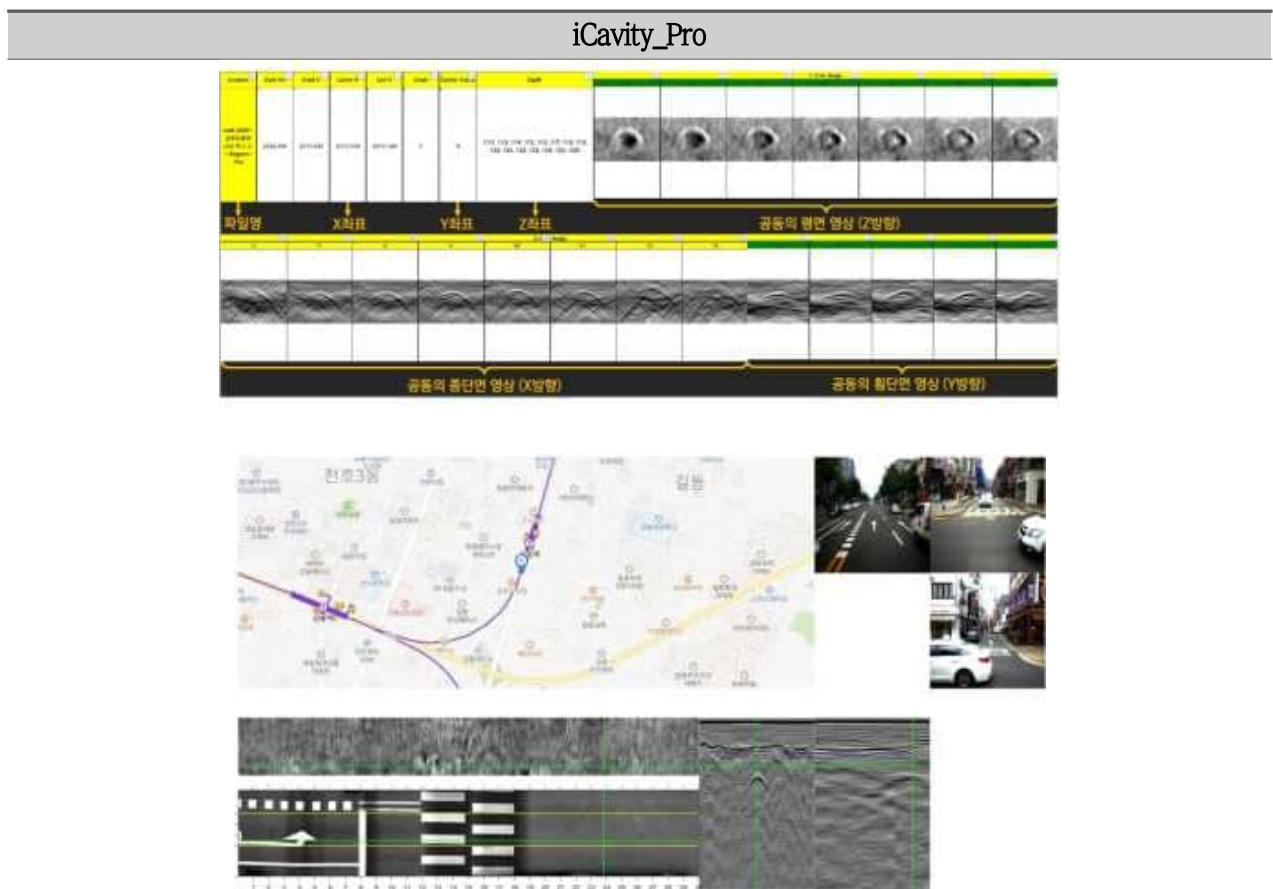


표 3-36. 3D-Radar 범용 해석프로그램(3D Examiner)



- 3D-Radar전용 3D 멀티채널 GPR 해석 프로그램
- GPS 위치값에 따라서 데이터 자동배치
- 평면, 종단면, 횡단면을 동시에 띄워 비교분석 가능

표 3-37. 아스팔트 도로포장 위해요소 통합 자동분석기술(iCavity_Pro)



- 도로 공동분석 AI 기반 소프트웨어
- GPR 데이터의 공동, 지하매설물 자동 분석 및 노면영상 및 주변영상 동기화를 통한 자동 공동조사서 작성

4.2 2차 조사 투입장비

4.2.1 핸디형 GPR 탐사장비

(1) 핸디형 GPR 탐사장비 H/W

핸디형 GPR 탐사 장비는 GSSI사 중심주파수 350MHz 안테나를 사용하였다.

표 3-38. 핸디형 GPR 탐사 장비 제원

구분	내 용	사 진
모 델 명	UtilityScan HS	
제 작 사	GSSI(미국)	
장비구성	sir4000, 인코더, 내장 GPS	
안테나	임펄스 방식, Ground coupled 안테나 350MHz HyperStacking 안테나	
가탐심도	1~5m(최대 약 10m)	

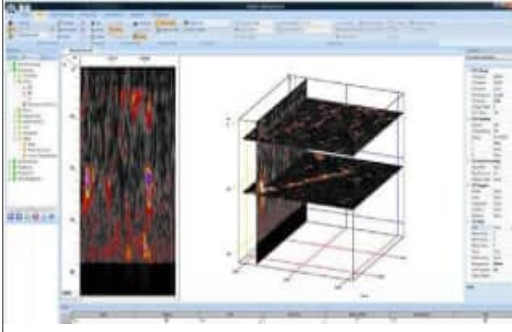
(2) 핸디형 GPR 탐사장비 S/W

취득 프로그램은 SIR4000으로 단일채널 자료취득 시스템이며, 자료처리 프로그램은 RADAN으로 다양한 형식의 데이터를 통합-표준 포맷을 지원하는 프로그램으로 각종 필터 및 여러 가지 기능들을 포함하고 있다.

표 3-39. 자료취득 프로그램(SIR4000) 상세정보

SIR4000 상세정보	사 진
• GSSI UtilityScan HS를 위한 자료취득 프로그램 • 단일채널 및 멀티채널 자료취득 시스템 제공 • 간단한 인터페이스, 파일관리 인쇄 및 기타주요기능 제공 • 취득 후 필터링 후처리 수행 가능 • 플러그 앤 플레이 GPS • 최대 800KHz 전송속도 • 최대 20,000 ns time range • 32bit 데이터 포맷 및 고해상도 10.4인치 LED display	

표 3-40. 자료처리 프로그램(RADAN) 상세정보

RADAN 상세정보	사 진
• 다양한 형식의 데이터를 통합-표준포맷 지원 • 3D 모듈을 이용한 3D 맵핑 • StructureScan / RoadScan / BridgeScan 모듈 탑재 • 핸디형 GPR 데이터로부터 멀티채널 데이터 모델링 가능 • GPS, Goggle Earth 적용	

4.2.2 천공기 및 이수회수 시스템

2차 조사의 핸디형 GPR 탐사에서 파악된 분석공동의 공동 존재 유무 확인 및 특성을 파악하기 위하여 외경 52mm, 심도 1.5m 이상 확인이 가능한 HILT사의 포터블 천공기를 사용하며, 도로노면의 오염을 방지하기 위하여 고압 청소기를 사용 하였다.

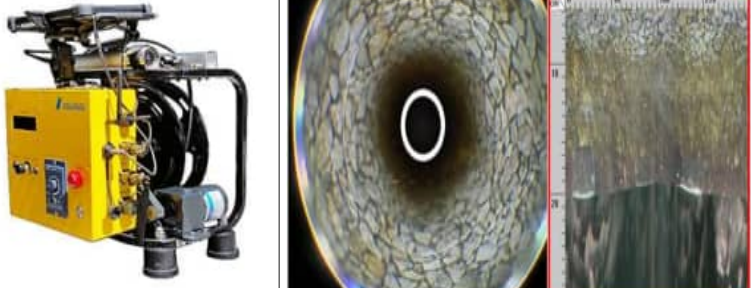
표 3-41. 천공기 및 이수회수 시스템 주요제원

구분	내 용	포터블 천공기 및 이수회수시스템
천공직경	직경 52mm	
최대 굴진깊이	약 1.5m	
회전속도	286~667rpm	
주요특징	•천공 시 발생하는 이수를 즉시 회수 •도로 오염 방지 가능	

4.2.3 공내영상 촬영기

확인된 공동은 공내영상 촬영을 실시하여 공동의 심도·규모·형태를 파악에 사용하였다.

표 3-42. 공내영상 촬영기 주요제원

구 분	내 용	공내영상 촬영장비
크 기	카메라 41Ø × 291mm	
	원치 300 × 215 × 315mm	
전 원	카메라 5V	
	원치 AC220V	
케이블	16m	

제 4 장 공동조사 결과

1. 공동조사 결과 요약
2. 사전조사
3. 공동조사 결과
4. 공동 신속복구 결과
5. 종합결과

제 4 장 공동조사 결과

1. 공동조사 결과 요약

- ① 1차 탐사 : 도로연장 285.6km, 조사연장 1,930.6km(24개 자치구, 총 94개 노선)
- ② 데이터 분석 : 분석연장 1,930.6km
- ③ 2차 조사 및 확인 : 공동 329개소(km당 0.17개소), 규격미달 공동¹⁾ 85개소
- ④ 공동신속복구 : 285개소 채움재 주입 실시(완료 247개소, 중단²⁾ 38개소), 복구제외³⁾ 44개소

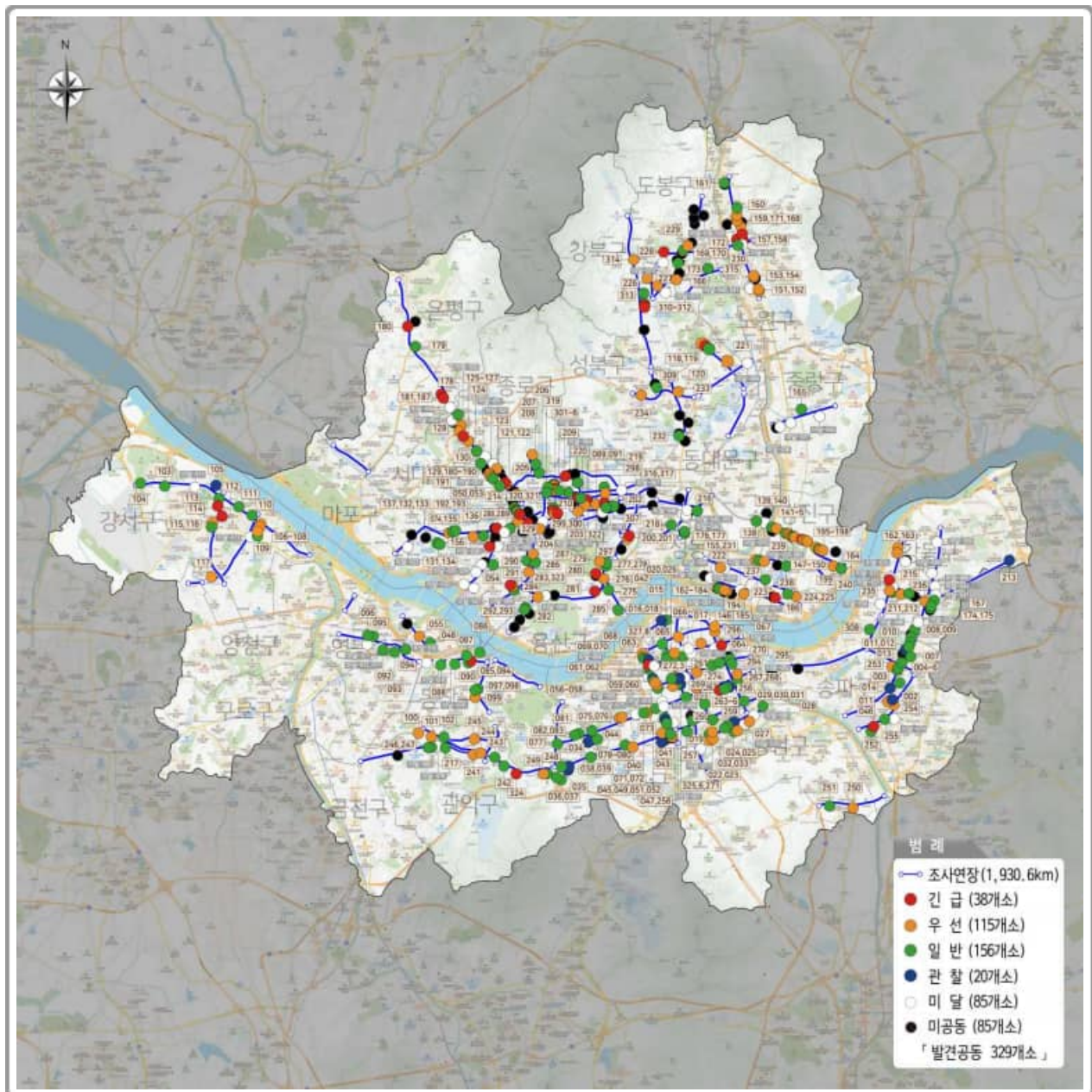


그림 4-1. 공동조사 결과

¹⁾ 규격미달 공동 : 두께 20cm미만의 공동

²⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

³⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

표 4-1. 공동조사 결과 요약(1/3)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
					계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
합계			285.6	1,930.6	499	329	85	85	285	247	38	44
종로구	23 C1 27 2707 2115 50 51 22	갈현~적선선 도심순환도로 장지~가회선 필동~와룡선 봉래~관훈선 서린~상일선 온수~망우선 신림~진관내선	22.5	114.4	28	19	4	5	18	17	1	1
중구	21 2115 C1 24 49 2707 2709 29 48 4905 50	시흥~중림선 봉래~관훈선 도심순환도로 봉래~세종로선 신월~신당선 필동~와룡선 저동~을지로선 양재~혜화선 을지~둔촌선 노고산~창신선 서린~상일선	28.3	156.3	38	21	3	14	19	14	5	2
용산구	4905 21 22 27	노고산~창신선 시흥~중림선 신림~진관내선 장지~가회선	15.3	118.6	25	18	2	5	15	15	-	3
성동구	3111 30 3009 3003 31	성수~자양선 내곡~월곡선 금호~행당선 홍인~면목선 장지~성수선	11.0	57.5	23	10	8	5	9	7	2	1
광진구	3111 48 50 31	성수~자양선 을지~둔촌선 서린~상일선 장지~성수선	11.0	78.7	38	28	5	5	24	22	2	4
동대문구	5117	회기~번동선	2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-
중랑구	51	온수~망우선	2.6	19.7	5	1	3	1	1	1	-	-

표 4-2. 공동조사 결과 요약(2/3)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
					계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
성북구	30 4901 52 2803 5117	내곡~월곡선 동교~월곡선 신설~공릉선 돈암~창동선 회기~변동선	11.1	74.0	14	8	1	5	7	5	2	1
강북구	2803 2813 28	돈암~창동선 수유~상계7선 필동~도봉선	8.3	41.8	9	7	1	1	5	5	-	2
도봉구	2811 28 2813	수유~상계선 필동~도봉선 수유~상계7선	7.9	55.6	17	7	1	9	7	7	-	-
노원구	32 2813	세곡~상계선 수유~상계7선	6.2	41.2	23	13	5	5	12	12	-	1
은평구	53 22	가양~현저선 신림~진관내선	8.3	60.5	6	4	1	1	3	2	1	1
서대문구	22 49 C1	신림~진관내선 신월~신당선 도심순환도로	10.9	55.5	31	20	4	7	19	18	1	1
마포구	49 51	신월~신당선 온수~망우선	8.0	50.5	20	6	8	6	5	5	-	1
양천구	4207	신월~가양선	0.7	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-
강서구	4201 4207 5103	방화~염창선 신월~가양선 고척~가양선	14.6	97.9	17	15	2	-	12	11	1	3
금천구	42	방화~사가정선	0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-
영등포구	4213 49 2113	신월~노량진선 신월~신당선 의사당선	5.9	43.5	11	7	3	1	6	4	2	1
동작구	45 4213 22 25 42	과해~삼성선 신월~노량진선 신림~진관내선 사당~서빙고선 방화~사가정선	9.6	59.7	16	11	3	2	9	6	3	2

표 4-3. 공동조사 결과 요약(3/3)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
					계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
관악구	22	신림~진관내선	12.8	102.1	15	12	2	1	9	9	-	3
	42	방화~사가정선										
	43	신정~봉천선										
	4303	신림~봉천선										
서초구	4227	방배~잠실선	17.0	100.5	31	25	4	2	24	19	5	1
	44	사당~암사선										
	27	장지~가회선										
	25	사당~서빙고선										
	29	양재~혜화선										
강남구	2701	신사~청담선	42.1	333.2	81	65	13	3	56	45	11	9
	4501	이수~청담선										
	45	과해~삼성선										
	44	사당~암사선										
	4227	방배~잠실선										
	42	방화~사가정선										
	27	장지~가회선(1)										
	30	내곡~월곡선										
	4231	서초~개포선										
송파구	42	방화~사가정선	16.2	148.1	25	20	1	4	14	14	-	6
	44	사당~암사선										
	4237	방이~마천선										
	4101	수서~오금선										
강동구	44	사당~암사선	12.8	105.6	26	12	11	3	11	9	2	1
	42	방화~사가정선										
	50	서린~상일선										

¹⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

²⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

2. 사전조사

2.1 사업노선 현황 검토

2.1.1 사업노선 현황

지반침하 특별점검 공동조사용역의 최종 사업노선은 24개 자치구의 총 94개 노선, 도로연장 285.6km, 조사연장은 1,930.6km이다.

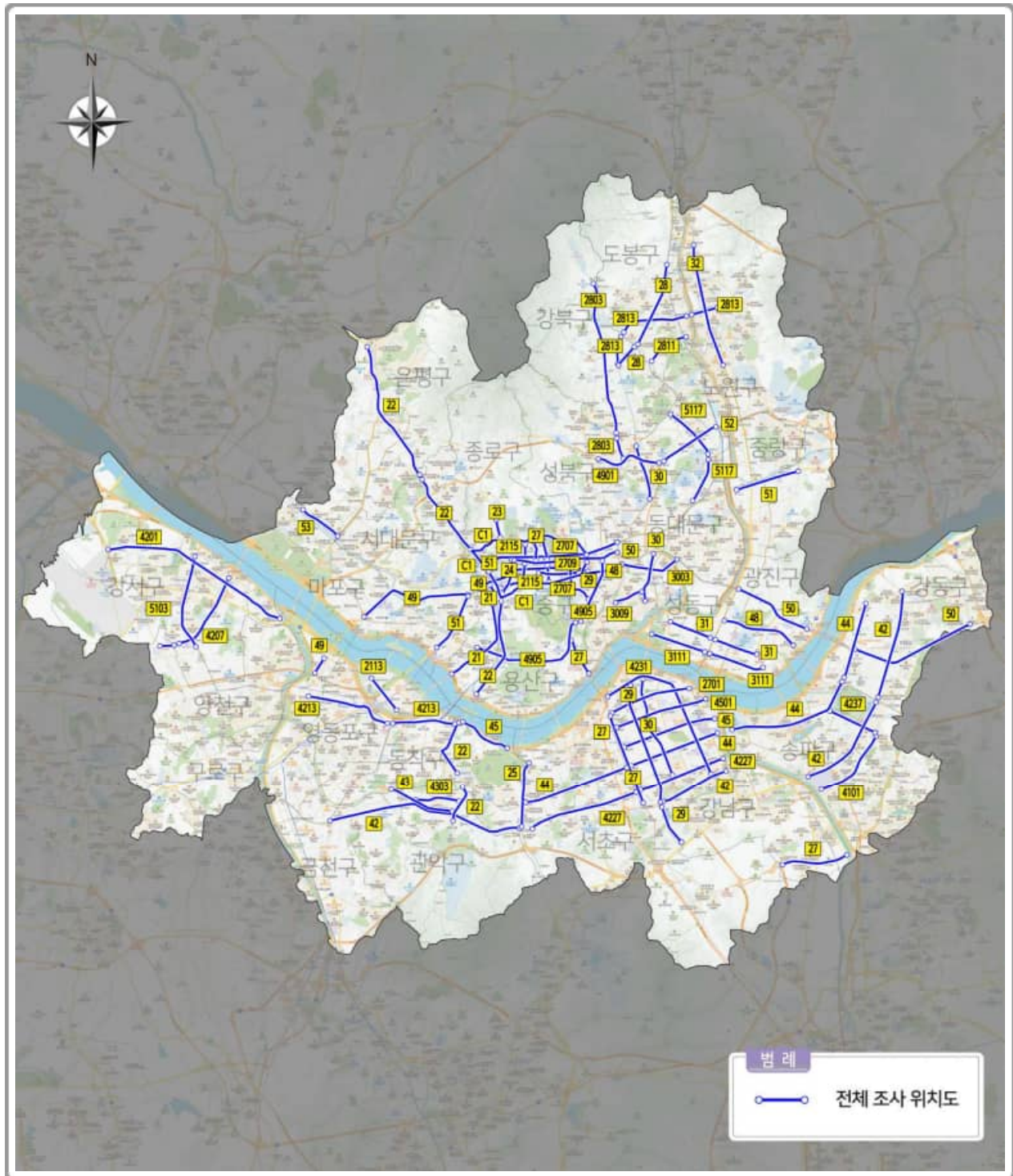


그림 4-2. 전체 조사 위치도

표 4-4. 자치구별 조사수량(1/2)

구분	자치구	조사노선 (개소)	[노선코드]노선명	도로연장 (km)	차로 수	조사연장 (km)
1	종로구	8	[23]갈현~적선선, [C1]도심순환도로, [27]장지~가회선, [2707]필동~와룡선, [2115]봉래~관훈선, [50]서린~상일선, [51]온수~망우선, [22]신림~진관내선	22.5	1~9	114.4
2	중구	11	[21]시흥~중림선, [2115]봉래~관훈선, [C1]도심순환도로, [24]봉래~세종로선, [49]신월~신당선, [2707]필동~와룡선, [2709]저동~을지로선, [29]양재~혜화선, [48]을지~둔촌선, [4905]노고산~창신선, [50]서린~상일선	28.3	1~10	156.3
3	용산구	4	[4905]노고산~창신선, [21]시흥~중림선, [22]신림~진관내선, [27]장지~가회선	15.3	4~10	118.6
4	성동구	5	[3111]성수~자양선, [30]내곡~월곡선, [3009]금호~행당선, [3003]홍인~면목선, [31]장지~성수선	11.0	2~6	57.5
5	광진구	4	[3111]성수~자양선, [48]을지~둔촌선, [50]서린~상일선, [31]장지~성수선	11.0	4~10	78.7
6	동대문구	1	[5117]회기~변동선	2.0	4~6	8.8
7	중랑구	1	[51]온수~망우선	2.6	6~8	19.7
8	성북구	5	[30]내곡~월곡선, [4901]동교~월곡선, [52]신설~공릉선, [2803]돈암~창동선, [5117]회기~변동선	11.1	4~10	74.0
9	강북구	3	[2803]돈암~창동선, [2813]수유~상계7선, [28]필동~도봉선	8.3	2~8	41.8
10	도봉구	3	[2811]수유~상계선, [28]필동~도봉선, [2813]수유~상계7선	7.9	4~9	55.6
11	노원구	2	[32]세곡~상계선, [2813]수유~상계7선	6.2	6~8	41.2
12	은평구	2	[53]가양~현저선, [22]신림~진관내선	8.3	6~8	60.5
13	서대문구	3	[22]신림~진관내선, [49]신월~신당선, [C1]도심순환도로	10.9	6~10	55.5

표 4-5. 자치구별 조사수량(2/2)

구분	자치구	조사노선 (개소)	(노선코드)노선명	도로연장 (km)	차로 수	조사연장 (km)
14	마포구	2	[49]신월~신당선, [51]온수~망우선	8.0	8~10	50.5
15	양천구	1	[4207]신월~가양선	0.7	7	4.6
16	강서구	3	[4201]방화~염창선, [4207]신월~가양선, [5103]고척~가양선	14.6	6~7	97.9
17	금천구	1	[42]방화~사가정선	0.5	4~5	2.3
18	영등포구	3	[4213]신월~노량진선, [49]신월~신당선, [2113]의사당선	5.9	6~10	43.5
19	동작구	5	[45]과해~삼성선, [4213]신월~노량진선, [22]신림~진관내선, [25]사당~서빙고선, [42]방화~사가정선	9.6	4~10	59.7
20	관악구	4	[22]신림~진관내선, [42]방화~사가정선, [43]신정~봉천선, [4303]신림~봉천선	12.8	4~9	102.1
21	서초구	5	[4227]방배~잠실선, [44]사당~암사선, [27]장지~가회선, [25]사당~서빙고선, [29]양재~혜화선	17.0	4~8	100.5
22	강남구	11	[2701]신사~청담선, [4501]이수~청담선, [45]과해~삼성선, [44]사당~암사선, [4227]방배~잠실선, [42]방화~사가정선, [27]장지~가회선(1), [30]내곡~월곡선, [4231]서초~개포선, [27]장지~가회선(2), [29]양재~혜화선	42.1	4~13	333.2
23	송파구	4	[42]방화~사가정선, [44]사당~암사선, [4237]방이~마천선, [4101]수서~오금선	16.2	3~10	148.1
24	강동구	3	[44]사당~암사선, [42]방화~사가정선, [50]서린~상일선	12.8	6~11	105.6
합계		94	-	285.6	1~13	1,930.6

2.1.2 자치구별 조사노선 현황

(1) 종로구

표 4-6. 종로구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
23	갈현~적선선	자하문로	경복궁역교차로	신교동교차로	1.1	4~5	6.7
C1	도심순환도로	통일로, 사직로, 율곡로	서대문역교차로	청계6가교차로	7.2	7~9	44.3
27	장지~가회선	삼일대로	안국역사거리	청계2가교차로	1.7	4~6	6.5
2707	필동~와룡선	돈화문로	창덕궁교차로	청계3가교차로	1.0	2	2.2
2115	봉래~관훈선	우정국로	안국동사거리	광교	0.8	6	5.3
50	서린~상일선	청계천로	종로구 세종로 139	청계8가교차로	4.5	1	5.5
51	온수~망우선	새문안로, 종로	서대문역교차로	신설동역교차로	5.3	4~8	40.8
22	신림~진관내선	통일로	독립문역사거리	종로구 시계 (무악동 산 3-10)	0.9	7~9	3.1
합계					22.5	1~9	114.4

(2) 중구

표 4-7. 중구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
21	시흥~중립선	청파로	봉래동2가 122-11	중립동 347	0.8	4~8	6.0
2115	봉래~관훈선	남대문로, 칠패로	염천교교차로	광교	2.0	6~8	12.3
C1	도심순환도로	통일로, 퇴계로, 장충단로	서대문역교차로	청계6가교차로	5.7	7~9	36.5
24	봉래~세종로선	세종대로	서울역교차로	세종대로사거리	1.7	9~10	15.3
49	신월~신당선	서소문로, 세종대로, 소공로, 을지로	충정로사거리	한양공고앞교차로	4.8	3~6	32.7
2707	필동~와룡선	충무로	청계3가교차로	충무로역삼거리	0.9	2~3	3.2
2709	저동~을지로선	마른내로	명동성당교차로	광희동사거리	1.7	2	5.2
29	양재~혜화선	동호로	청계5가교차로	약수역사거리	2.1	6~8	14.6
48	을지~둔촌선	퇴계로	광희동사거리	성동고교교차로	1.6	6	9.7
4905	노고산~창신선	다산로	버티고개역	청계7가교차로	2.8	4	12.9
50	서린~상일선	청계천로	중구 태평로1가 2-2	청계8가교차로	4.2	1	7.9
합계					28.3	1~10	156.3

(3) 용산구

표 4-8. 용산구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
4905	노고산~창신선	백범로, 이태원로, 한남대로, 다산로	효창공원앞역교차로	버티고개역	5.6	4~8	33.0
21	시흥~중립선	청파로, 원효로	원효대교북단	서울역서부교차로	3.9	4~6	25.4
22	신림~진관내선	한강대로	한강대교북단	서울역버스환승센터	4.3	8~9	43.5
27	장지~가회선	한남대로	한남대교북단교차로	북한남삼거리	1.5	8~10	16.7
합계					15.3	4~10	118.6

(4) 성동구

표 4-9. 성동구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
3111	성수~자양선	뚝섬로	성수대교북단교차로	영동대교북단 교차로	3.1	4	11.2
30	내곡~월곡선	고산자로	응봉사거리	서울시설공단교차로	2.0	6	20.9
3009	금호~행당선	행당로	신금호역교차로	무학여고앞교차로	1.6	4	6.4
3003	홍인~면목선	마장로	황학사거리	마장삼거리	2.5	2~6	7.9
31	장지~성수선	아차산로	뚝섬역교차로	성수사거리	1.8	6	11.1
합계					11.0	2~6	57.5

(5) 광진구

표 4-10. 광진구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
3111	성수~자양선	뚝섬로	영동대교북단교차로	잠실대교북단교차로	2.3	4	9.5
48	을지~둔촌선	광나루로	화양사거리	광남중교입구교차로	3.3	6	21.4
50	서린~상일선	천호대로	군자교교차로	광장사거리	3.6	8~10	35.3
31	장지~성수선	아차산로	성수사거리	자양사거리	1.8	6~10	12.5
합계					11.0	4~10	78.7

(6) 동대문구

표 4-11. 동대문구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
5117	회기~번동선	이문로	석관동 332-218	회기동로타리(회기동67)	2.0	4~6	8.8
합계					2.0	4~6	8.8

(7) 중랑구

표 4-12. 중랑구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
51	온수~망우선	망우로	서울시체육회교차로	망우사거리	2.6	6~8	19.7
합계					2.6	6~8	19.7

(8) 성북구

표 4-13. 성북구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
30	내곡~월곡선	종암로	고대앞삼거리	미아사거리	2.3	6~8	16.9
4901	동교~월곡선	정릉로	아리랑고개입구교차로	월곡역교차로	2.9	6~10	25.8
52	신설~공릉선	화랑로	월곡역교차로	석계역교차로	2.7	5~6	17.7
2803	돈암~창동선	삼양로	미아초등학교앞사거리	길음환승주차장교차로	1.0	2~6	4.3
5117	회기~변동선	돌곶이로	드림랜드앞로타리 (변동98-1)	석관동 332-218	2.2	4~5	9.3
합계					11.1	2~10	74.0

(9) 강북구

표 4-14. 강북구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
2803	돈암~창동선	삼양로	우이령길입구	미아초등학교앞사거리	6.0	2~6	28.7
2813	수유~상계7선	노해로	수유4거리로타리 (수유동47)	쌍문교	1.2	6~8	5.7
28	필동~도봉선	도봉로	수유사거리	우이교	1.1	6~8	7.4
합계					8.3	2~8	41.8

(10) 도봉구

표 4-15. 도봉구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
2811	수유~상계선	덕릉로	우이3교교차로	녹천역입구교차로	1.9	4~5	9.3
28	필동~도봉선	도봉로	우이교교차로	신도봉사거리	3.4	7~8	30.8
2813	수유~상계7선	노해로	쌍문교	창동교	2.6	6~9	15.5
합계					7.9	4~9	55.6

(11) 노원구

표 4-16. 노원구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
32	세곡~상계선	동일로	하계역교차로	수락산역교차로	5.1	6~8	33.6
2813	수유~상계7선	노해로	창동교	상계6,7동주민센터교차로	1.1	6~7	7.6
합계					6.2	6~8	41.2

(12) 은평구

표 4-17. 은평구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
53	가양~현저선	수색로	수색교교차로	증산교사거리	1.9	6	14.7
22	신림~진관내선	통일로	서대문구통일로553 (홍은센트레빌2단지아파트)	은평지문교	6.4	6~8	45.8
합계					8.3	6~8	60.5

(13) 서대문구

표 4-18. 서대문구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
22	신림~진관내선	통일로	독립문역사거리	서대문구통일로553 (홍은센트레빌2단지아파트)	3.5	6~8	26.3
49	신월~신당선	신촌로, 서소문로	경찰청앞교차로	동교동삼거리	5.8	6~10	23.6
C1	도심순환도로	통일로	독립문역사거리	경찰청앞교차로	1.6	8~9	5.6
합계					10.9	6~10	55.5

(14) 마포구

표 4-19. 마포구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
49	신월~신당선	신촌로	합정역교차로	아현교차로	5.0	8	22.5
51	온수~망우선	마포대로	마포대교입구교차로	아현교차로	3.0	8~10	28.0
합계					8.0	8~10	50.5

(15) 양천구

표 4-20. 양천구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
4207	신월~가양선	화곡로	화곡로입구교차로	양천구 시계(화곡로 104)	0.7	7	4.6
합계					0.7	7	4.6

(16) 강서구

표 4-21. 강서구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
4201	방화~염창선	양천로	개화사거리	양화교교차로	7.4	6~7	49.8
4207	신월~가양선	화곡로	강서구 시계 (화곡동 1089-60)	가양아파트교차로	3.4	6~7	22.2
5103	고척~가양선	강서로	화곡터널입구교차로	대아아파트앞교차로	3.8	6~7	25.9
합계					14.6	6~7	97.9

(17) 금천구

표 4-22. 금천구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
42	방화~사가정선	남부순환로	시흥IC	금천구 시계 (독산동 996-19)	0.5	4~5	2.3
합계					0.5	4~5	2.3

(18) 영등포구

표 4-23. 영등포구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
4213	신월~노량진선	영등포로	양남사거리	대방역교차로	3.6	6	23.5
49	신월~신당선	선유로	양평동사거리	경인고속입구교차로	0.8	8	7.2
2113	의사당선	의사당대로	여의교교차로	국회의사당앞교차로	1.5	7~10	12.8
합계					5.9	6~10	43.5

(19) 동작구

표 4-24. 동작구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
45	과해~삼성선	현충로	한강대교남단교차로	국립현충원교차로	2.1	6~8	14.1
4213	신월~노량진선	노량진로	대방역교차로	한강대교남단교차로	2.7	6~8	18.9
22	신림~진관내선	양녕로, 상도로	한강대교남단교차로	송실대입구역교차로	1.5	6~8	11.2
25	사당~서빙고선	동작대로	이수교차로	사당역사거리	2.6	4~6	11.8
42	방화~사가정선	남부순환로	사당역사거리	동작구 시계 (사당동 산 55-2)	0.7	7~10	3.7
합계					9.6	4~10	59.7

(20) 관악구

표 4-25. 관악구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
22	신림~진관내선	관악로	서울봉현초등학교	관악구청교차로	1.8	4~9	15.4
42	방화~사가정선	남부순환로	시흥IC	사당역사거리	6.4	8	57.0
43	신정~봉천선	봉천로	롯데백화점관악점	봉천로사거리	2.7	6~8	22.0
4303	신림~봉천선	은천로	은천로입구교차로	은천삼거리	1.9	4	7.7
합계					12.8	4~9	102.1

(21) 서초구

표 4-26. 서초구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
4227	방배~잠실선	효령로	서울메트로교차로	뱅뱅사거리	4.3	4~6	25.9
44	사당~암사선	서초대로	이수역사거리	강남역사거리	4.3	6~8	32.6
27	장지~가회선	강남대로	신사역교차로	양재역교차로	3.7	4~6	19.4
25	사당~서빙고선	동작대로	사당역사거리	이수교차로	2.9	4~5	11.6
29	양재~혜화선	논현로	양재전화국교차로	구룡사앞교차로	1.8	6~7	11.0
합계					17.0	4~8	100.5

(22) 강남구

표 4-27. 강남구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
2701	신사~청담선	도산대로	신사역교차로	영동대교남단교차로	3.2	8~10	37.4
4501	이수~청담선	학동로	논현역교차로	청담배수지공원	3.2	6~8	23.3
45	과해~삼성선	봉은사로	교보타워사거리	봉은교교차로	3.9	8~10	26.3
44	사당~암사선	테헤란로	강남역사거리	강남경찰서교차로	3.6	8~11	32.7
4227	방배~잠실선	도곡로	뱅뱅사거리	탄천2교 앞	3.5	6~10	26.6
42	방화~사가정선	남부순환로	양재전화국교차로	학여울역교차로	2.8	8~9	24.9
27	장지~가회선(1)	강남대로	신사역교차로	양재역교차로	3.7	4~6	19.8
30	내곡~월곡선	언주로	선수대교남단교차로	강남세브란스교차로	4.1	8~10	37.3
4231	서초~개포선	압구정로, 삼성로	한남IC	대치역사거리	6.6	8~10	45.8
27	장지~가회선(2)	헌릉로	헌릉IC교차로	대곡교앞	2.7	6~13	26.7
29	양재~혜화선	논현로	압구정역교차로	양재전화국교차로	4.8	6~7	32.4
합계					42.1	4~13	333.2

(23) 송파구

표 4-28. 송파구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
42	방화~사가정선	양재대로	탄천교	둔촌사거리	4.2	8~10	40.8
44	사당~암사선	올림픽로	서울종합운동장교차로	천호사거리	6.7	3~8	63.7
4237	방이~마천선	위례성대로	올림픽공원교차로	올림픽선수기자촌 아파트교차로	2.1	6~10	22.9
4101	수서~오금선	중대로	광평교교차로	올림픽선수기자촌 아파트교차로	3.2	4~6	20.7
합계					16.2	3~10	148.1

(24) 강동구

표 4-29. 강동구 조사노선 상세현황

노선 코드	노선	도로명	조사구간		연장(km)		
			시점	종점	도로	차로수	조사
44	사당~암사선	올림픽로	풍납사거리	선사사거리	3.3	6~8	18.9
42	방화~사가정선	양재대로	둔촌사거리	암사정수센터교차로	4.4	8~11	34.1
50	서린~상일선	천호대로	천호사거리	상일2교	5.1	8~10	52.6
합계					12.8	6~11	105.6

2.1.3 노선별 교통흐름 검토

사업 노선별 교통정체상황 실태를 파악하고, 도로 혼잡도와 점유시간을 고려한 조사계획 수립하여, 우선 조사위치, 조사경로, 조사시기 등을 결정하였다.

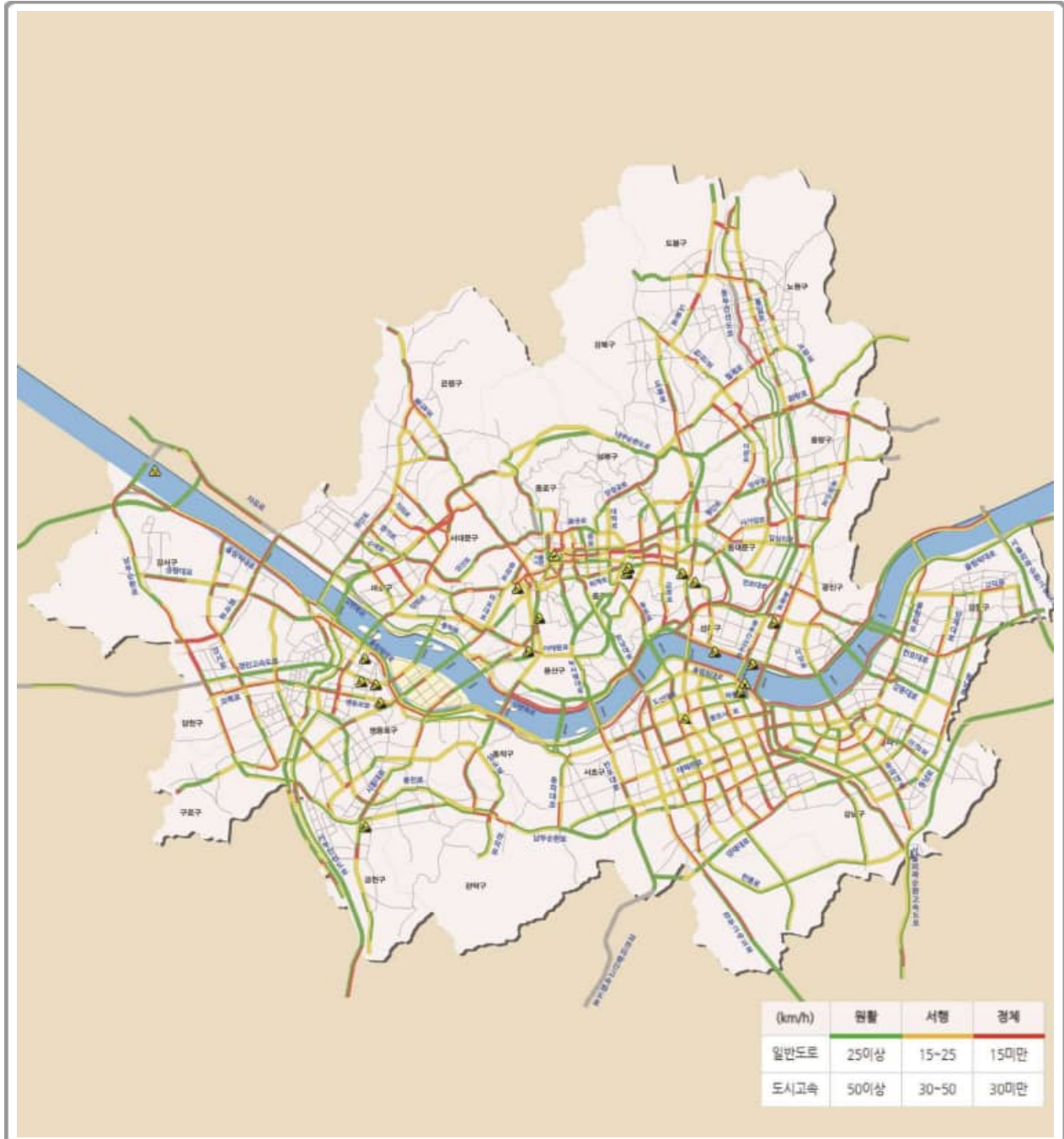


그림 4-3. 구간별 통행차량 속도 분포(출처: 서울시 교통정보 센터 자료 등)

서울시 전체 차량 속도는 평균 19.5km/h 이며, 도심 전체 차량 속도는 평균 16.0km/h로 전반적으로 서행의 차량 속도 분포를 보이고, 부분적으로 지정체 구간이 존재한다. 이를 토대로 혼잡도를 고려하여 조사를 시행하였다.

2.1.4 세부노선 현황검토 및 소요일정 파악

세부노선 검토 및 소요일정 파악결과 1차 탐사 및 분석 기간은 기상여건 및 현장상황 등 여유 공기를 포함하여 약 160일 내외 정도 소요될 것으로 판단되며, 실제 소요일수는 공동수행사와 1차 탐사 분담을 통해 약 80일 경 소요될 것으로 검토되었다.

(1) 조사노선 도로 검토

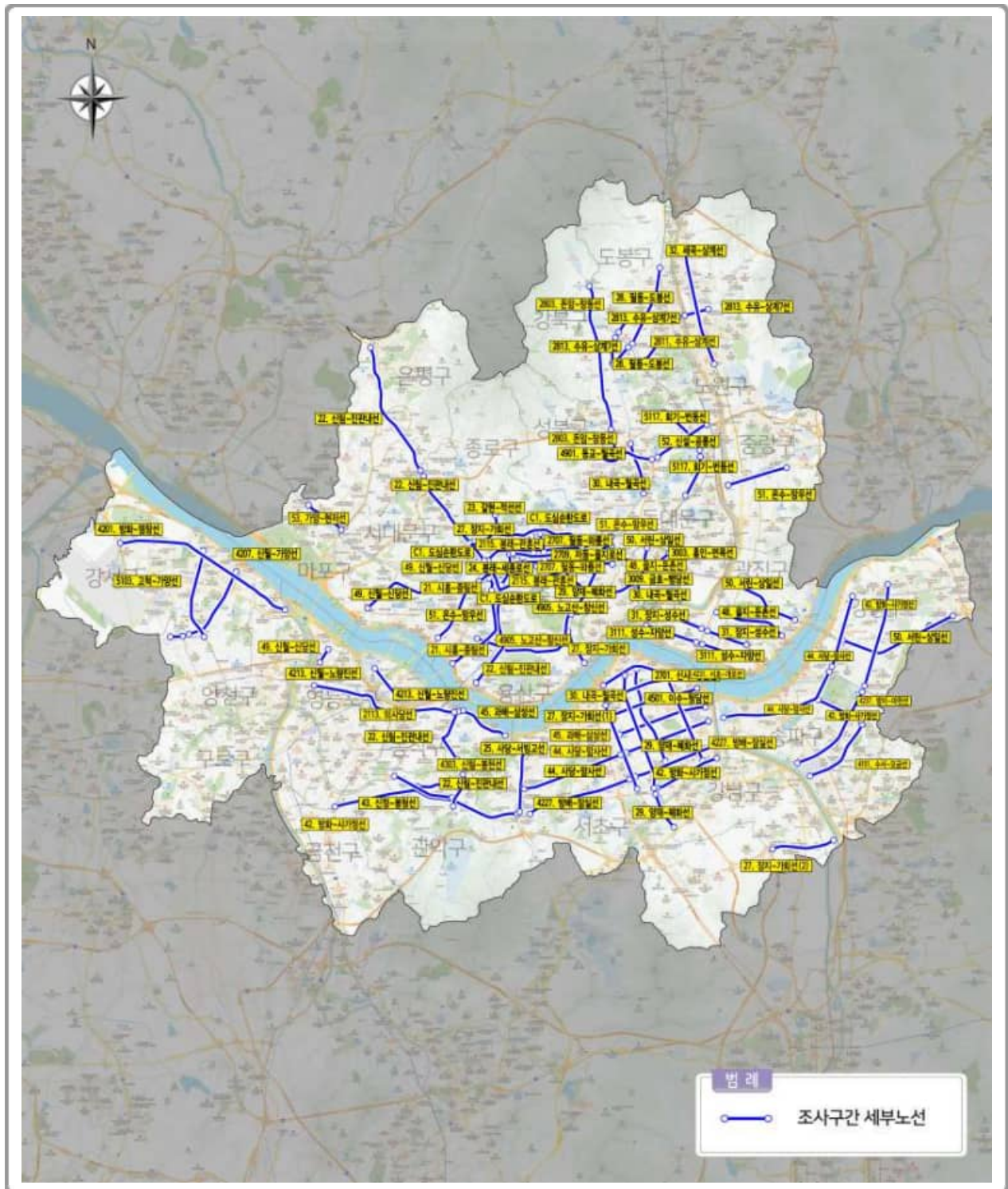


그림 4-4. 조사구간 세부노선

표 4-30. 조사구간 세부노선 검토(1/2)

조사구간			조사연장(km)			노선별 1차 탐사 및 분석 소요일수													소요 일수
노선 코드	노선명	자치구	도로 연장	차로 수	조사 연장	조사 분류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
C1	도심순환도로	종로구, 중구, 서대문구	14.5	7~9	86.4	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●							7
21	시흥~중립선	중구, 용산구	4.7	4~8	31.4	조사 분석	○ ●	○ ●											2
22	신림~진관내선	종로, 은평, 서대문, 동작, 관악, 용산구	18.5	4~9	145.3	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●		11
23	갈현~적선선	종로구	1.1	4~5	6.7	조사 분석	○ ●												1
24	봉래~세종로선	중구	1.7	9~10	15.3	조사 분석	○ ●												1
25	사당~서빙고선	동작구, 서초구	5.5	4~6	23.4	조사 분석	○ ●	○ ●											2
27	장지~가회선	종로구, 서초구, 강남구, 용산구	13.3	4~13	89.1	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●						7
28	필동~도봉선	강북구, 도봉구	4.5	6~8	38.2	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●										3
29	양재~혜화선	중구, 서초구, 강남구	8.7	6~8	58.0	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●								5
30	내곡~월곡선	성동구, 성북구, 강남구	8.4	6~10	75.1	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●							6
31	장지~성수선	성동구, 광진구	3.6	6~10	23.6	조사 분석	○ ●	○ ●											2
32	세곡~상계선	노원구	5.1	6~8	33.6	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●										3
42	방화~사가정선	강남, 송파, 강동, 금천, 동작, 관악구	19.0	8~11	162.8	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	12
43	신정~봉천선	관악구	2.7	6~8	22.0	조사 분석	○ ●	○ ●											2
44	사당~암사선	서초구, 송파구, 강동구, 강남구	17.9	3~11	147.9	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●		11
45	과해~삼성선	동작구, 강남구	6.0	6~10	40.4	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●										3
48	을지~둔촌선	광진구, 중구	4.9	6	31.1	조사 분석	○ ●	○ ●											2
49	신월~신당선	서대문구, 마포구, 중구, 영등포구	16.4	3~10	86.0	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●						7
50	서린~상일선	종로구, 중구, 광진구, 강동구	17.4	1~10	101.3	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●					8
51	온수~망우선	중랑구, 마포구, 종로구	10.9	4~10	88.5	조사 분석	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●						7
52	신설~공릉선	성북구	2.7	5~6	17.7	조사 분석	○ ●	○ ●											2
53	가양~현저선	은평구	1.9	6	14.7	조사 분석	○ ●												1
2113	의사당선	영등포구	1.5	7~10	12.8	조사 분석	○ ●												1

표 4-31. 조사구간 세부노선 검토(2/2)

조사구간			조사연장(km)			노선별 1차 탐사 및 분석 소요일수													소요 일수
노선 코드	노선명	자치구	도로 연장	차로 수	조사 연장	조사 분류	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2115	봉래~관훈선	종로구, 중구	2.8	6~8	17.6	조사 분석	○	○											2
2701	신사~청담선	강남구	3.2	8~10	37.4	조사 분석	○	○	○										3
2707	필동~와룡선	종로구, 중구	1.9	2~3	5.4	조사 분석	○												1
2709	저동~을지로선	중구	1.7	2	5.2	조사 분석	○												1
2803	돈암~창동선	성북구, 강북구	7.0	2~6	33.0	조사 분석	○	○	○										3
2811	수유~상계선	도봉구	1.9	4~5	9.3	조사 분석	○												1
2813	수유~상계7선	강북구, 도봉구, 노원구	4.9	6~9	28.8	조사 분석	○	○											2
3003	홍인~면목선	성동구	2.5	2~6	7.9	조사 분석	○												1
3009	금호~행당선	성동구	1.6	4	6.4	조사 분석	○												1
3111	성수~자양선	성동구, 광진구	5.4	4	20.7	조사 분석	○	○											2
4101	수서~오금선	송파구	3.2	4~6	20.7	조사 분석	○	○											2
4201	방화~염창선	강서구	7.4	6~7	49.8	조사 분석	○	○	○	○									5
4207	신월~가양선	양천구, 강서구	4.1	6~7	26.8	조사 분석	○	○											2
4213	신월~노량진선	영등포구, 동작구	6.3	6~8	42.4	조사 분석	○	○	○										3
4227	방배~잠실선	서초구, 강남구	7.8	4~10	52.5	조사 분석	○	○	○	○									4
4231	서초~개포선	강남구	6.6	8~10	45.8	조사 분석	○	○	○										3
4237	방이~마천선	송파구	2.1	6~10	22.9	조사 분석	○	○											2
4303	신림~봉천선	관악구	1.9	4	7.7	조사 분석	○												1
4501	이수~청담선	강남구	3.2	6~8	23.3	조사 분석	○	○											2
4901	동교~월곡선	성북구	2.9	6~10	25.8	조사 분석	○	○											2
4905	노고산~창신선	중구, 용산구	8.4	4~8	45.9	조사 분석	○	○	○										3
5103	고척~가양선	강서구	3.8	6~7	25.9	조사 분석	○	○											2
5117	회기~번동선	동대문구, 성북구	4.2	4~6	18.1	조사 분석	○	○											2
합계			285.6	1~13	1,930.6	156일													

2.2 지반침하 사례

최근 서울시 지반침하는 주로 상·하수도 파손, 다짐불량, 기타매설물 손상에 의해 발생되었다.

2.2.1 서울시 지반침하 사례 검토(2019년~2024년_국토교통부 지하안전정보시스템)

표 4-32. 최근 서울시 지반침하 사례(1/3)

(단위 : 건, 2024. 09. 기준, 국토교통부)

연번	발생일자	위치	규모(m)			원인
			폭	연장	깊이	
1	2019-08-12	성동구 사근동 293-4 앞	0.3	0.8	1.5	하수관 손상
2	2019-09-05	영등포구 국제금융로 24	5	5	5	굴착공사 부실
3	2019-09-09	서초구 양재동 203-10번지 앞	1.2	1.2	1	하수관 손상
4	2019-09-10	동작구 상도로 162	1	1	1	다짐(되메우기) 불량
5	2019-09-15	영등포구 여의도동 23-1	1	1.5	1.5	다짐(되메우기) 불량
6	2019-09-20	종로구 통일로 78,	5	7	1	상수관 손상
7	2019-11-25	강서구 마곡동 798-7	4	4	4	굴착공사 부실
8	2019-12-22	영등포구 여의도동 25-1	1.5	2.5	2.5	굴착공사 부실
9	2020-01-08	송파구 가락동 122	1	1	0.3	다짐(되메우기) 불량
10	2020-02-22	강동구 고덕동 217	1	2	2	상하수관공사 부실
11	2020-03-02	강서구 화곡본동 105-61	1.5	1.5	1	하수관 손상
12	2020-03-11	강남구 일원동 617 앞	1.5	1.5	0.5	상수관 손상
13	2020-05-15	송파구 신천동 1	1.1	2.4	1.1	다짐(되메우기) 불량
14	2020-05-22	성북구 삼선동1가 22-1	0.5	0.5	1	다짐(되메우기) 불량
15	2020-07-24	마포구 상수동 309-18	2.6	1	0.3	다짐(되메우기) 불량
16	2020-08-03	강북구 미아동 1261-279	1	10	2.5	상수관 손상
17	2020-08-03	강남구 논현동 279(을지병원 앞)	1	1	1	다짐(되메우기) 불량
18	2020-08-10	송파구 신천동 올림픽로 435	1.5	1.5	3	하수관 손상
19	2020-08-12	영등포구 신길동 10-40	1.5	1.5	1.2	하수관 손상
20	2020-08-18	마포구 대흥동 서강대길40	0.2	0.2	6	다짐(되메우기) 불량
21	2020-08-19	구로구 구로동 514-2	1	1	1.5	하수관 손상
22	2020-09-15	금천구 시흥동 918-20	2.5	1.5	1.5	상하수관공사 부실
23	2020-10-22	성동구 성수1가2동 13-17	4	5	2	굴착공사 부실
24	2021-03-09	강남구 압구정동 500	2.5	2.1	1.1	하수관 손상
25	2021-03-30	강남구 삼성동 160-21	1	1	1.5	하수관 손상
26	2021-03-31	송파구 마천동 마천로61다길 25	0.5	0.5	1	하수관 손상
27	2021-04-07	송파구 거여동 33-16	0.7	0.7	1.9	기타매설물 손상
28	2021-06-08	강남구 논현동 212-16	1	1.5	1	하수관 손상
29	2021-07-04	강동구 암사동 527	1.1	0.6	1.5	하수관 손상

표 4-33. 최근 서울시 지반침하 사례(2/3)

(단위 : 건, 2024. 09. 기준, 국토교통부)

연번	발생일자	위치	규모(m)			원인
			폭	연장	깊이	
30	2021-07-27	성북구 안암동5가 146-31	1	1	0.8	상수관 손상
31	2021-08-05	중구 을지로1가 140-1	0.1	0.1	1.5	하수관 손상
32	2021-08-21	성북구 장위동 124-26	0.9	1.8	1.7	굴착공사 부실
33	2021-08-25	성북구 보문동7가 105-1	1	1	1.5	다짐(되메우기) 불량
34	2021-09-04	강서구 염창동 284-76 앞	2	2	1.5	하수관 손상
35	2022-01-10	은평구 수색동 367-7일대	2.6	2.4	1.2	하수관 손상
36	2022-01-23	종로구 종로5가 4-1앞 도로	3	2	1	상수관 손상
37	2022-01-23	강서구 마곡동 마곡동 775-5	1.5	0.5	3	굴착공사 부실
38	2022-06-23	성북구 장위동 231-226	3	1	1	하수관 손상
39	2022-06-23	동대문구 장안동 366-6	2	2	1.5	굴착공사 부실
40	2022-06-24	동대문구 장안동 371-10	1.2	1.2	1.5	굴착공사 부실
41	2022-06-29	종로구 혜화로 74 경신고등학교	6	5	3	하수관 손상
42	2022-06-29	관악구 봉천동 180-329	0.8	1	3.5	다짐(되메우기) 불량
43	2022-07-01	송파구 가락동 282	2	4	1	하수관 손상
44	2022-07-06	영등포구 여의도동 23(IFC몰)	0.4	0.4	2.5	하수관 손상
45	2022-07-10	강동구 천호동 467-8	1.2	1.3	1.5	하수관 손상
46	2022-08-08	양천구 신월동 331-51 앞 도로	6	4	1.5	하수관 손상
47	2022-08-09	영등포구 대림동 1116-37	1.5	2.5	2	다짐(되메우기) 불량
48	2022-08-09	동작구 상도동 장승배기역 2번출구	6	1.5	1.5	다짐(되메우기) 불량
49	2022-08-13	관악구 봉천동 673-120	0.7	0.7	1.5	하수관 손상
50	2022-10-03	마포구 도화동 39-9	0.3	0.3	1.5	기타매설물 손상
51	2022-11-19	서초구 반포동 1192	1.5	1.5	1.5	하수관 손상
52	2022-12-08	구로구 천왕동 오리로 1149	0.2	0.8	0.5	다짐(되메우기) 불량
53	2022-12-31	강동구 암사동 상암로 87-1	0.4	0.4	0.5	하수관 손상
54	2023-01-13	도봉구 방학동 717-6 인근	1.6	0.6	2	굴착공사 부실
55	2023-02-17	서초구 서초동 1339-9	0.5	1.2	2	기타매설물 손상
56	2023-03-07	용산구 도원동 도원삼성래민안 아파트 정문	1	1	1.5	하수관 손상
57	2023-03-11	중구 남대문로5가 521	2	2	1.5	하수관 손상
58	2023-03-31	은평구 갈현동 389-16	2	2	4	다짐(되메우기) 불량
59	2023-04-06	서대문구 충정로3가 368	1.5	1.5	0.2	다짐(되메우기) 불량
60	2023-04-12	송파구 풍납동 올림픽대로	2	1.5	2.5	다짐(되메우기) 불량
61	2023-05-06	중랑구 신내동 63-17	1	1	0.6	굴착공사 부실

표 4-34. 최근 서울시 지반침하 사례(3/3)

(단위 : 건, 2024. 09. 기준, 국토교통부)

연번	발생일자	위치	규모(m)			원인
			폭	연장	깊이	
62	2023-06-11	중랑구 중화동 328-45	2	1	1.5	하수관 손상
63	2023-06-12	도봉구 쌍문동 315-8	1	1	4	하수관 손상
64	2023-06-26	구로구 온수동 65-3	0.2	0.65	0.8	하수관 손상
65	2023-07-12	노원구 공릉동 172-18	1.8	1.2	1.5	하수관 손상
66	2023-07-19	송파구 송파동 58-1	1	1	1	하수관 손상
67	2023-07-26	송파구 석촌동 15-3	1.5	7	5	다짐(되메우기) 불량
68	2023-08-06	성북구 성북동 309-5	1	3	0.5	상하수관공사 부실
69	2023-08-11	강남구 청담동 77-4	0.5	2	0.5	상수관 손상
70	2023-09-11	서초구 잠원동 58-24	1.5	2	1.5	상수관 손상
71	2023-09-12	강남구 역삼동 800	1	1	0.5	상수관 손상
72	2023-10-11	송파구 삼전동 100-7	0.2	0.7	1.8	하수관 손상
73	2023-10-25	영등포구 여의도동 22	0.5	0.3	2.5	하수관 손상
74	2023-11-03	강서구 외발산동 289-29	0.5	0.5	1.5	기타매설물 손상
75	2023-12-08	강남구 삼성동 111-43	1	1.4	0.7	상수관 손상
76	2024-01-03	성북구 길음동 875-1	0.4	0.6	1.2	다짐(되메우기) 불량
77	2024-01-16	강남구 삼성동 159-8	1.5	3	1.5	하수관 손상
78	2024-02-22	노원구 공릉동 656-2	2.4	2	1	상수관 손상
79	2024-02-23	성북구 길음동 532-17	0.4	0.6	1	기타
80	2024-05-01	강남구 논현동 논현동 61-7	0.3	0.8	1.5	하수관 손상
81	2024-07-13	마포구 서교동 353-1	0.5	0.5	1.5	하수관 손상
82	2024-07-22	송파구 삼전동 100-7	1	1	0.7	상수관 손상
83	2024-07-27	성북구 하월곡동 88-1	2	5	3	굴착공사 부실
84	2024-08-28	송파구 풍납동 490-6	3	1	0.1	기타
85	2024-08-29	서대문구 연희동 413-128	4	6	2.5	기타
86	2024-08-30	서대문구 연희동 413-5	1.5	1.5	0.08	하수관 손상
87	2024-08-31	강남구 역삼동 650	1.5	2	0.06	기타
88	2024-09-01	구로구 구로동 231-4	0.8	0.8	1.2	하수관 손상
89	2024-09-08	종로구 효제동 291-9	0.12	0.12	1.2	기타매설물 손상
90	2024-09-13	성동구 용답동 63-3	3	1.7	1.3	기타

※ 지하안전특별법 시행('18.1.1)에 따라 도로포장 표면에 국부적으로 발생하는 단순 포트홀 등은 제외하고 지반침하 발생 통보기준(시행령 제36조제1항)에 따른 1. 면적 1m² 이상 또는 깊이 1m 이상, 2. 지반침하로 인하여 사망자·실종자 또는 부상자가 발생한 경우만 포함

3. 공동조사 결과

3.1 1차 탐사/분석 인력 및 장비 운영

3.1.1 탐사 및 분석 인력 운영

사업목표 달성을 위해 2개 탐사 팀 및 2개 분석 팀을 각각 운영하여 효율적인 공정관리 및 공정을 향상토록 계획하였고, 2개 분석 팀이 탐사 자료를 각각 분석한 후 분석 자료를 팀별 Cross-Check를 통해 비교·검토 수행하였으며, 검토 결과가 서로 상이한 지점은 재분석을 통하여 공동판정회의를 거친 후 2차 조사 유무 결정하였다.

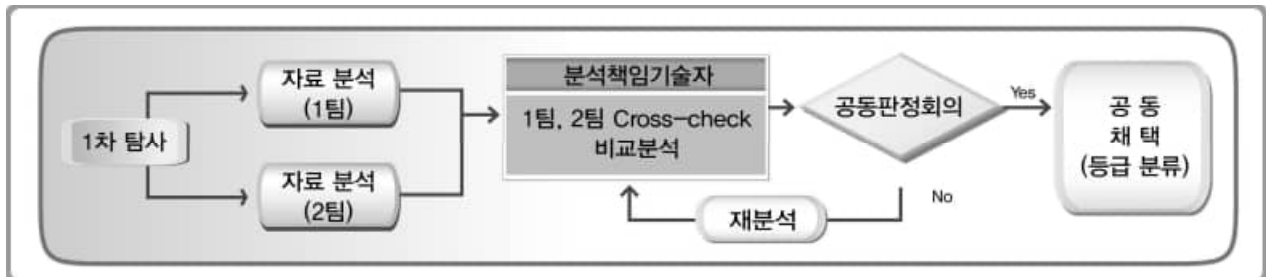
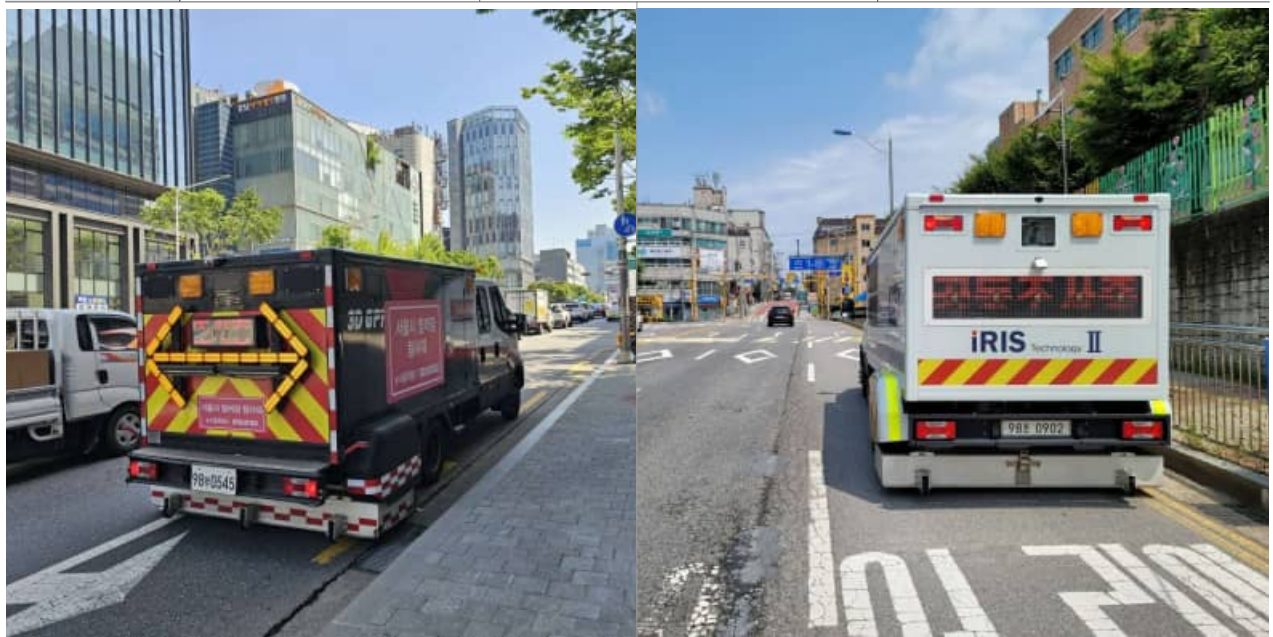


그림 4-5. 1차 탐사 및 분석 흐름

3.1.2 1차 탐사 장비 운영

표 4-35. 투입 장비 및 운영

구 분	투입인원	특 징	비 고
GPR 탐사용 차량 2대	• 분야책임기술자 1인 • 분야참여기술자 8인	• 400MHz 멀티채널 안테나 • 이베코 차량 2대	• 현장 여건에 따라 투입장비, 인원 증감
후방보호 차량 2대	※4명 1개조 2팀 투입	• 교통안전표지장착 • 경고등, 완충시설 장착	• 탐사차량 및 보호차량 간 무선연락 통해 돌발 상황 대처



3.2 1차 탐사 및 분석 수행현황

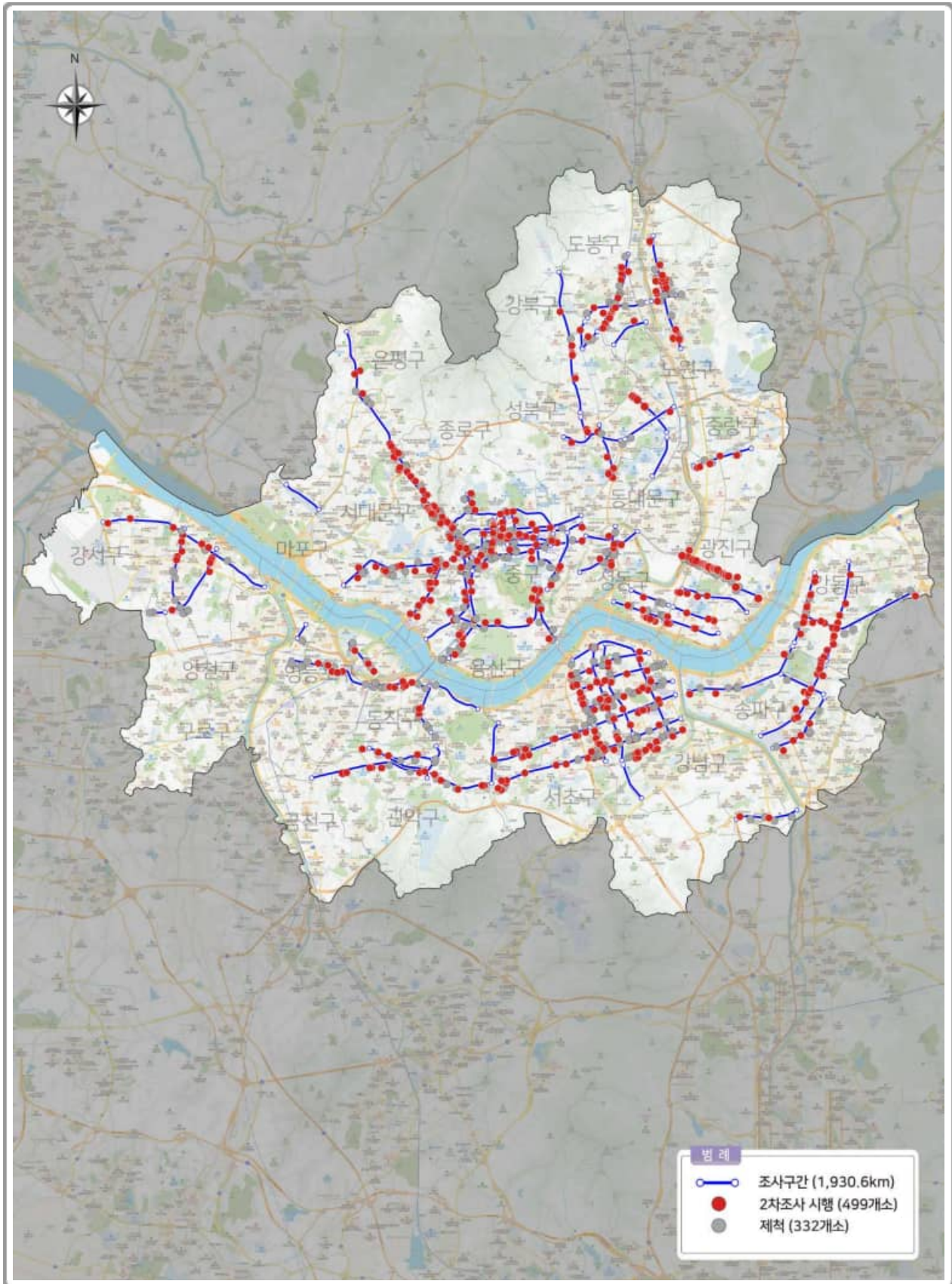


그림 4-6. 1차 탐사 및 분석현황

표 4-36. 자치구별 1차 탐사 및 분석 전체현황

구분	자치구	조사 노선 (개소)	1차탐사(km)			2차조사(개소)						
			조사연장			계	시행	제척사유				
			도로	조사	분석			계	비 공동 ¹⁾	관로 위험 ²⁾	인접 공동 ³⁾	복구 ⁴⁾
1	종로구	8	22.5	114.4	114.4	48	28	20	16	4	-	-
2	중구	11	28.3	156.3	156.3	76	38	38	37	1	-	-
3	용산구	4	15.3	118.6	118.6	48	25	23	23	-	-	-
4	성동구	5	11.0	57.5	57.5	41	23	18	15	2	-	1
5	광진구	4	11.0	78.7	78.7	57	38	19	19	-	-	-
6	동대문구	1	2.0	8.8	8.8	-	-	-	-	-	-	-
7	중랑구	1	2.6	19.7	19.7	9	5	4	4	-	-	-
8	성북구	5	11.1	74.0	74.0	17	14	3	3	-	-	-
9	강북구	3	8.3	41.8	41.8	12	9	3	3	-	-	-
10	도봉구	3	7.9	55.6	55.6	29	17	12	11	1	-	-
11	노원구	2	6.2	41.2	41.2	34	23	11	11	-	-	-
12	은평구	2	8.3	60.5	60.5	9	6	3	3	-	-	-
13	서대문구	3	10.9	55.5	55.5	42	31	11	11	-	-	-
14	마포구	2	8.0	50.5	50.5	32	20	12	12	-	-	-
15	양천구	1	0.7	4.6	4.6	2	-	2	2	-	-	-
16	강서구	3	14.6	97.9	97.9	26	17	9	8	1	-	-
17	금천구	1	0.5	2.3	2.3	-	-	-	-	-	-	-
18	영등포구	3	5.9	43.5	43.5	21	11	10	10	-	-	-
19	동작구	5	9.6	59.7	59.7	29	16	13	9	1	-	3
20	관악구	4	12.8	102.1	102.1	26	15	11	11	-	-	-
21	서초구	5	17.0	100.5	100.5	45	31	14	6	6	2	-
22	강남구	11	42.1	333.2	333.2	152	81	71	46	17	-	8
23	송파구	4	16.2	148.1	148.1	41	25	16	13	2	-	1
24	강동구	3	12.8	105.6	105.6	35	26	9	6	3	-	-
합계		94	285.6	1,930.6	1,930.6	831	499	332	279	38	2	13

¹⁾비공동 : 매질, 자갈, 지장물 등 공동파형이 아닌 경우²⁾관로위험 : 지하매설물 관리자 요청에 의한 2차조사 불가 경우³⁾인접공동 : 인접한 공동의 중심간 거리가 3m인 경우⁴⁾복구 : 2차조사 전 굴착 복구 등으로 공동이 복구된 경우

3.3 2차 조사 및 확인 결과

3.3.1 2차 조사 인력 및 장비 운영

1차 탐사 결과 공동으로 예상된 위치를 대상으로 각 자치구와 경찰서 등 유관기관의 인허가 취득 및 지하매설물 관리자 입회하에 2차 조사(천공 및 공내영상촬영)를 수행하여 공동의 규모 및 등급 등을 산정하였다.

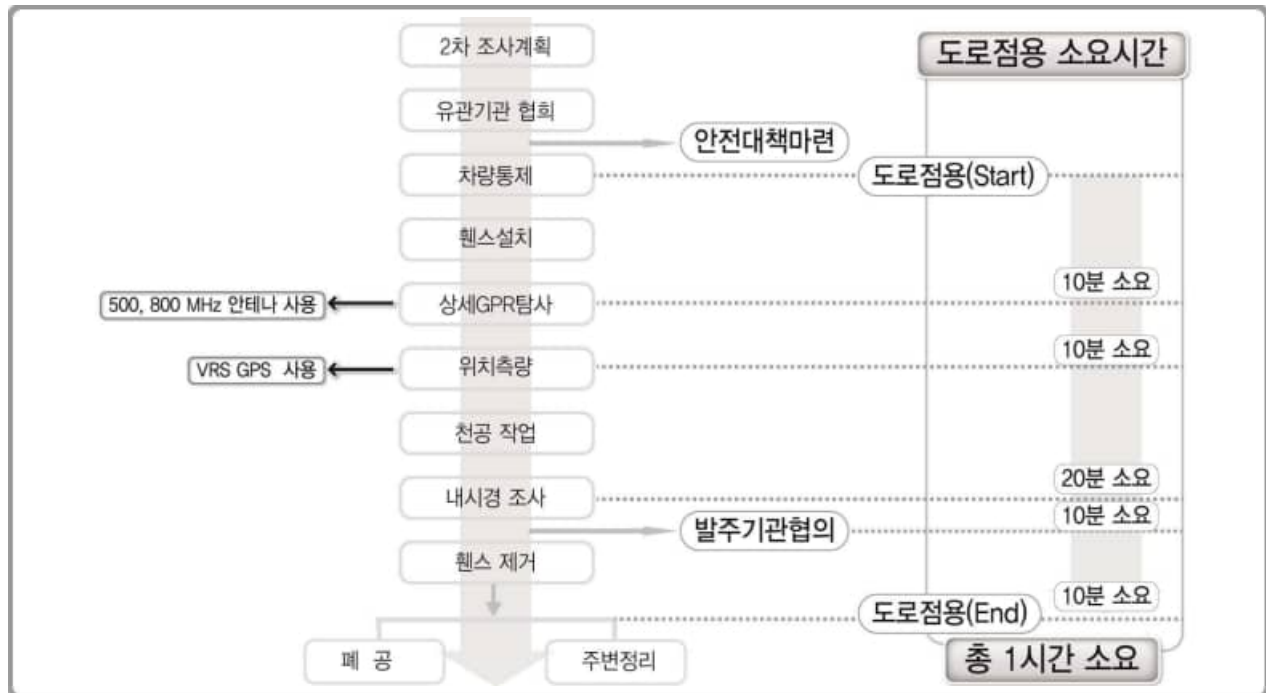
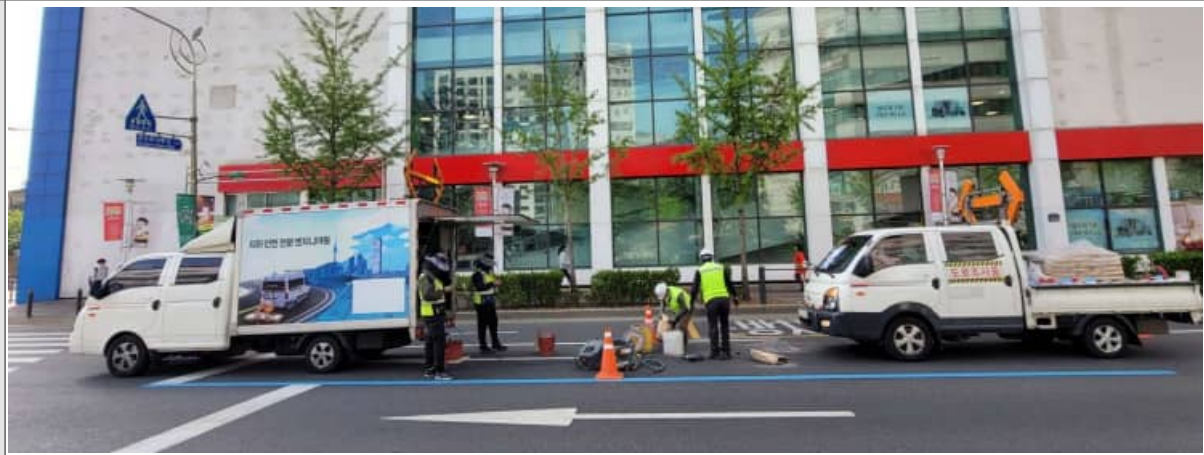
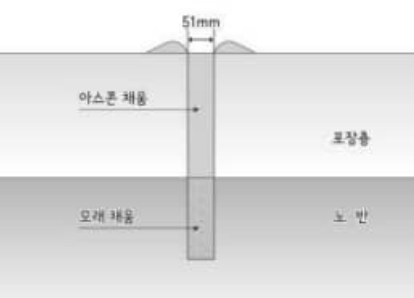
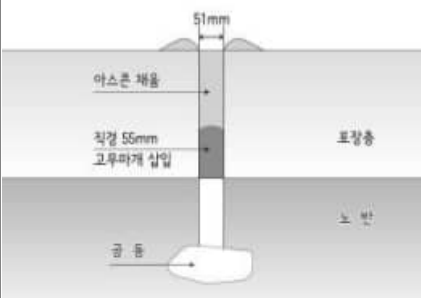


그림 4-7. 2차 조사 및 확인 흐름

표 4-37. 투입 장비 및 운영

핸디형 GPR장비		천공기	공내영상촬영기
			
투입인원		•분야책임기술자 1인 •분야참여기술자 4인 ※책임기술자의 안전관리 하 천공조사·공내영상촬영 수행	
2차 조사 전경			
	원상복구		
	목적 및 주안점	공동 없을 시	공동 발견 시
• 지하수 오염방지 • 공내로 유입되는 오염원 차단 • 오염 유발시설(케이싱 등 제거) • 처리대책(지하수의 수질보전에 관한 규칙)준수			
복구전	복구중	복구후	
			

3.3.2 2차 조사 및 확인 결과

1차 탐사 및 분석 후 831개소 분석공동 중 제척된 332개소를 제외한 499개소에 대하여 2차 조사를 실시하였다.

2차 조사 및 확인 결과 발견 공동 329개소, 규격미달 공동 85개소, 미공동 85개소로 확인 되었다. 총 조사연장 1,930.6km에 대한 km당 공동발견 개수는 0.17개소이다. 2차 조사 결과 공동 현황 및 수량은 아래 그림 및 표와 같다.

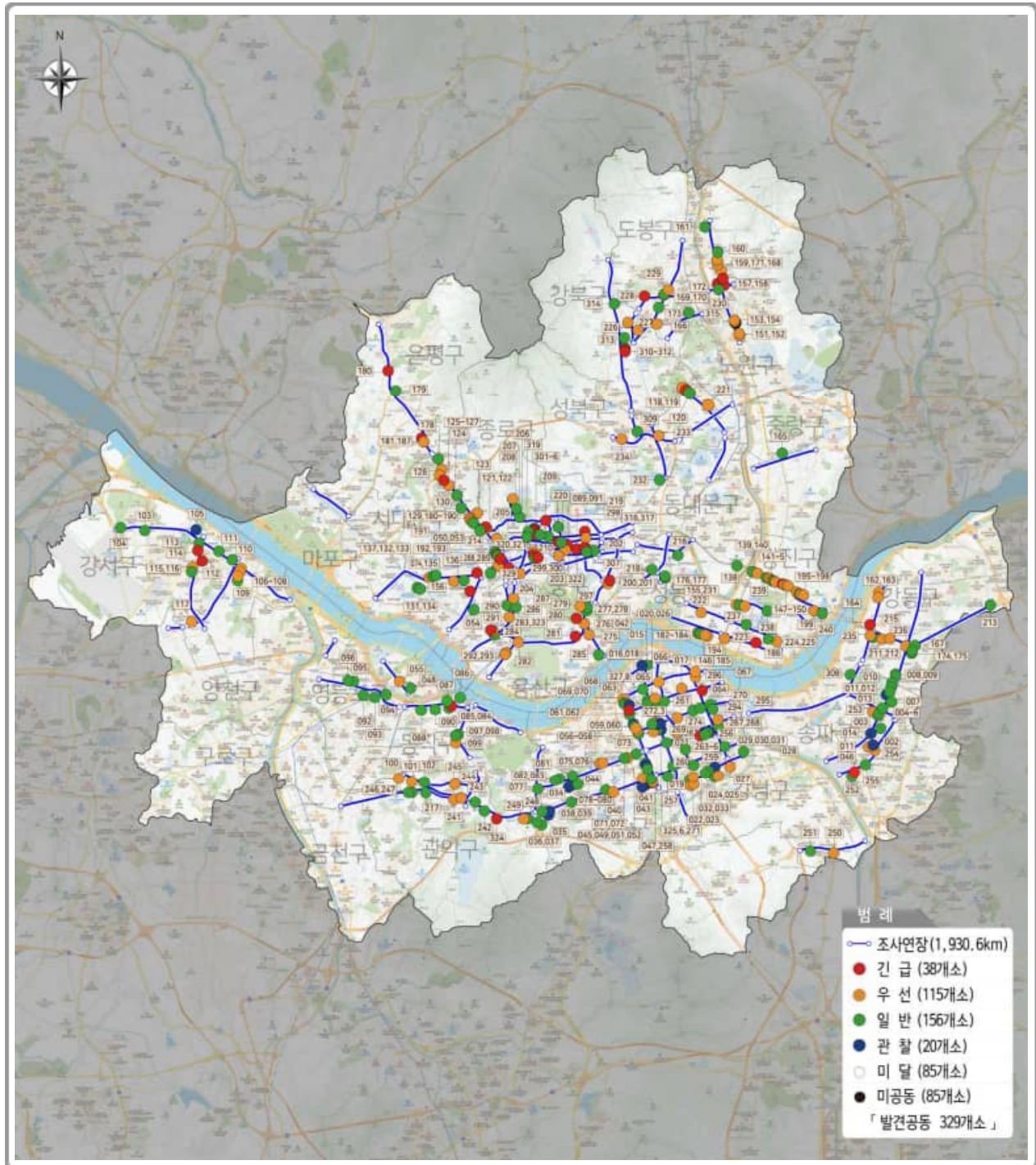


그림 4-8. 2차 조사 위치 및 결과

표 4-38. 자치구별 2차 조사 결과(1/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				비고
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동 (개소)	제척 (개소)	천공 결과(개소)				
							계	공동	규격 미달	미 공동	
합계			285.6	1,930.6	831	332	499	329	85	85	-
종로구	23	갈현~적선선	1.1	6.7	7	4	3	3	-	-	-
	C1	도심순환도로	7.2	44.3	7	5	2	1	-	1	-
	27	장지~가회선	1.7	6.5	6	2	4	2	1	1	-
	2707	필동~와룡선	1.0	2.2	5	2	3	2	-	1	-
	2115	봉래~관훈선	0.8	5.3	8	2	6	5	1	-	-
	50	서린~상일선	4.5	5.5	2	1	1	-	1	-	-
	51	온수~망우선	5.3	40.8	4	1	3	3	-	-	-
	22	신림~진관내선	0.9	3.1	9	3	6	3	1	2	-
	소계		22.5	114.4	48	20	28	19	4	5	-
중구	21	시흥~중림선	0.8	6.0	5	2	3	2	-	1	-
	2115	봉래~관훈선	2.0	12.3	16	10	6	3	-	3	-
	C1	도심순환도로	5.7	36.5	19	13	6	2	-	4	-
	24	봉래~세종로선	1.7	15.3	5	1	4	2	2	-	-
	49	신월~신당선	4.8	32.7	10	3	7	5	-	2	-
	2707	필동~와룡선	0.9	3.2	4	3	1	1	-	-	-
	2709	저동~을지로선	1.7	5.2	3	-	3	2	1	-	-
	29	양재~혜화선	2.1	14.6	2	2	-	-	-	-	-
	48	을지~둔촌선	1.6	9.7	2	1	1	-	-	1	-
	4905	노고산~창신선	2.8	12.9	6	3	3	2	-	1	-
	50	서린~상일선	4.2	7.9	4	-	4	2	-	2	-
	소계		28.3	156.3	76	38	38	21	3	14	-
용산구	4905	노고산~창신선	5.6	33.0	15	2	13	10	1	2	-
	21	시흥~중림선	3.9	25.4	3	2	1	1	-	-	-
	22	신림~진관내선	4.3	43.5	22	13	9	5	1	3	-
	27	장지~가회선	1.5	16.7	8	6	2	2	-	-	-
	소계		15.3	118.6	48	23	25	18	2	5	-
성동구	3111	성수~자양선	3.1	11.2	16	5	11	5	3	3	-
	30	내곡~월곡선	2.0	20.9	18	10	8	2	4	2	-
	3009	금호~행당선	1.6	6.4	1	-	1	1	-	-	-
	3003	홍인~면목선	2.5	7.9	1	-	1	1	-	-	-
	31	장지~성수선	1.8	11.1	5	3	2	1	1	-	-
	소계		11.0	57.5	41	18	23	10	8	5	-

표 4-39. 자치구별 2차 조사 결과(2/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				비고
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동 (개소)	제척 (개소)	천공 결과(개소)				
							계	공동	규격 미달	미 공동	
광진구	3111	성수~자양선	2.3	9.5	5	1	4	2	1	1	-
	48	을지~둔촌선	3.3	21.4	6	1	5	4	-	1	-
	50	서린~상일선	3.6	35.3	42	17	25	19	3	3	-
	31	장지~성수선	1.8	12.5	4	-	4	3	1	-	-
	소계		11.0	78.7	57	19	38	28	5	5	-
동대문구	5117	회기~번동선	2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	
	소계		2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-
중랑구	51	온수~망우선	2.6	19.7	9	4	5	1	3	1	-
	소계		2.6	19.7	9	4	5	1	3	1	-
성북구	30	내곡~월곡선	2.3	16.9	6	-	6	2	-	4	-
	4901	동교~월곡선	2.9	25.8	3	2	1	1	-	-	-
	52	신설~공릉선	2.7	17.7	2	1	1	-	1	-	-
	2803	돈암~창동선	1.0	4.3	2	-	2	1	-	1	-
	5117	회기~번동선	2.2	9.3	4	-	4	4	-	-	-
	소계		11.1	74.0	17	3	14	8	1	5	-
강북구	2803	돈암~창동선	6.0	28.7	7	1	6	5	-	1	-
	2813	수유~상계7선	1.2	5.7	1	-	1	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	1.1	7.4	4	2	2	1	1	-	-
	소계		8.3	41.8	12	3	9	7	1	1	-
도봉구	2811	수유~상계선	1.9	9.3	1	-	1	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	3.4	30.8	20	7	13	4	-	9	-
	2813	수유~상계7선	2.6	15.5	8	5	3	2	1	-	-
	소계		7.9	55.6	29	12	17	7	1	9	-
노원구	32	세곡~상계선	5.1	33.6	28	7	21	12	4	5	-
	2813	수유~상계7선	1.1	7.6	6	4	2	1	1	-	-
	소계		6.2	41.2	34	11	23	13	5	5	-
은평구	53	가양~현저선	1.9	14.7	-	-	-	-	-	-	-
	22	신림~진관내선	6.4	45.8	9	3	6	4	1	1	-
	소계		8.3	60.5	9	3	6	4	1	1	-
서대문구	22	신림~진관내선	3.5	26.3	28	8	20	12	4	4	-
	49	신월~신당선	5.8	23.6	9	2	7	6	-	1	-
	C1	도심순환도로	1.6	5.6	5	1	4	2	-	2	-
	소계		10.9	55.5	42	11	31	20	4	7	-

표 4-40. 자치구별 2차 조사 결과(3/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				비고
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동 (개소)	제척 (개소)	천공 결과(개소)				
							계	공동	규격 미달	미 공동	
마포구	49	신월~신당선	5.0	22.5	15	7	8	4	1	3	-
	51	온수~망우선	3.0	28.0	17	5	12	2	7	3	-
	소계		8.0	50.5	32	12	20	6	8	6	-
양천구	4207	신월~가양선	0.7	4.6	2	2	-	-	-	-	-
	소계		0.7	4.6	2	2	-	-	-	-	-
강서구	4201	방화~염창선	7.4	49.8	9	3	6	5	1	-	-
	4207	신월~가양선	3.4	22.2	6	-	6	5	1	-	-
	5103	고척~가양선	3.8	25.9	11	6	5	5	-	-	-
	소계		14.6	97.9	26	9	17	15	2	-	-
금천구	42	방화~사가정선	0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-
	소계		0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-
영등포구	4213	신월~노량진선	3.6	23.5	13	5	8	5	3	-	-
	49	신월~신당선	0.8	7.2	1	1	-	-	-	-	-
	2113	의사당선	1.5	12.8	7	4	3	2	-	1	-
	소계		5.9	43.5	21	10	11	7	3	1	-
동작구	45	과해~삼성선	2.1	14.1	-	-	-	-	-	-	-
	4213	신월~노량진선	2.7	18.9	18	7	11	6	3	2	-
	22	신림~진관내선	1.5	11.2	9	6	3	3	-	-	-
	25	사당~서빙고선	2.6	11.8	-	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	0.7	3.7	2	-	2	2	-	-	-
	소계		9.6	59.7	29	13	16	11	3	2	-
관악구	22	신림~진관내선	1.8	15.4	2	2	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	6.4	57.0	17	6	11	8	2	1	-
	43	신정~봉천선	2.7	22.0	4	1	3	3	-	-	-
	4303	신림~봉천선	1.9	7.7	3	2	1	1	-	-	-
	소계		12.8	102.1	26	11	15	12	2	1	-
서초구	4227	방배~잠실선	4.3	25.9	19	7	12	10	-	2	-
	44	사당~암사선	4.3	32.6	19	5	14	12	2	-	-
	27	장지~가회선	3.7	19.4	7	2	5	3	2	-	-
	25	사당~서빙고선	2.9	11.6	-	-	-	-	-	-	-
	29	양재~혜화선	1.8	11.0	-	-	-	-	-	-	-
	소계		17.0	100.5	45	14	31	25	4	2	-

표 4-41. 자치구별 2차 조사 결과(4/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				비고
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동 (개소)	제척 (개소)	천공 결과(개소)				
							계	공동	규격 미달	미 공동	
강남구	2701	신사~청담선	3.2	37.4	6	3	3	3	-	-	-
	4501	이수~청담선	3.2	23.3	12	4	8	3	4	1	-
	45	과해~삼성선	3.9	26.3	25	14	11	10	1	-	-
	44	사당~암사선	3.6	32.7	7	2	5	5	-	-	-
	4227	방배~잠실선	3.5	26.6	9	6	3	3	-	-	-
	42	방화~사가정선	2.8	24.9	21	8	13	11	2	-	-
	27	장지~가회선(1)	3.7	19.8	28	11	17	13	4	-	-
	30	내곡~월곡선	4.1	37.3	10	5	5	4	1	-	-
	4231	서초~개포선	6.6	45.8	10	5	5	3	1	1	-
	27	장지~가회선(2)	2.7	26.7	6	4	2	2	-	-	-
	29	양재~혜화선	4.8	32.4	18	9	9	8	-	1	-
	소계		42.1	333.2	152	71	81	65	13	3	-
송파구	42	방화~사가정선	4.2	40.8	22	6	16	14	-	2	-
	44	사당~암사선	6.7	63.7	8	5	3	1	-	2	-
	4237	방이~마천선	2.1	22.9	2	1	1	1	-	-	-
	4101	수서~오금선	3.2	20.7	9	4	5	4	1	-	-
	소계		16.2	148.1	41	16	25	20	1	4	-
강동구	44	사당~암사선	3.3	18.9	13	4	9	4	4	1	-
	42	방화~사가정선	4.4	34.1	10	-	10	3	6	1	-
	50	서린~상일선	5.1	52.6	12	5	7	5	1	1	-
	소계		12.8	105.6	35	9	26	12	11	3	-

3.3.3 자치구별 2차 조사 결과

(1) 종로구

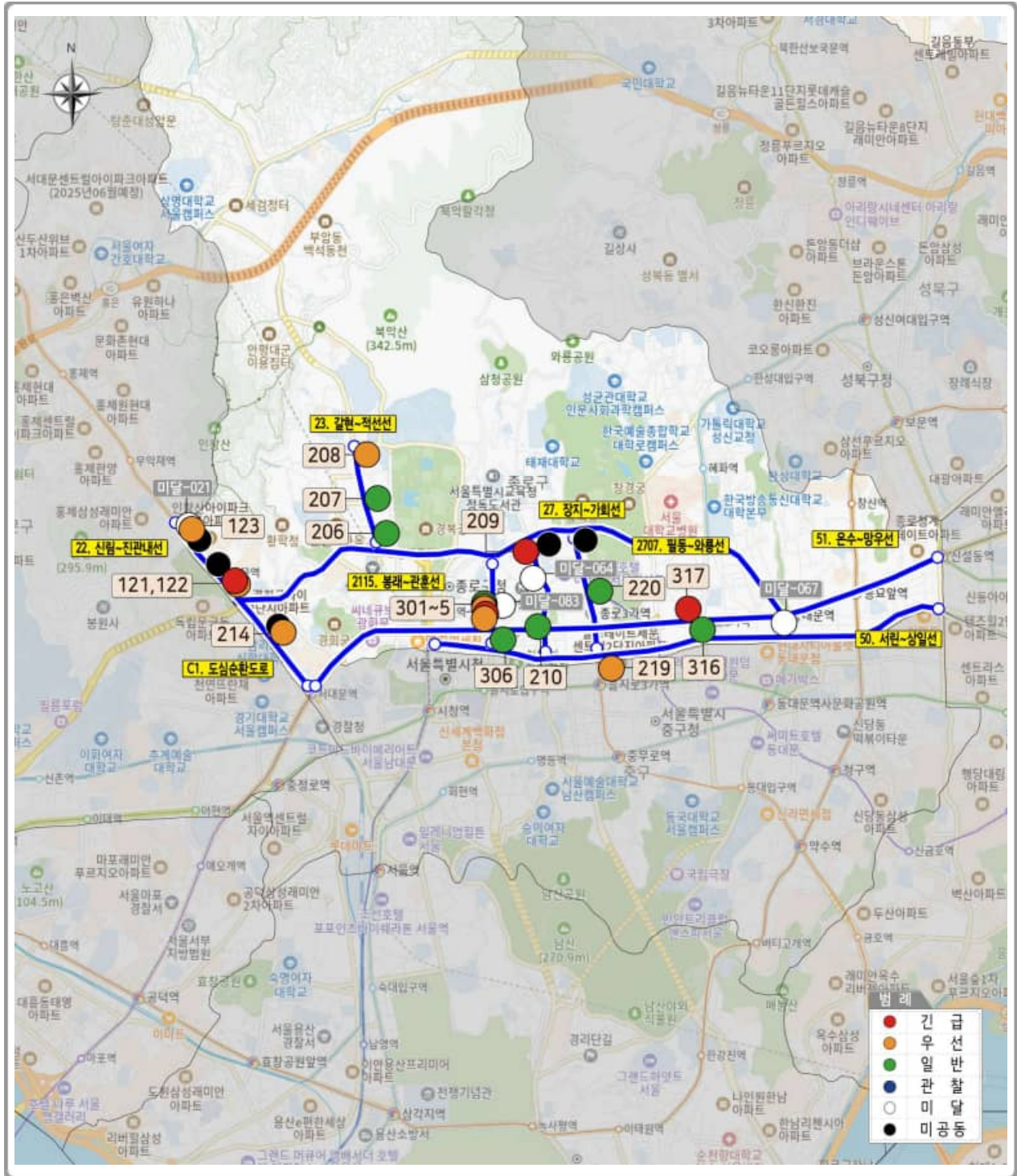


그림 4-9. 종로구 2차 조사 현황

표 4-42. 종로구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
19	4	8	7	-	4	5

표 4-43. 종로구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
JN01-01	갈현~적선선	003-206	○	-	-	0.75	0.65	0.21	0.31	0.52	0.20	일반	-
JN01-02	갈현~적선선	003-207	○	-	-	0.80	0.75	0.21	0.22	0.43	0.10	일반	-
JN01-03	갈현~적선선	003-208	○	-	-	0.95	0.85	0.67	0.12	0.79	0.12	우선	-
JN02-02	도심순환도로	003-214	○	-	-	0.90	0.70	0.35	0.17	0.52	0.17	우선	-
JN02-06	도심순환도로	-	-	-	○	-							
JN03-01	장지~가회선	003-210	○	-	-	1.04	1.00	0.22	0.44	0.66	0.32	일반	-
JN03-02	장지~가회선	003-209	○	-	-	0.84	0.80	0.25	0.06	0.31	0.06	긴급	-
JN03-03	장지~가회선	미달-064	-	○	-	0.86	0.84	0.19	0.33	0.52	0.17	미달	-
JN03-05	장지~가회선	-	-	-	○	-							
JN04-02	필동~와룡선	-	-	-	○	-							
JN04-04	필동~와룡선	003-220	○	-	-	0.82	0.80	0.23	0.30	0.53	0.23	일반	-
JN04-07	필동~와룡선	003-219	○	-	-	0.81	0.80	0.24	0.12	0.36	0.12	우선	-
JN05-01	봉래~관훈선	003-305	○	-	-	1.01	1.02	0.24	0.20	0.44	0.20	우선	-
JN05-03	봉래~관훈선	003-301	○	-	-	0.84	0.83	0.23	0.21	0.44	0.21	일반	-
JN05-04	봉래~관훈선	003-302	○	-	-	0.86	0.87	0.24	0.19	0.43	0.19	우선	-
JN05-05	봉래~관훈선	003-303	○	-	-	0.84	0.83	0.28	0.20	0.48	0.20	우선	-
JN05-06	봉래~관훈선	003-304	○	-	-	0.80	0.80	0.27	0.09	0.36	0.09	긴급	-
JN05-09	봉래~관훈선	미달-083	-	○	-	0.80	0.80	0.18	0.10	0.28	0.10	미달	-
JN06-01	서린~상일선	미달-067	-	○	-	1.00	0.99	0.16	0.16	0.32	0.08	미달	-
JN07-03	온수~망우선	003-306	○	-	-	0.89	0.78	0.28	0.22	0.50	0.22	일반	-
JN07-07	온수~망우선	003-316	○	-	-	0.83	0.75	0.27	0.26	0.53	0.23	일반	-
JN07-14	온수~망우선	003-317	○	-	-	0.89	0.91	0.25	0.10	0.35	0.10	긴급	-
JN08-05	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
JN08-07	신림~진관내선	003-123	○	-	-	0.83	0.84	0.26	0.18	0.44	0.18	우선	-
JN08-08	신림~진관내선	미달-021	-	○	-	0.80	0.80	0.17	0.22	0.39	0.22	미달	-
JN08-20	신림~진관내선	003-121	○	-	-	0.81	0.79	0.27	0.16	0.43	0.12	우선	-
JN08-23	신림~진관내선	003-122	○	-	-	1.67	1.26	0.27	0.06	0.33	0.06	긴급	-
JN08-24	신림~진관내선	-	-	-	○	-							

(2) 중구

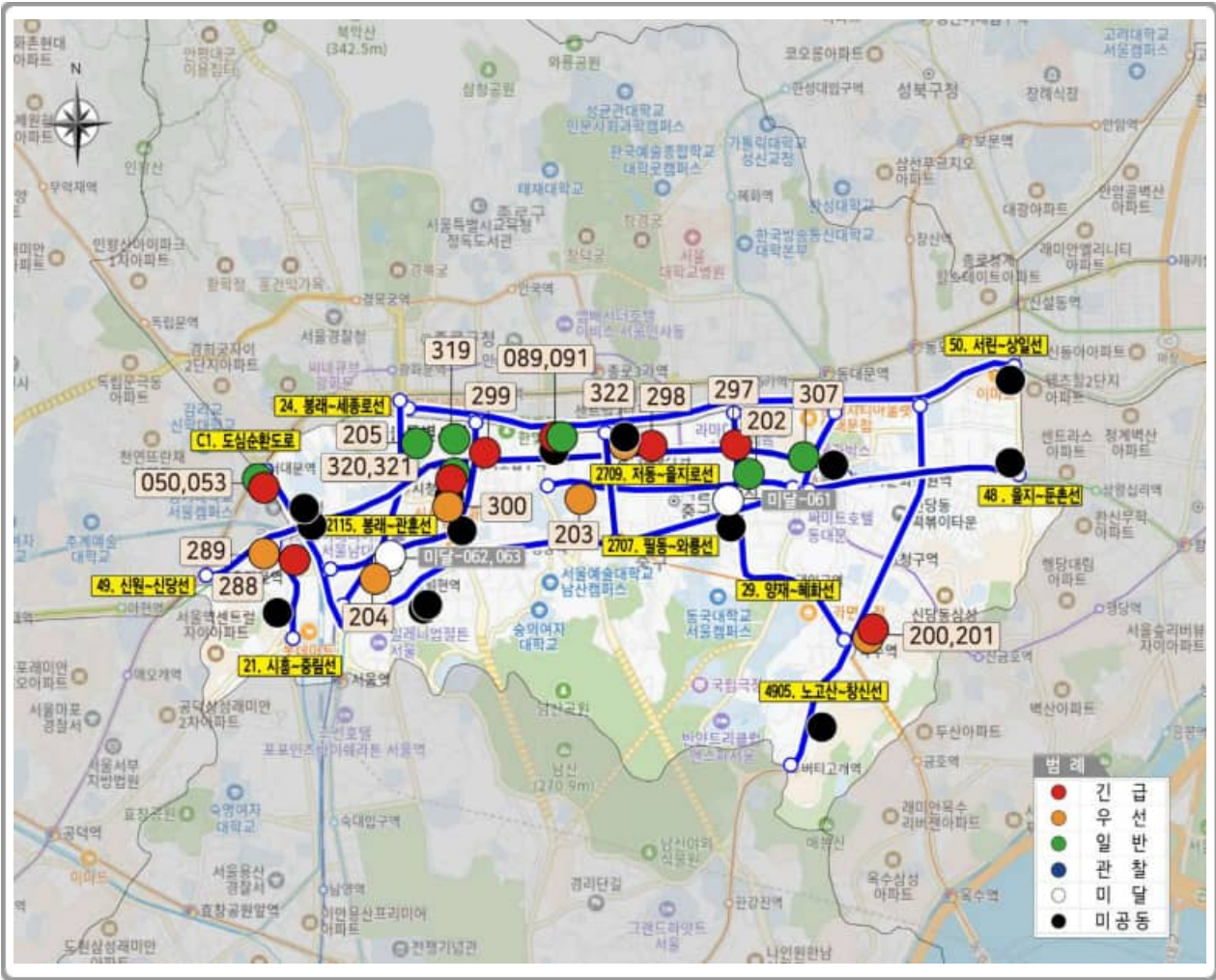


그림 4-10. 중구 2차 조사 현황

표 4-44. 중구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
21	8	6	7	-	3	14

표 4-45. 중구 2차 조사 세부 결과(1/2)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
J01-01	시흥~중립선	003-288	○	-	-	0.79	0.80	0.25	0.07	0.32	0.07	긴급	-
J01-04	시흥~중립선	003-289	○	-	-	0.94	0.95	0.26	0.22	0.48	0.15	우선	-
J01-07	시흥~중립선	-	-	-	○	-							
J02-01	봉래~관훈선	-	-	-	○	-							
J02-03	봉래~관훈선	003-319	○	-	-	1.00	1.01	0.84	0.30	1.14	0.22	일반	-
J02-07	봉래~관훈선	003-321	○	-	-	0.89	0.86	0.27	0.26	0.53	0.24	일반	-

표 4-46. 중구 2차 조사 세부 결과(2/2)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
J02-09	봉래~관훈선	003-320	○	-	-	0.81	0.82	0.23	0.15	0.38	0.09	긴급	-
J02-20	봉래~관훈선	-	-	-	○	-							
J02-22	봉래~관훈선	-	-	-	○	-							
J03-05	도심순환도로	003-050	○	-	-	0.96	0.97	0.34	0.23	0.57	0.23	일반	-
J03-06	도심순환도로	003-053	○	-	-	0.92	0.91	0.28	0.18	0.46	0.10	긴급	-
J03-07	도심순환도로	-	-	-	○	-							
J03-11	도심순환도로	-	-	-	○	-							
J03-13	도심순환도로	-	-	-	○	-							
J03-14	도심순환도로	-	-	-	○	-							
J04-01	봉래~세종로선	미달-063	-	○	-	0.89	0.89	0.12	0.40	0.52	0.06	미달	-
J04-02	봉래~세종로선	003-204	○	-	-	0.98	0.99	0.45	0.20	0.65	0.20	우선	-
J04-05	봉래~세종로선	003-205	○	-	-	1.07	1.06	0.25	0.42	0.67	0.28	일반	-
J04-06	봉래~세종로선	미달-062	-	○	-	0.92	0.89	0.14	0.49	0.63	0.30	미달	-
J05-10	신월~신당선	-	-	-	○	-							
J05-11	신월~신당선	003-299	○	-	-	0.82	0.81	0.22	0.10	0.32	0.10	긴급	-
J05-12	신월~신당선	003-300	○	-	-	0.98	0.97	0.31	0.25	0.56	0.20	우선	-
J05-15	신월~신당선	003-297	○	-	-	0.81	0.82	0.80	0.07	0.87	0.07	긴급	-
J05-16	신월~신당선	003-298	○	-	-	0.80	0.81	0.26	0.07	0.33	0.07	긴급	-
J05-17	신월~신당선	-	-	-	○	-							
J05-20	신월~신당선	003-307	○	-	-	0.96	0.97	0.26	0.28	0.54	0.21	일반	-
J06-09	필동~와룡선	003-322	○	-	-	0.96	0.95	0.29	0.20	0.49	0.20	우선	-
J07-01	저동~율지로선	003-203	○	-	-	0.84	0.81	0.37	0.20	0.57	0.15	우선	-
J07-02	저동~율지로선	미달-061	-	○	-	0.81	0.83	0.19	0.12	0.31	0.12	미달	-
J07-03	저동~율지로선	003-202	○	-	-	0.85	0.83	0.37	0.48	0.85	0.35	일반	-
J09-01	율지~둔촌선	-	-	-	○	-							
J10-02	노고산~창신선	003-201	○	-	-	0.89	0.92	0.26	0.09	0.35	0.09	긴급	-
J10-03	노고산~창신선	-	-	-	○	-							
J10-05	노고산~창신선	003-200	○	-	-	0.82	0.81	0.26	0.12	0.38	0.12	우선	-
J11-01	서린~상일선	-	-	-	○	-							
J11-02	서린~상일선	003-089	○	-	-	0.99	0.98	0.33	0.24	0.57	0.10	일반	-
J11-03	서린~상일선	003-091	○	-	-	0.92	0.91	0.30	0.10	0.40	0.10	긴급	-
J11-05	서린~상일선	-	-	-	○	-							

(3) 용산구

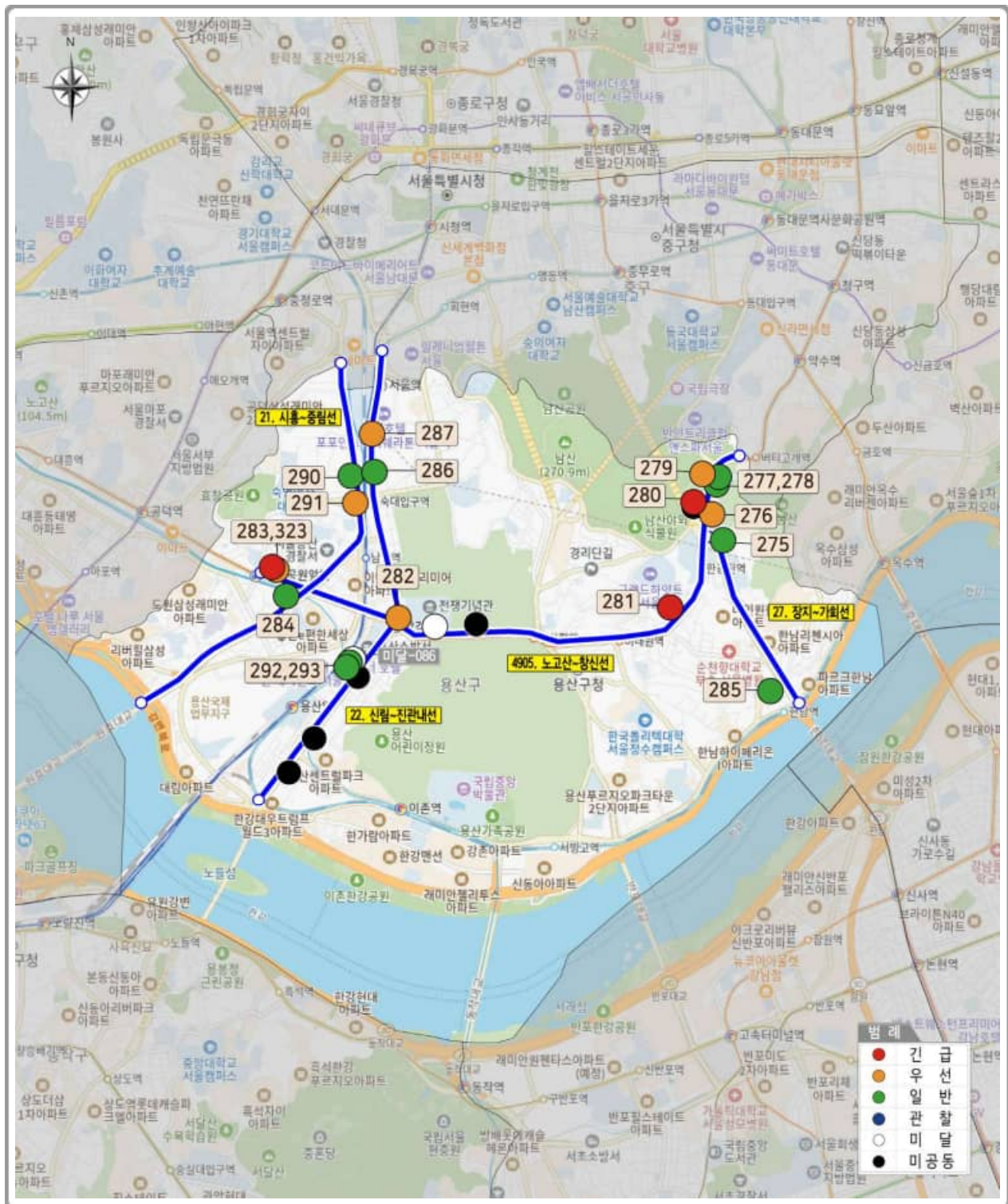


그림 4-11. 용산구 2차 조사 현황

표 4-47. 용산구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
18	3	6	9	-	2	5

표 4-48. 용산구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
YS01-02	노고산~창신선	003-323	○	-	-	0.86	0.85	0.14	0.10	0.24	0.10	긴급	-
YS01-03	노고산~창신선	003-284	○	-	-	0.82	0.83	0.26	0.25	0.51	0.08	일반	-
YS01-04	노고산~창신선	003-283	○	-	-	0.88	0.87	0.27	0.15	0.42	0.15	우선	-
YS01-05	노고산~창신선	003-282	○	-	-	0.93	0.92	0.68	0.16	0.84	0.16	우선	-
YS01-10	노고산~창신선	003-281	○	-	-	0.88	0.87	0.28	0.20	0.48	0.09	긴급	-
YS01-11	노고산~창신선	-	-	-	○	-							
YS01-12	노고산~창신선	미달-085	-	○	-	0.80	0.81	0.18	0.63	0.81	0.24	미달	-
YS01-16	노고산~창신선	003-276	○	-	-	0.80	0.80	0.21	0.28	0.49	0.11	우선	-
YS01-17	노고산~창신선	003-279	○	-	-	0.83	0.82	0.30	0.12	0.42	0.12	우선	-
YS01-19	노고산~창신선	003-277	○	-	-	0.86	0.85	0.24	0.23	0.47	0.23	일반	-
YS01-20	노고산~창신선	003-278	○	-	-	0.91	0.90	0.89	0.33	1.22	0.20	일반	-
YS01-22	노고산~창신선	003-280	○	-	-	0.81	0.82	0.31	0.07	0.38	0.07	긴급	-
YS01-22(2)	노고산~창신선	-	-	-	○	-							
YS02-01	시흥~중립선	003-290	○	-	-	0.81	0.82	0.27	0.22	0.49	0.22	일반	-
YS03-02	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
YS03-04	신림~진관내선	003-286	○	-	-	0.99	0.99	0.60	0.30	0.90	0.26	일반	-
YS03-06	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
YS03-11	신림~진관내선	003-287	○	-	-	0.89	0.88	0.30	0.12	0.42	0.12	우선	-
YS03-13	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
YS03-21	신림~진관내선	003-291	○	-	-	0.84	0.83	0.36	0.13	0.49	0.13	우선	-
YS03-22	신림~진관내선	미달-086	-	○	-	0.81	0.83	0.15	0.23	0.38	0.15	미달	-
YS03-23	신림~진관내선	003-292	○	-	-	0.85	0.86	0.32	0.21	0.53	0.21	일반	-
YS03-25	신림~진관내선	003-293	○	-	-	0.88	0.87	0.33	0.30	0.63	0.21	일반	-
YS04-02	장지~가회선	003-275	○	-	-	0.98	0.99	0.27	0.28	0.55	0.28	일반	-
YS04-07	장지~가회선	003-285	○	-	-	0.84	0.83	0.21	0.27	0.48	0.21	일반	-

(4) 성동구



그림 4-12. 성동구 2차 조사 현황

표 4-49. 성동구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
10	-	4	6	-	8	5

표 4-50. 성동구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
SD01-01	성수~자양선	미달-053	-	○	-	0.79	0.80	0.11	0.23	0.34	0.07	미달	-
SD01-02	성수~자양선	003-182	○	-	-	0.86	0.85	0.24	0.26	0.50	0.19	우선	-
SD01-03	성수~자양선	-	-	-	○	-							-
SD01-06	성수~자양선	003-194	○	-	-	0.89	0.87	0.20	0.24	0.44	0.14	우선	-
SD01-07	성수~자양선	-	-	-	○	-							-
SD01-08	성수~자양선	003-146	○	-	-	0.86	0.87	0.37	0.28	0.68	0.17	우선	-
SD01-09	성수~자양선	003-184	○	-	-	1.32	1.29	0.69	0.37	1.06	0.37	일반	-
SD01-13	성수~자양선	003-183	○	-	-	1.26	1.27	0.21	0.30	0.51	0.30	일반	-
SD01-14	성수~자양선	미달-059	-	○	-	0.98	0.99	0.18	0.24	0.42	0.24	미달	-
SD01-20	성수~자양선	미달-058	-	○	-	0.99	0.98	0.19	0.19	0.38	0.15	미달	-
SD01-23(2)	성수~자양선	-	-	-	○	-							-
SD02-03	내곡~월곡선	미달-046	-	○	-	0.91	0.92	0.18	0.20	0.38	0.20	미달	-
SD02-07	내곡~월곡선	003-176	○	-	-	0.86	0.84	0.21	0.43	0.64	0.25	일반	-
SD02-09	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							-
SD02-10(2)	내곡~월곡선	미달-045	-	○	-	1.26	1.24	0.13	0.03	0.16	0.03	미달	-
SD02-11	내곡~월곡선	미달-055	-	○	-	0.81	0.81	0.30	0.28	0.58	0.15	미달	-
SD02-12	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							-
SD02-13	내곡~월곡선	003-177	○	-	-	0.94	0.93	0.22	0.21	0.43	0.21	일반	-
SD02-14	내곡~월곡선	미달-044	-	○	-	0.80	0.76	0.09	0.16	0.25	0.07	미달	-
SD02-20	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							-
SD03-01	금호~행당선	003-218	○	-	-	0.99	0.98	0.27	0.45	0.72	0.12	일반	-
SD04-02	홍인~면목선	003-216	○	-	-	1.06	1.07	0.50	0.32	0.72	0.25	일반	-
SD05-01	장지~성수선	003-222	○	-	-	0.85	0.75	0.32	0.11	0.43	0.11	우선	-
SD05-02	장지~성수선	미달-020	-	○	-	0.80	0.70	0.16	0.16	0.32	0.16	미달	-

(5) 광진구

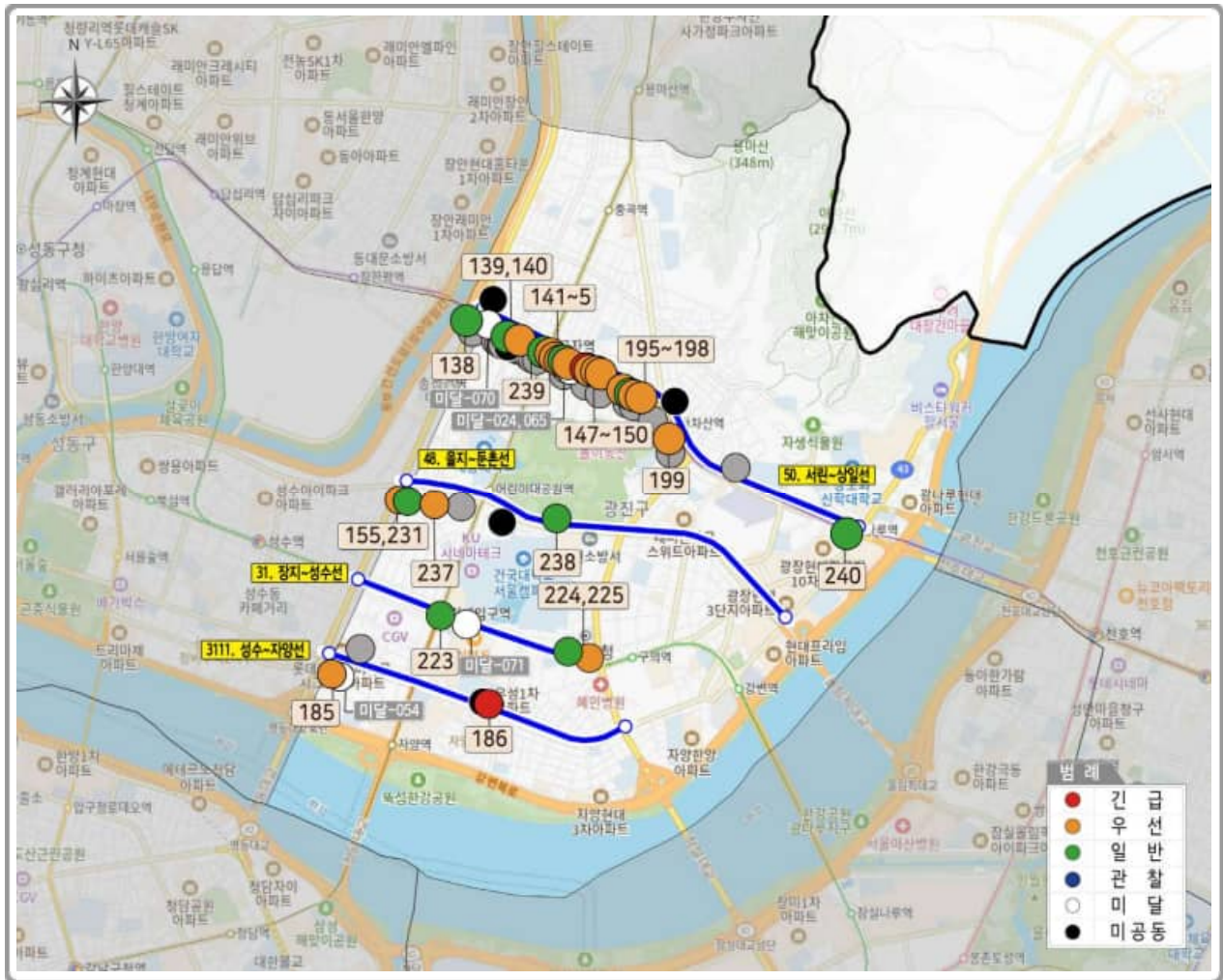


그림 4-13. 광진구 2차 조사 현황

표 4-51. 광진구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
28	2	16	10	-	5	5

표 4-52. 광진구 2차 조사 세부 결과(1/2)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	형단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GJ02-04	을지~둔촌선	003-237	○	-	-	0.81	0.82	0.44	0.20	0.64	0.20	우선	-
GJ02-07	을지~둔촌선	-	-	-	○								
GJ02-08	을지~둔촌선	003-238	○	-	-	0.83	0.84	0.28	0.29	0.57	0.29	일반	-
GJ03-05	서린~상일선	003-148	○	-	-								
GJ03-06	서린~상일선	003-138	○	-	-	0.94	0.95	0.28	0.22	0.50	0.22	일반	-
GJ03-07	서린~상일선	003-139	○	-	-	0.96	0.95	0.21	0.32	0.53	0.09	일반	-

표 4-53. 광진구 2차 조사 세부 결과(2/2)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GJ02-04	을지~둔촌선	003-237	○	-	-	0.81	0.82	0.44	0.20	0.64	0.20	우선	-
GJ02-07	을지~둔촌선	-	-	-	○	-							
GJ02-08	을지~둔촌선	003-238	○	-	-	0.83	0.84	0.28	0.29	0.57	0.29	일반	-
GJ03-05	서린~상일선	003-148	○	-	-	0.86	0.85	1.15	0.23	1.38	0.14	우선	-
GJ03-06	서린~상일선	003-138	○	-	-	0.94	0.95	0.28	0.22	0.50	0.22	일반	-
GJ03-07	서린~상일선	003-139	○	-	-	0.96	0.95	0.21	0.32	0.53	0.09	일반	-
GJ03-08	서린~상일선	003-240	○	-	-	0.99	0.98	0.21	0.38	0.59	0.38	일반	-
GJ03-10	서린~상일선	003-141	○	-	-	1.02	1.01	0.60	0.20	0.80	0.20	우선	-
GJ03-11	서린~상일선	003-142	○	-	-	0.97	0.98	0.30	0.12	0.42	0.12	우선	-
GJ03-13	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ03-14	서린~상일선	003-149	○	-	-	0.93	0.96	0.56	0.14	0.70	0.14	우선	-
GJ03-15	서린~상일선	003-195	○	-	-	0.98	0.99	0.22	0.15	0.37	0.15	우선	-
GJ03-16	서린~상일선	003-196	○	-	-	0.96	0.98	0.29	0.42	0.71	0.18	일반	-
GJ03-17	서린~상일선	003-197	○	-	-	0.89	0.89	0.22	0.14	0.36	0.14	우선	-
GJ03-18	서린~상일선	003-198	○	-	-	0.87	0.88	0.23	0.28	0.51	0.13	우선	-
GJ03-19	서린~상일선	003-199	○	-	-	0.88	0.89	0.23	0.29	0.52	0.16	우선	-
GJ03-20	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ03-21	서린~상일선	003-140	○	-	-	0.79	0.80	0.22	0.12	0.34	0.12	우선	-
GJ03-23	서린~상일선	003-143	○	-	-	0.89	0.87	0.22	0.12	0.34	0.12	우선	-
GJ03-23(2)	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ03-25	서린~상일선	003-144	○	-	-	0.96	0.95	0.24	0.32	0.56	0.14	일반	-
GJ03-26	서린~상일선	003-145	○	-	-	0.92	0.96	0.22	0.23	0.45	0.15	우선	-
GJ03-27	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ03-29	서린~상일선	003-147	○	-	-	0.81	0.82	0.21	0.05	0.26	0.05	긴급	-
GJ03-30	서린~상일선	003-150	○	-	-	0.99	0.98	0.28	0.27	0.55	0.17	우선	-
GJ03-38	서린~상일선	003-239	○	-	-	1.14	1.13	0.24	0.41	0.65	0.19	일반	-
GJ03-44	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ03-46	서린~상일선	-	-	-	○	-							
GJ04-01	장지~성수선	003-223	○	-	-	0.80	0.90	0.63	0.25	0.88	0.21	일반	-
GJ04-02	장지~성수선	미달-071	-	○	-	0.75	0.70	0.13	0.26	0.39	0.26	미달	-
GJ04-03	장지~성수선	003-224	○	-	-	0.75	0.75	0.28	0.18	0.46	0.18	우선	-
GJ04-04	장지~성수선	003-225	○	-	-	1.00	0.80	0.20	0.34	0.54	0.34	일반	-

(6) 동대문구

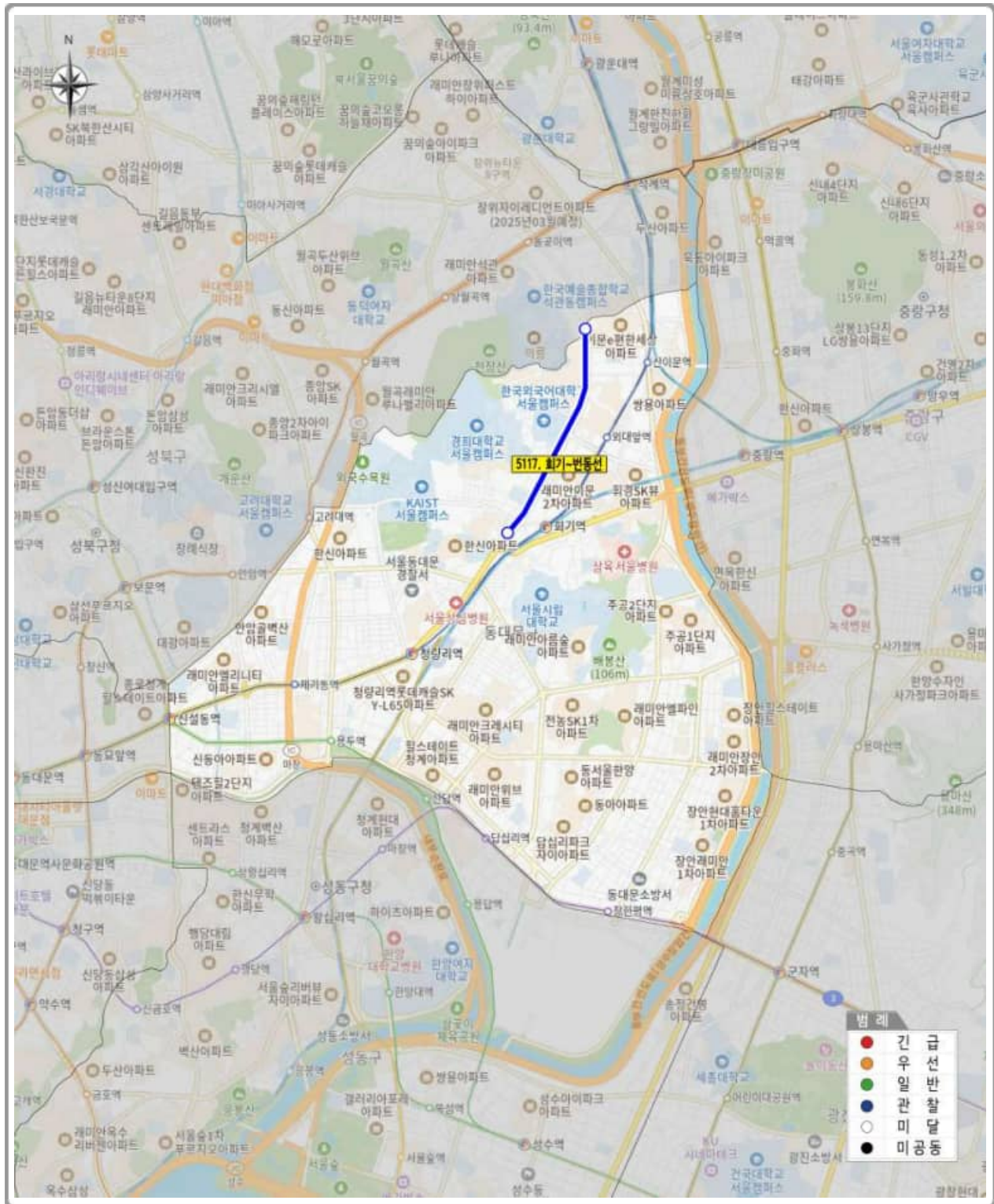


그림 4-14. 동대문구 2차 조사 현황

표 4-54. 동대문구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
-	-	-	-	-	-	-

(7) 중랑구

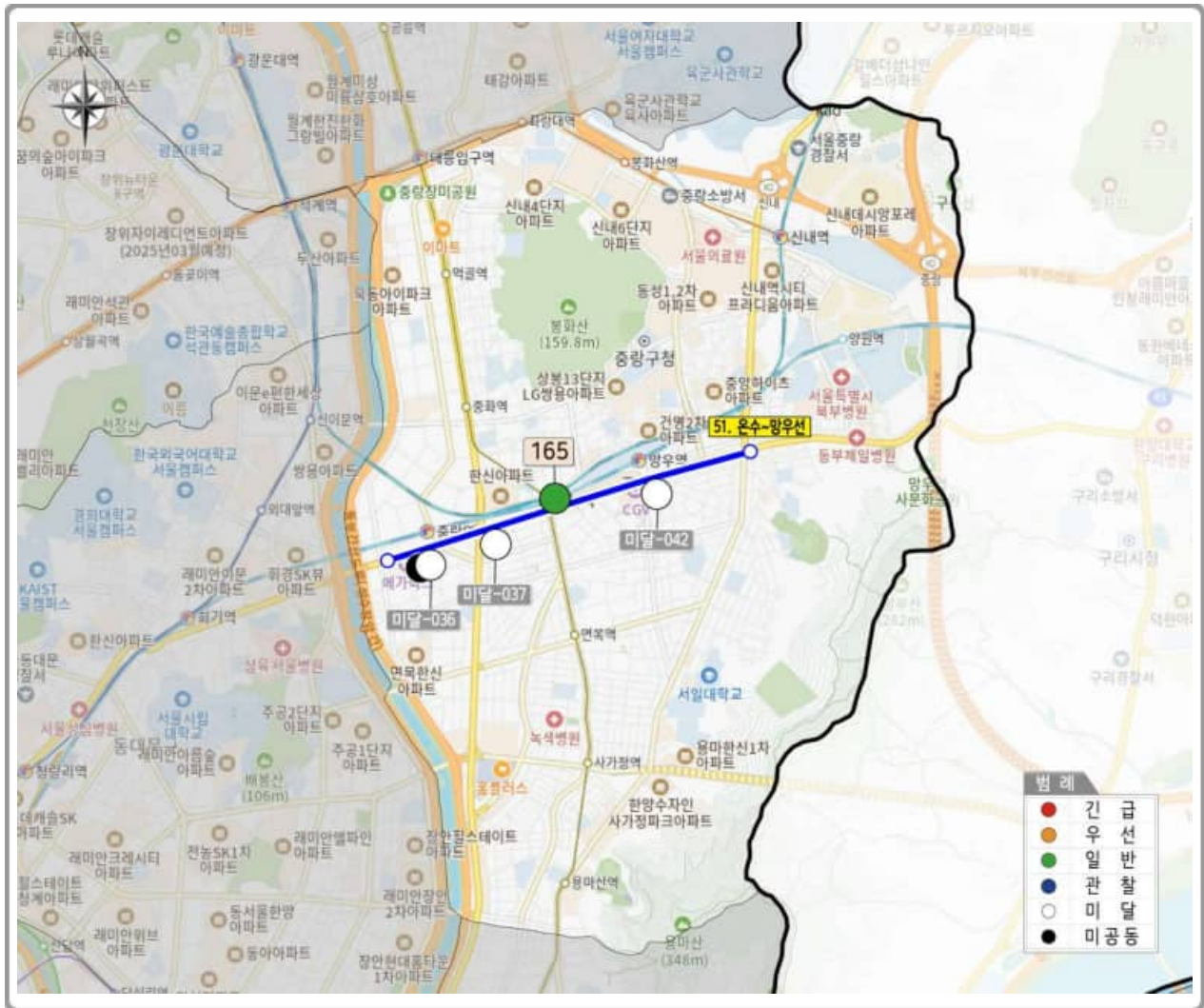


그림 4-15. 중랑구 2차 조사 현황

표 4-55. 중랑구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
1	-	-	1	-	3	1

표 4-56. 중랑구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
JR01-03	온수~망우선	미달-036	-	○	-	0.82	0.83	0.10	0.31	0.41	0.11	미달	-
JR01-09	온수~망우선	미달-037	-	○	-	0.81	0.80	0.18	0.17	0.35	0.09	미달	-
JR01-10	온수~망우선	미달-042	-	○	-	0.89	0.88	0.18	0.32	0.50	0.14	미달	-
JR01-11	온수~망우선	-	-	-	○	-						-	-
JR01-12	온수~망우선	003-165	○	-	-	1.43	1.42	0.21	0.34	0.55	0.20	일반	-

(8) 성북구

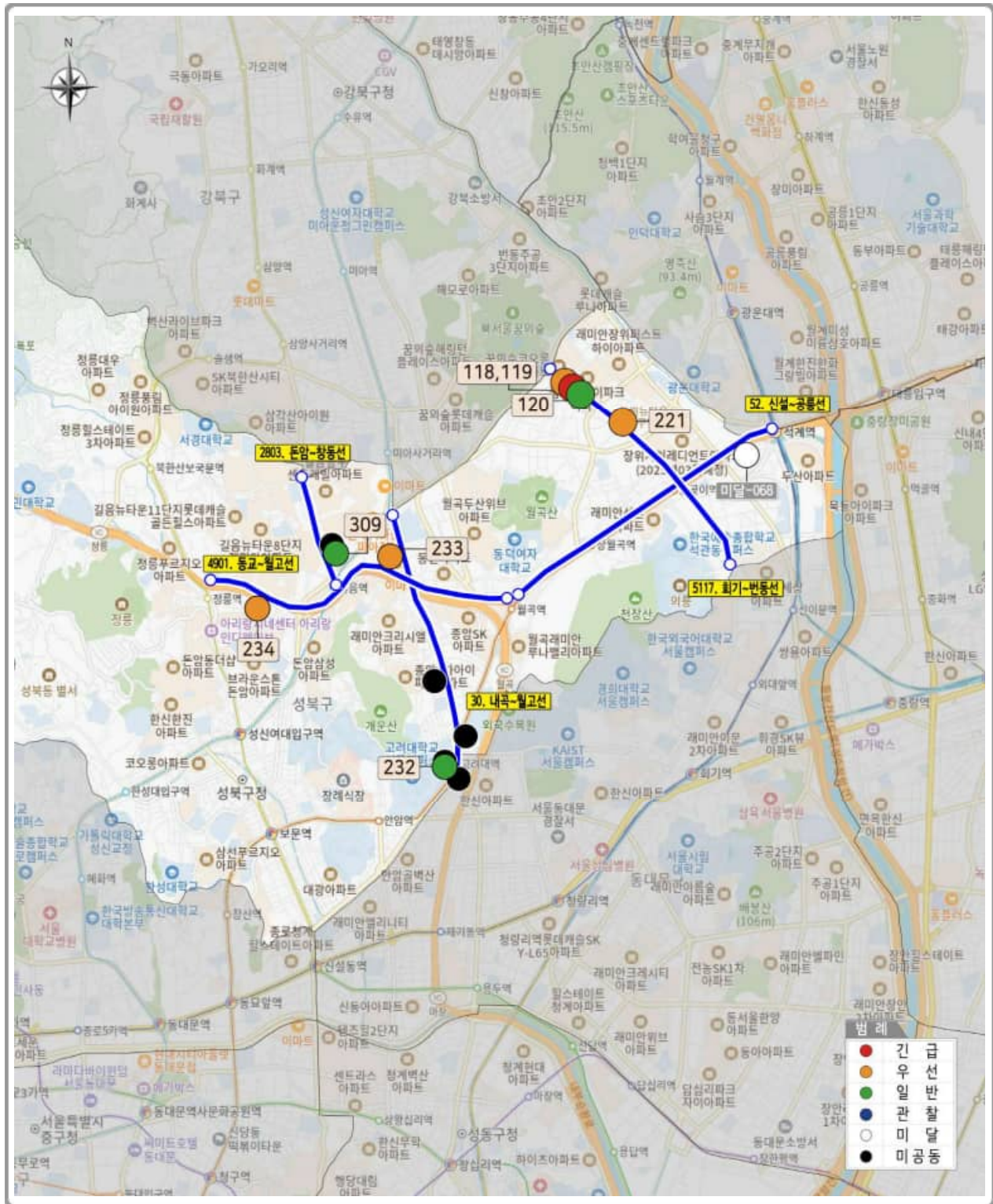


그림 4-16. 성북구 2차 조사 현황

표 4-57. 성북구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
8	1	4	3	-	1	5

표 4-58. 성북구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께		
SB01-01	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							
SB01-02	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							
SB01-03	내곡~월곡선	003-233	○	-	-	0.85	0.80	0.26	0.13	0.39	0.13	우선	-
SB01-05	내곡~월곡선	003-232	○	-	-	0.95	0.80	0.38	0.33	0.71	0.20	일반	-
SB01-07	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							
SB01-08	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							
SB02-01	동교~월곡선	003-234	○	-	-	1.05	0.90	0.64	0.20	0.84	0.20	우선	-
SB03-02	신설~공릉선	미달-068	-	○	-	0.96	0.97	0.15	0.25	0.40	0.16	미달	-
SB04-01	돈암~창동선	-	-	-	○	-							
SB04-03	돈암~창동선	003-309	○	-	-	0.90	0.87	0.25	0.23	0.48	0.23	일반	-
SB05-01	회기~번동선	003-119	○	-	-	0.80	0.70	0.31	0.16	0.47	0.16	우선	-
SB05-02	회기~번동선	003-118	○	-	-	0.90	0.80	0.35	0.10	0.45	0.10	긴급	-
SB05-03	회기~번동선	003-120	○	-	-	0.80	0.80	0.23	0.40	0.63	0.16	일반	-
SB05-04	회기~번동선	003-221	○	-	-	0.80	0.70	0.28	0.28	0.56	0.19	우선	-

(9) 강북구

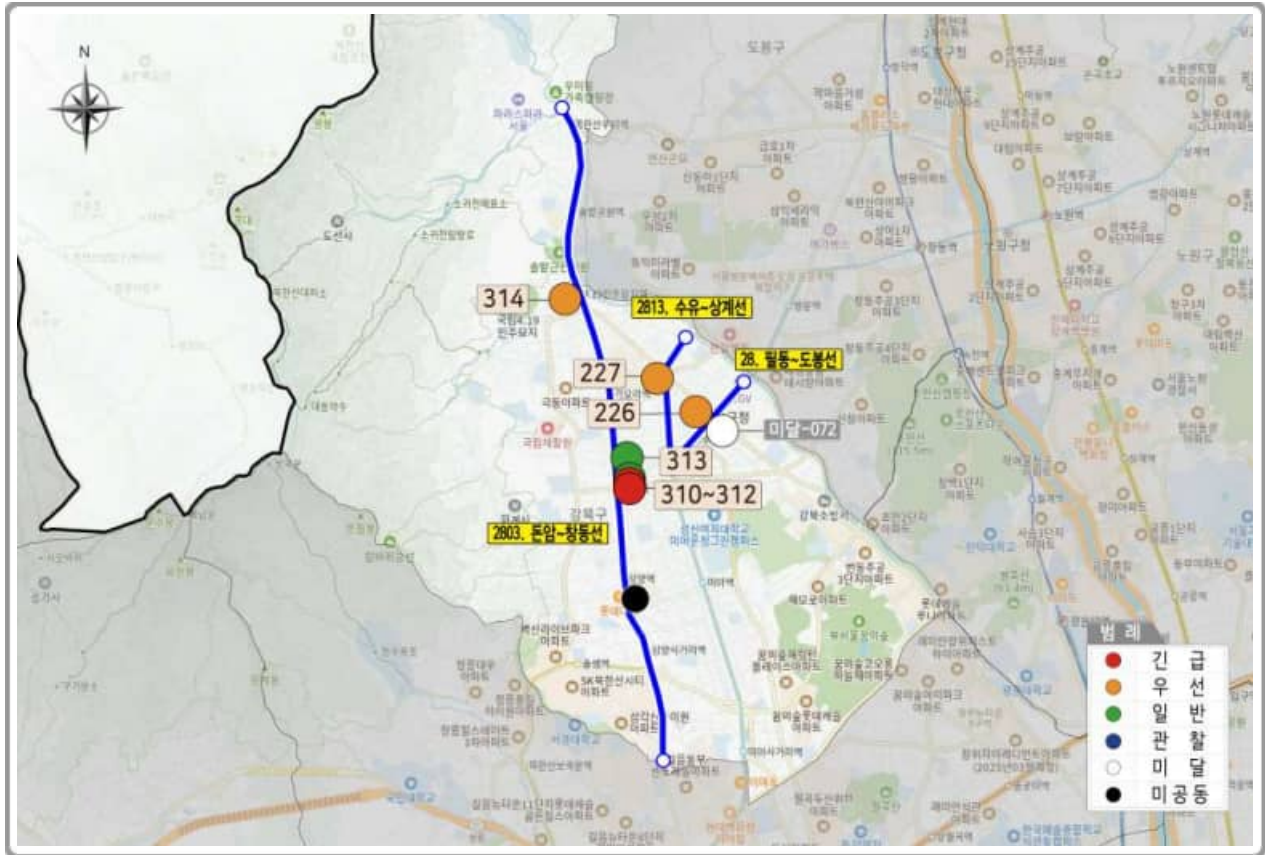


그림 4-17. 강북구 2차 조사 현황

표 4-59. 강북구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
7	2	3	2	-	1	1

표 4-60. 강북구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GB01-01	돈암~창동선	003-314	○	-	-	1.05	0.80	0.33	0.25	0.58	0.20	우선	-
GB01-06	돈암~창동선	-	-	-	○	-							
GB01-07	돈암~창동선	003-311	○	-	-	1.07	0.86	0.77	0.07	0.84	0.07	긴급	-
GB01-08	돈암~창동선	003-312	○	-	-	0.96	0.79	1.40	0.16	1.56	0.05	긴급	-
GB01-11	돈암~창동선	003-310	○	-	-	0.79	0.75	0.30	0.22	0.52	0.22	일반	-
GB01-12	돈암~창동선	003-313	○	-	-	1.12	0.89	0.25	0.23	0.48	0.23	일반	-
GB02-01	수유~상계7선	003-227	○	-	-	0.75	0.75	0.28	0.21	0.49	0.12	우선	-
GB03-01	필동~도봉선	미달-072	-	○	-	0.70	0.70	0.15	0.25	0.40	0.15	미달	-
GB03-03	필동~도봉선	003-226	○	-	-	0.75	0.75	0.20	0.14	0.34	0.14	우선	-

(10) 도봉구

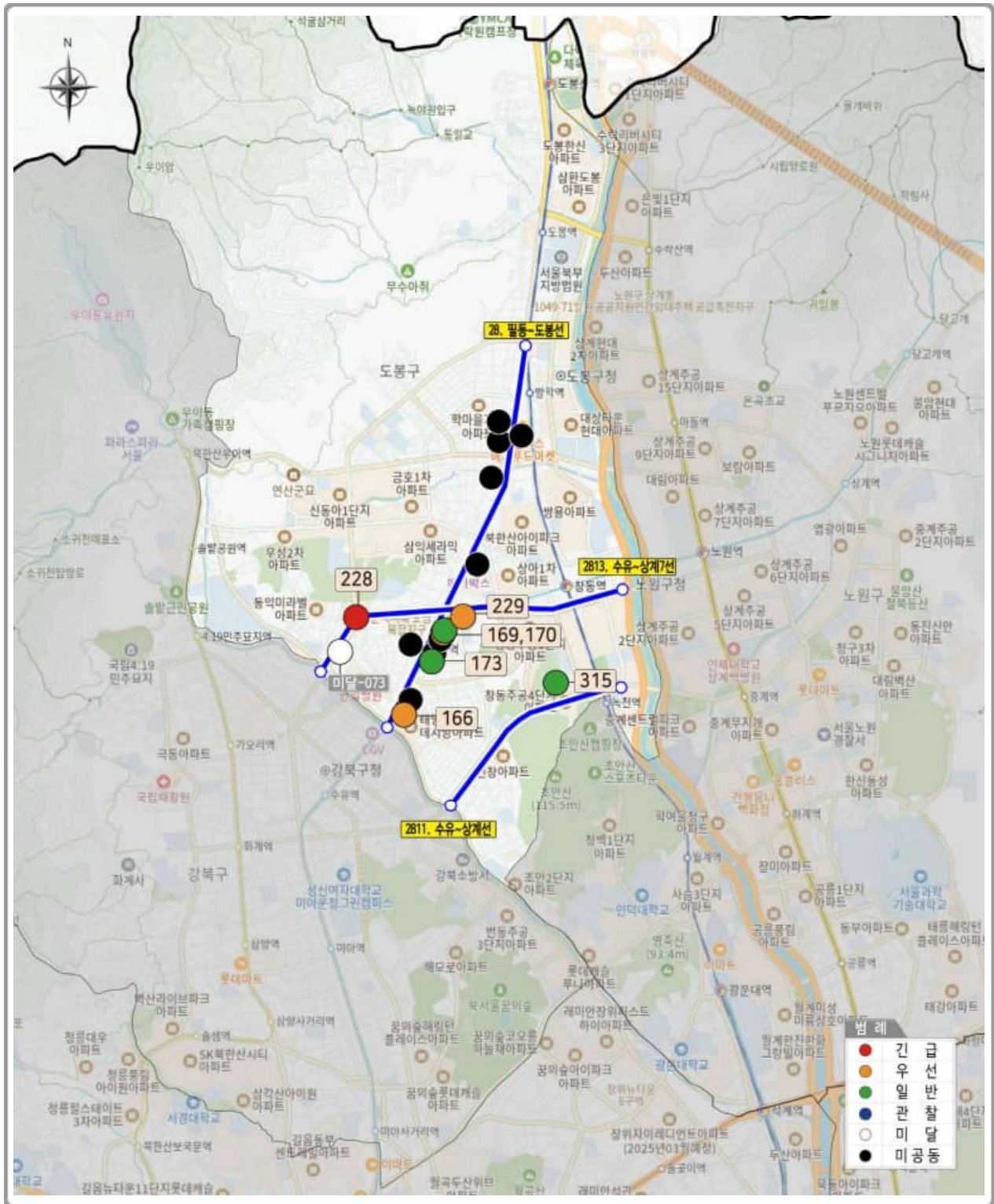


그림 4-18. 도봉구 2차 조사 현황

표 4-61. 도봉구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
7	1	4	2	-	1	9

표 4-62. 도봉구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께		
DB01-03	수유~상계선	003-315	○	-	-	0.78	0.75	0.25	0.15	0.40	0.15	우선	-
DB02-02	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-03	필동~도봉선	003-169	○	-	-	0.96	0.96	0.32	0.18	0.50	0.18	우선	-
DB02-05	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-07	필동~도봉선	003-170	○	-	-	0.97	0.96	0.29	0.42	0.71	0.12	일반	-
DB02-10	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-11	필동~도봉선	003-166	○	-	-	0.86	0.85	0.30	0.30	0.60	0.12	우선	-
DB02-12	필동~도봉선	003-173	○	-	-	0.82	0.83	0.22	0.34	0.56	0.19	일반	-
DB02-13	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-15	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-21	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-22	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-25	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB02-26	필동~도봉선	-	-	-	○	-							
DB03-01	수유~상계7선	003-228	○	-	-	0.80	0.70	0.33	0.08	0.41	0.08	긴급	-
DB03-02	수유~상계7선	003-229	○	-	-	0.90	0.80	0.23	0.26	0.49	0.20	우선	-
DB03-08	수유~상계7선	미달-073	-	○	-	0.60	0.60	0.19	0.21	0.40	0.21	미달	-

(11) 노원구

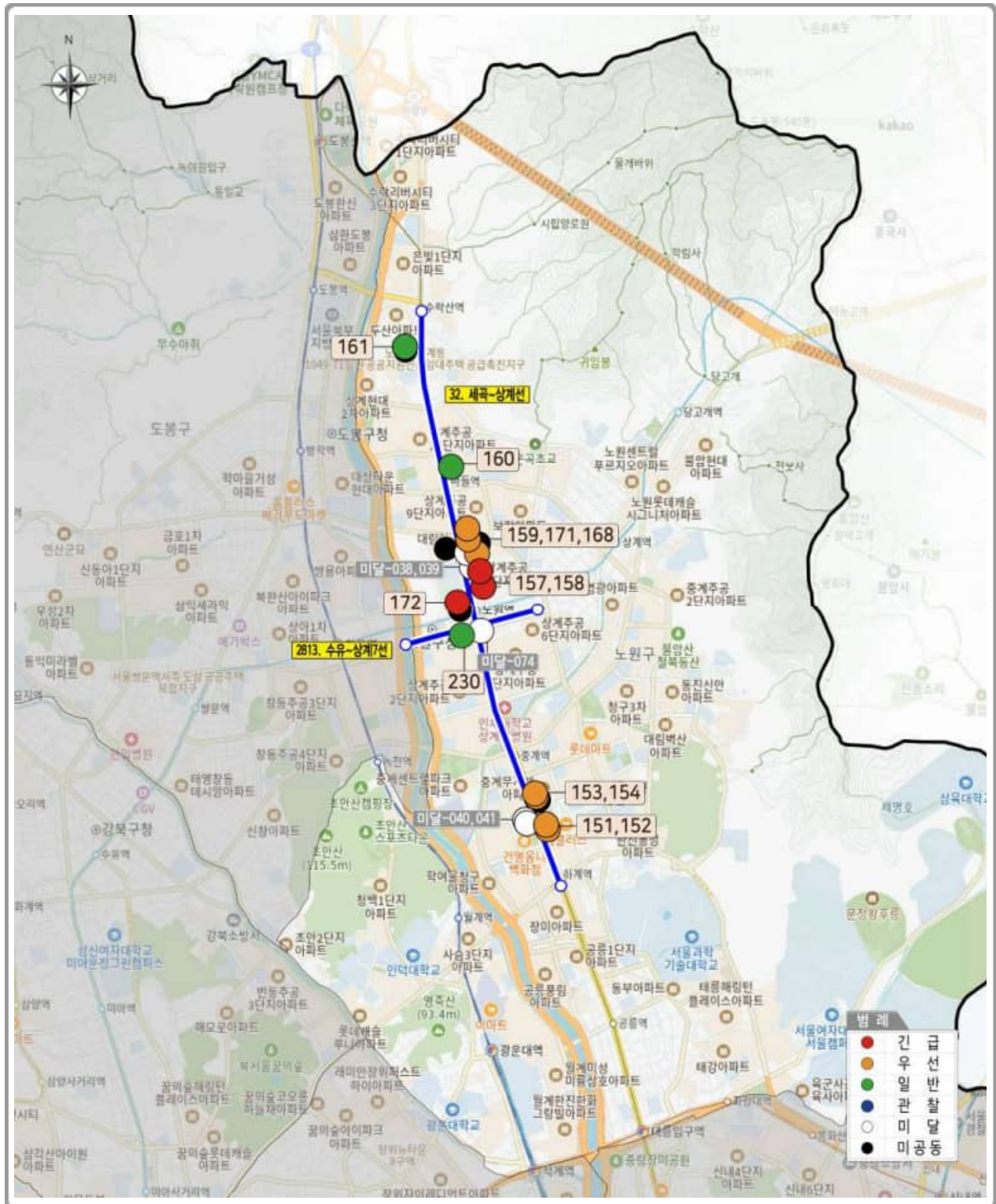


그림 4-19. 노원구 2차 조사 현황

표 4-63. 노원구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
13	3	7	3	-	5	5

표 4-64. 노원구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
NW01-01	세곡~상계선	-	-	-	○	-							
NW01-02	세곡~상계선	003-153	○	-	-	0.81	0.80	0.43	0.20	0.63	0.16	우선	-
NW01-03	세곡~상계선	003-154	○	-	-	0.83	0.82	0.26	0.28	0.54	0.18	우선	-
NW01-07	세곡~상계선	003-151	○	-	-	0.80	0.80	0.27	0.20	0.47	0.12	우선	-
NW01-08	세곡~상계선	003-152	○	-	-	0.97	0.99	0.37	0.13	0.50	0.13	우선	-
NW01-09	세곡~상계선	미달-038	-	○	-	0.80	0.80	0.16	0.16	0.32	0.16	미달	-
NW01-10	세곡~상계선	003-168	○	-	-	0.81	0.82	0.28	0.22	0.50	0.17	우선	-
NW01-11	세곡~상계선	003-171	○	-	-	0.86	0.85	0.21	0.30	0.51	0.17	우선	-
NW01-12	세곡~상계선	미달-039	-	○	-	1.16	1.10	0.14	0.19	0.33	0.19	미달	-
NW01-14	세곡~상계선	-	-	-	○	-							
NW01-17	세곡~상계선	003-157	○	-	-	0.83	0.86	0.23	0.10	0.33	0.10	긴급	-
NW01-18	세곡~상계선	003-158	○	-	-	0.86	0.85	0.37	0.08	0.45	0.08	긴급	-
NW01-19	세곡~상계선	003-159	○	-	-	0.79	0.80	0.28	0.13	0.41	0.13	우선	-
NW01-24	세곡~상계선	-	-	-	○	-							
NW01-25	세곡~상계선	003-160	○	-	-	0.91	0.91	0.34	0.36	0.70	0.26	일반	-
NW01-26	세곡~상계선	-	-	-	○	-							
NW01-27	세곡~상계선	-	-	-	○	-							
NW01-30	세곡~상계선	미달-040	-	○	-	0.89	0.92	0.15	0.15	0.30	0.15	미달	-
NW01-30(2)	세곡~상계선	미달-041	-	○	-	0.89	0.92	0.10	0.30	0.40	0.10	미달	-
NW01-31	세곡~상계선	003-161	○	-	-	0.84	0.85	0.26	0.28	0.54	0.28	일반	-
NW01-32	세곡~상계선	003-172	○	-	-	0.91	0.90	0.21	0.02	0.23	0.02	긴급	○
NW02-01	수유~상계7선	003-230	○	-	-	1.00	0.80	0.26	0.27	0.53	0.27	일반	-
NW02-03	수유~상계7선	미달-074	-	○	-	0.80	0.80	0.12	0.25	0.37	0.25	미달	-

(12) 은평구

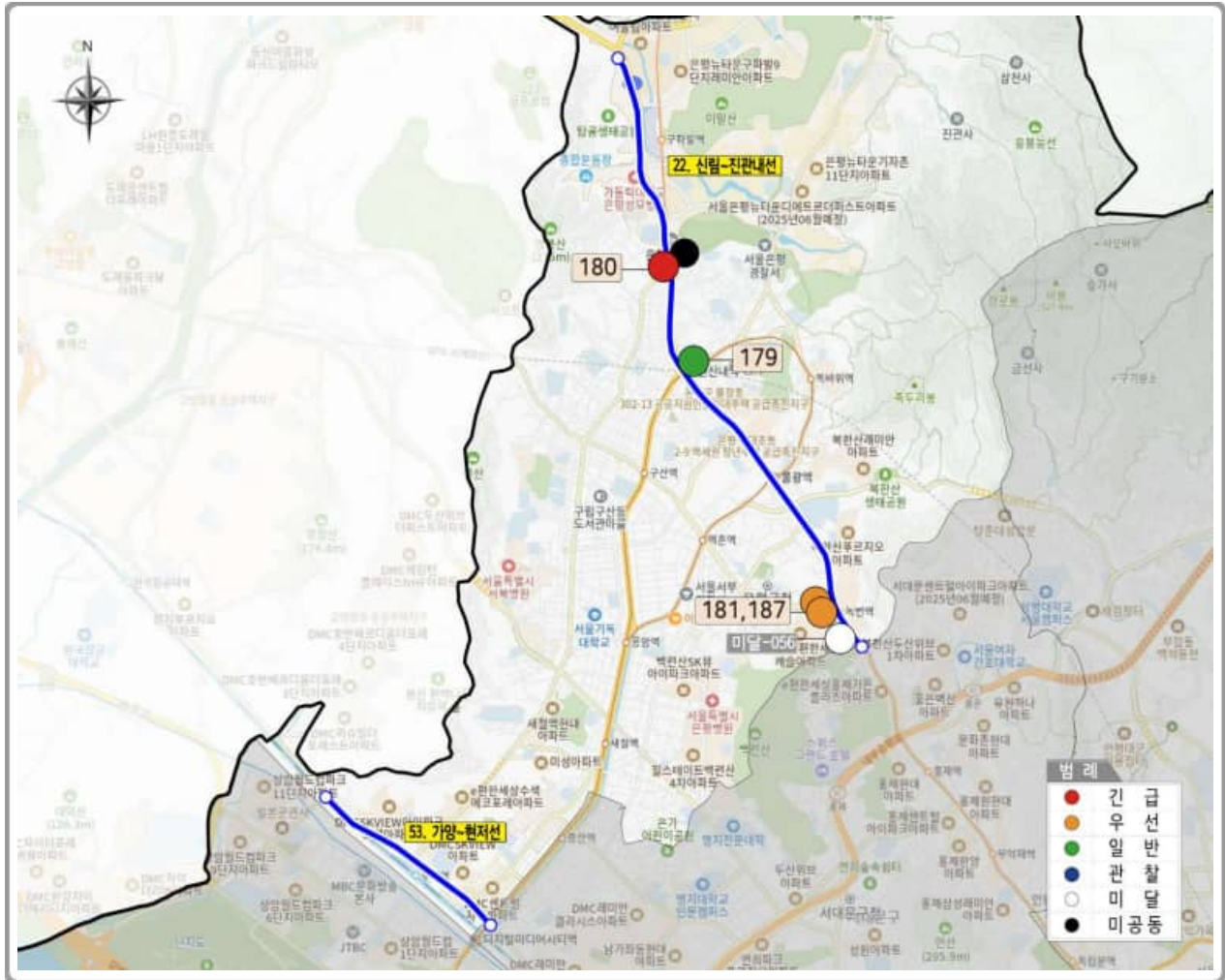


그림 4-20. 은평구 2차 조사 현황

표 4-65. 은평구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
4	1	2	1	-	1	1

표 4-66. 은평구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	형단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
EP02-02	신림~진관내선	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
EP02-04	신림~진관내선	미달-056	-	○	-	0.92	0.94	0.17	0.38	0.55	0.13	미달	-
EP02-07	신림~진관내선	003-179	○	-	-	0.88	0.87	0.23	0.57	0.80	0.17	일반	-
EP02-10	신림~진관내선	003-180	○	-	-	0.82	0.81	0.21	0.10	0.31	0.10	긴급	-
EP02-12	신림~진관내선	003-181	○	-	-	0.96	0.97	0.32	0.20	0.52	0.20	우선	-
EP02-13	신림~진관내선	003-187	○	-	-	0.96	0.97	0.76	0.18	0.94	0.18	우선	-

(13) 서대문구

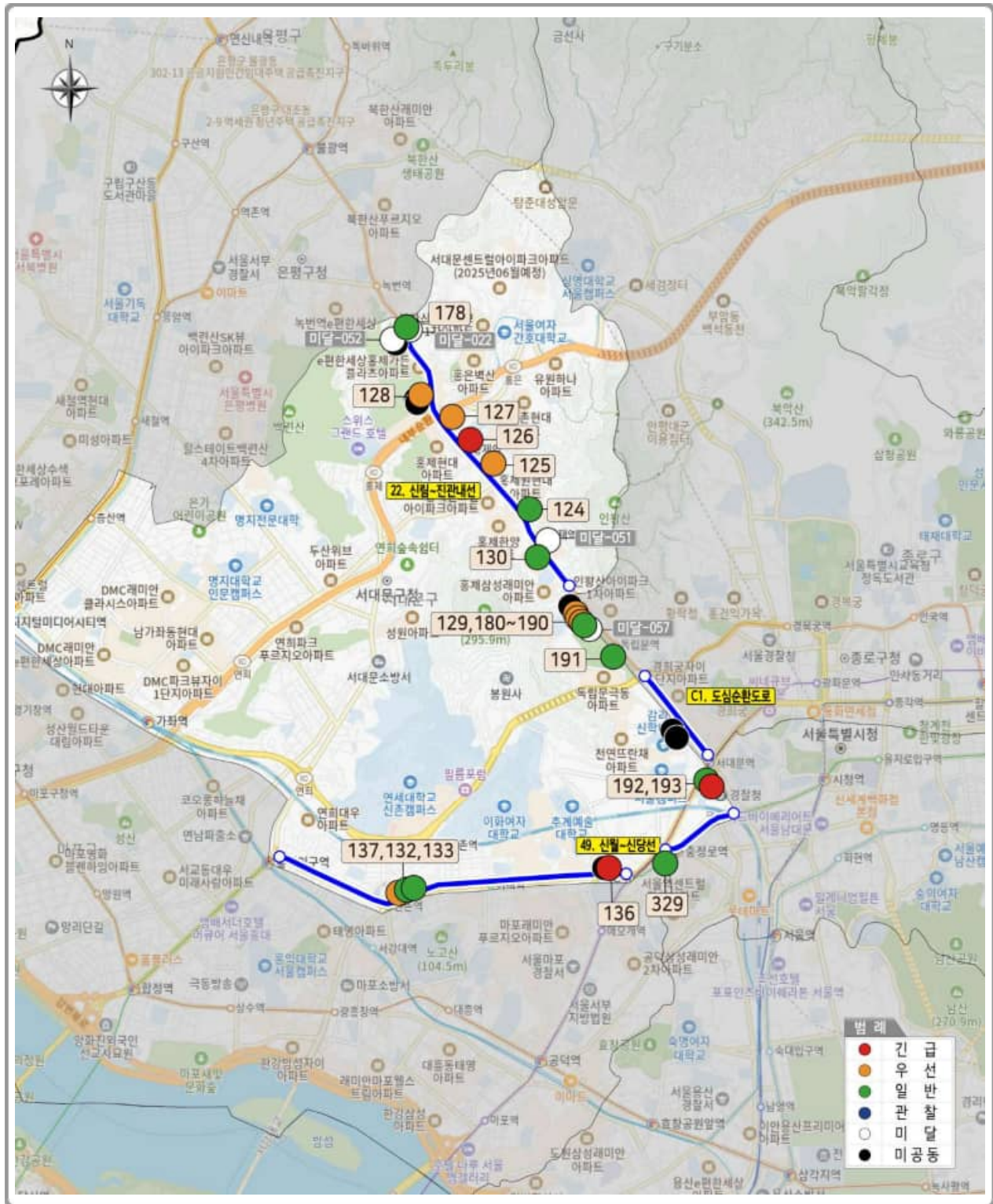


그림 4-21. 서대문구 2차 조사 현황

표 4-67. 서대문구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
20	3	8	9	-	4	7

표 4-68. 서대문구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
SDM01-03	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
SDM01-04	신림~진관내선	미달-052	-	○	-	0.84	0.83	0.14	0.37	0.51	0.27	미달	-
SDM01-11	신림~진관내선	003-124	○	-	-	0.83	0.82	0.21	0.21	0.42	0.08	일반	-
SDM01-12	신림~진관내선	003-178	○	-	-	1.00	0.98	0.28	0.41	0.69	0.23	일반	-
SDM01-13	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
SDM01-14	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
SDM01-18	신림~진관내선	003-130	○	-	-	0.96	0.98	0.29	0.25	0.54	0.25	일반	-
SDM01-19	신림~진관내선	003-125	○	-	-	0.86	0.84	0.21	0.20	0.41	0.13	우선	-
SDM01-22	신림~진관내선	미달-051	-	○	-	1.26	1.28	0.15	0.36	0.51	0.18	미달	-
SDM01-27	신림~진관내선	003-126	○	-	-	0.83	0.82	0.32	0.18	0.50	0.10	긴급	-
SDM01-28	신림~진관내선	미달-022	-	○	-	0.87	0.86	0.14	0.58	0.72	0.16	미달	-
SDM01-29	신림~진관내선	003-127	○	-	-	0.80	0.80	0.26	0.14	0.40	0.14	우선	-
SDM01-36	신림~진관내선	003-129	○	-	-	0.92	0.94	0.24	0.16	0.40	0.16	우선	-
SDM01-37	신림~진관내선	-	-	-	○	-							
SDM01-43	신림~진관내선	003-188	○	-	-	0.90	0.91	0.45	0.13	0.58	0.13	우선	-
SDM01-44	신림~진관내선	미달-057	-	○	-	0.86	0.88	0.17	0.10	0.27	0.10	미달	-
SDM01-46	신림~진관내선	003-189	○	-	-	0.86	0.87	0.38	0.12	0.48	0.12	우선	-
SDM01-47	신림~진관내선	003-191	○	-	-	0.97	0.98	0.22	0.38	0.60	0.19	일반	-
SDM01-48	신림~진관내선	003-128	○	-	-	0.82	0.83	0.30	0.30	0.60	0.17	우선	-
SDM01-51	신림~진관내선	003-190	○	-	-	0.84	0.83	0.38	0.25	0.73	0.25	일반	-
SDM02-01	신월~신당선	003-137	○	-	-	0.81	0.80	0.25	0.25	0.50	0.15	우선	-
SDM02-02	신월~신당선	-	-	-	○	-							
SDM02-05	신월~신당선	003-318	○	-	-	0.96	0.94	0.22	0.11	0.33	0.11	우선	-
SDM02-16	신월~신당선	003-132	○	-	-	0.87	0.86	0.28	0.26	0.54	0.26	일반	-
SDM02-17	신월~신당선	003-133	○	-	-	0.91	0.87	0.21	0.40	0.61	0.31	일반	-
SDM02-26	신월~신당선	003-136	○	-	-	0.81	0.83	0.74	0.08	0.82	0.08	긴급	-
SDM03-01	도심순환도로	003-192	○	-	-	0.95	0.80	0.23	0.54	0.77	0.20	일반	-
SDM03-03	도심순환도로	003-193	○	-	-	0.85	0.70	0.29	0.16	0.45	0.08	긴급	-
SDM03-04	도심순환도로	-	-	-	○	-							
SDM03-05	도심순환도로	-	-	-	○	-							
SDM04-01	신월~신당선	003-329	○	-	-	0.84	0.85	0.24	0.22	0.46	0.22	일반	-

(14) 마포구

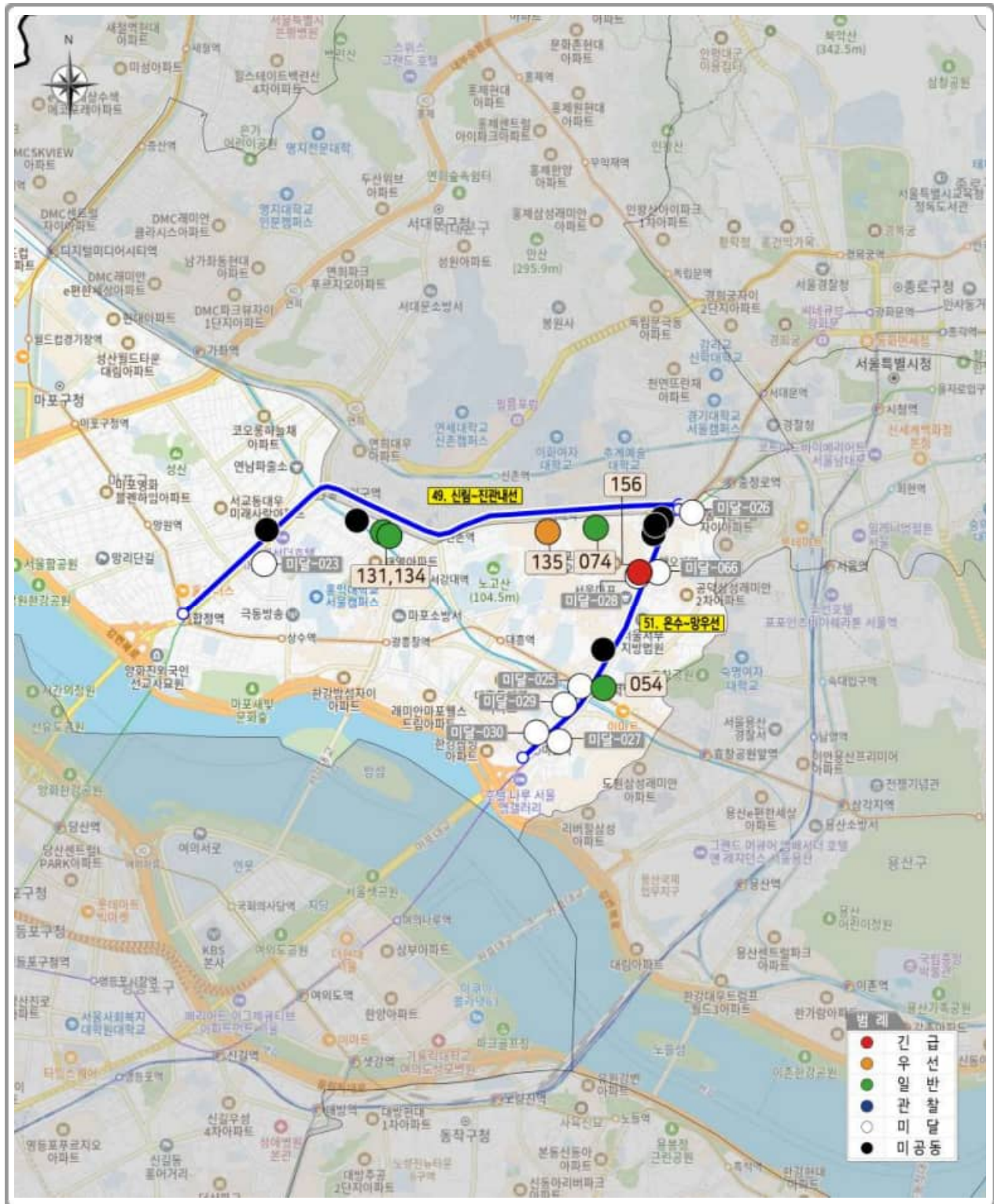


그림 4-22. 마포구 2차 조사 현황

표 4-69. 마포구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
6	1	1	4	-	8	6

표 4-70. 마포구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
MP01-02	신월~신당선	미달-023	-	○	-	0.84	0.80	0.19	0.32	0.51	0.24	미달	-
MP01-03	신월~신당선	003-131	○	-	-	1.04	1.00	0.23	0.33	0.56	0.14	일반	-
MP01-05	신월~신당선	003-074	○	-	-	0.94	0.95	0.25	0.46	0.71	0.40	일반	-
MP01-14	신월~신당선	-	-	-	○	-							
MP01-19	신월~신당선	-	-	-	○	-							
MP01-22	신월~신당선	003-134	○	-	-	0.81	0.80	0.26	0.24	0.50	0.24	일반	-
MP01-24(2)	신월~신당선	003-135	○	-	-	0.94	0.91	0.62	0.30	0.92	0.12	우선	-
MP01-25	신월~신당선	-	-	-	○	-							
MP02-01	온수~망우선	미달-066	-	○	-	0.89	0.88	0.19	0.19	0.38	0.19	미달	-
MP02-02	온수~망우선	미달-026	-	○	-	0.96	0.95	0.12	0.20	0.32	0.18	미달	-
MP02-03	온수~망우선	003-054	○	-	-	0.80	0.79	0.26	0.28	0.54	0.09	일반	-
MP02-06	온수~망우선	미달-027	-	○	-	0.80	0.81	0.09	0.25	0.34	0.25	미달	-
MP02-09	온수~망우선	-	-	-	○	-							
MP02-10	온수~망우선	미달-028	-	○	-	0.96	0.98	0.15	0.36	0.51	0.25	미달	-
MP02-11	온수~망우선	미달-029	-	○	-	1.12	1.12	0.13	0.33	0.46	0.08	미달	-
MP02-12	온수~망우선	003-156				0.90	0.97	0.20	0.20	0.40	0.08	긴급	-
MP02-15	온수~망우선	-	-	-	○	-							
MP02-19	온수~망우선	-	-	-	○	-							
MP02-21	온수~망우선	미달-025	-	○	-	0.82	0.83	0.11	0.30	0.41	0.30	미달	-
MP02-22	온수~망우선	미달-030	-	○	-	1.01	1.02	0.12	0.43	0.55	0.20	미달	-

(15) 양천구

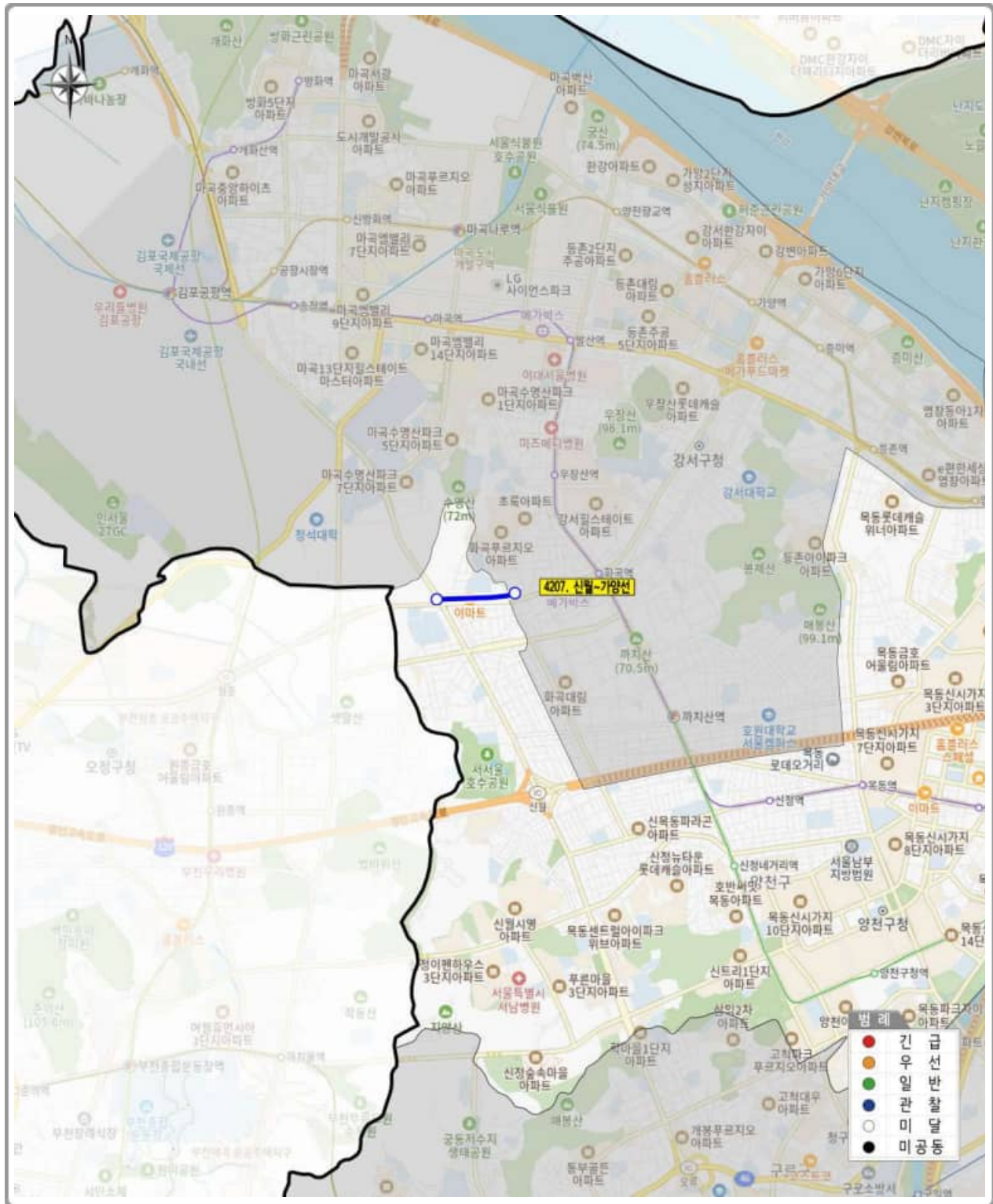


그림 4-23. 양천구 2차 조사 현황

표 4-71. 양천구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
-	-	-	-	-	-	-

(16) 강서구

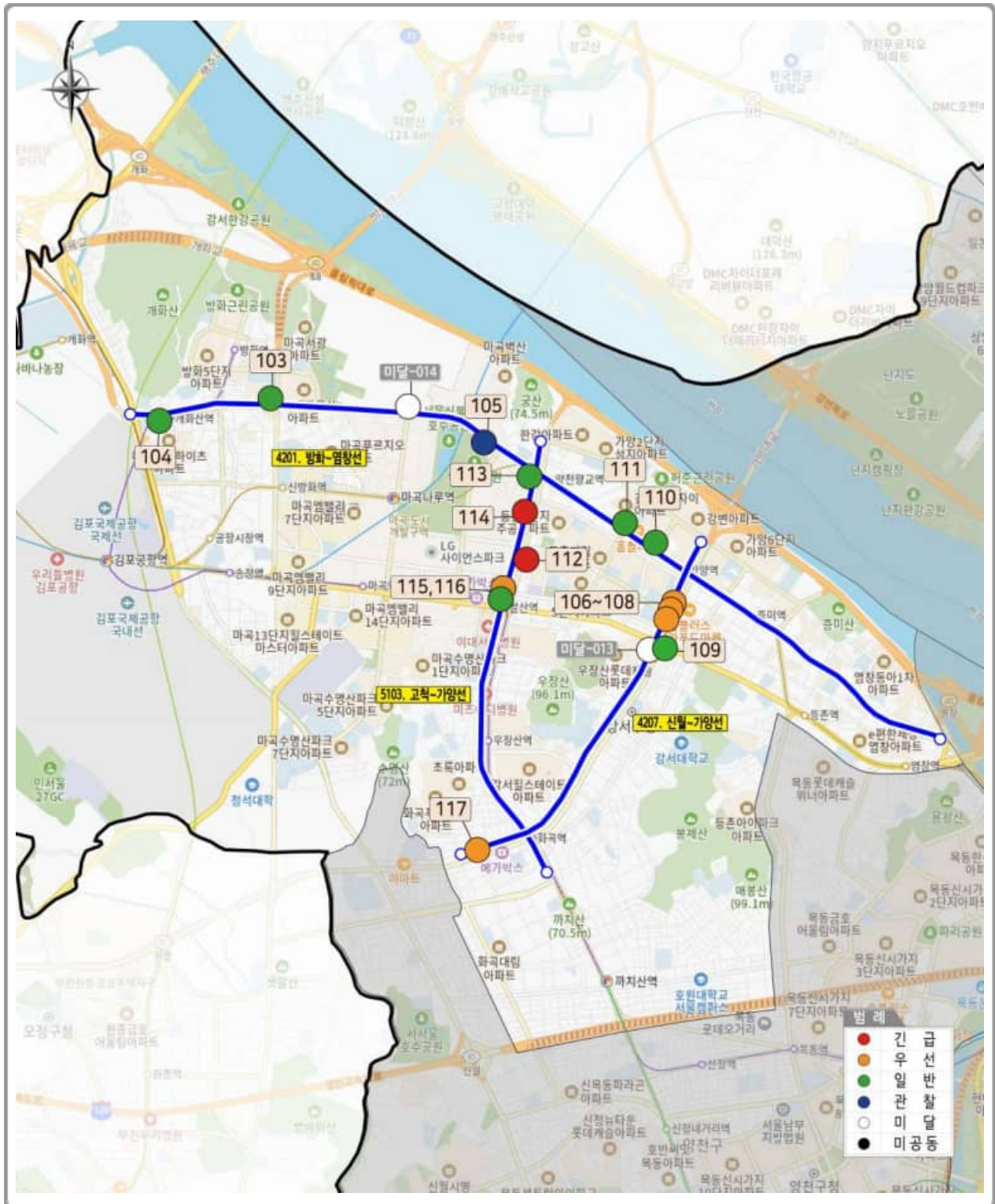


그림 4-24. 강서구 2차 조사 현황

표 4-72. 강서구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
15	2	5	7	1	2	-

표 4-73. 강서구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GS01-01	방화~염창선	003-104	○	-	-	0.90	0.70	0.36	0.28	0.64	0.28	일반	-
GS01-02	방화~염창선	003-105	○	-	-	0.80	0.70	0.36	0.37	0.73	0.30	관찰	-
GS01-06	방화~염창선	003-110	○	-	-	1.00	0.80	0.24	0.48	0.72	0.48	일반	-
GS01-07	방화~염창선	003-111	○	-	-	0.90	0.70	0.20	0.37	0.57	0.37	일반	-
GS01-08	방화~염창선	미달-014	-	○	-	0.70	0.60	0.14	0.10	0.24	0.10	미달	-
GS01-09	방화~염창선	003-103	○	-	-	0.90	0.80	0.60	0.32	0.92	0.32	일반	-
GS02-01	신월~가양선	003-106	○	-	-	0.75	0.75	0.27	0.11	0.38	0.11	우선	-
GS02-02	신월~가양선	003-107	○	-	-	0.90	0.70	0.25	0.19	0.44	0.19	우선	-
GS02-03	신월~가양선	003-108	○	-	-	0.90	0.80	0.62	0.28	0.90	0.19	우선	-
GS02-04	신월~가양선	미달-013	-	○	-	0.90	0.60	0.13	0.04	0.17	0.04	미달	-
GS02-05	신월~가양선	003-117	○	-	-	0.90	0.80	0.82	0.30	1.12	0.18	우선	-
GS02-06	신월~가양선	003-109	○	-	-	0.90	0.90	0.33	0.36	0.69	0.36	일반	-
GS03-01	고척~가양선	003-113	○	-	-	0.90	0.80	0.27	0.21	0.48	0.21	일반	-
GS03-02	고척~가양선	003-114	○	-	-	1.00	0.90	0.29	0.07	0.36	0.07	긴급	-
GS03-03	고척~가양선	003-115	○	-	-	0.90	0.80	0.25	0.23	0.48	0.20	우선	-
GS03-04	고척~가양선	003-116	○	-	-	0.95	0.70	0.28	0.23	0.51	0.23	일반	-
GS03-11	고척~가양선	003-112	○	-	-	0.80	0.70	0.23	0.06	0.29	0.06	긴급	-

(17) 금천구

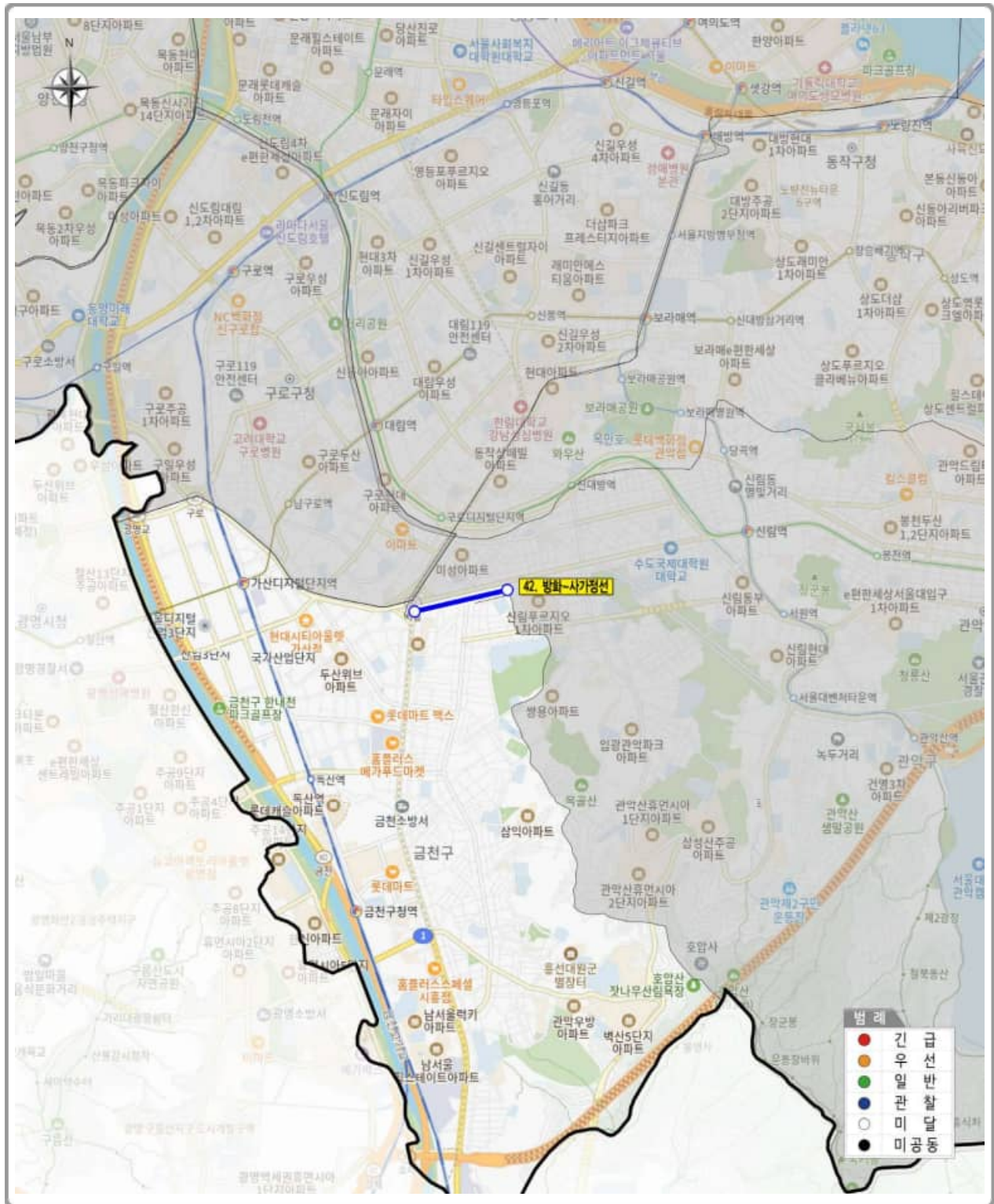


그림 4-25. 금천구 2차 조사 현황

표 4-74. 금천구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
-	-	-	-	-	-	-

(18) 영등포구

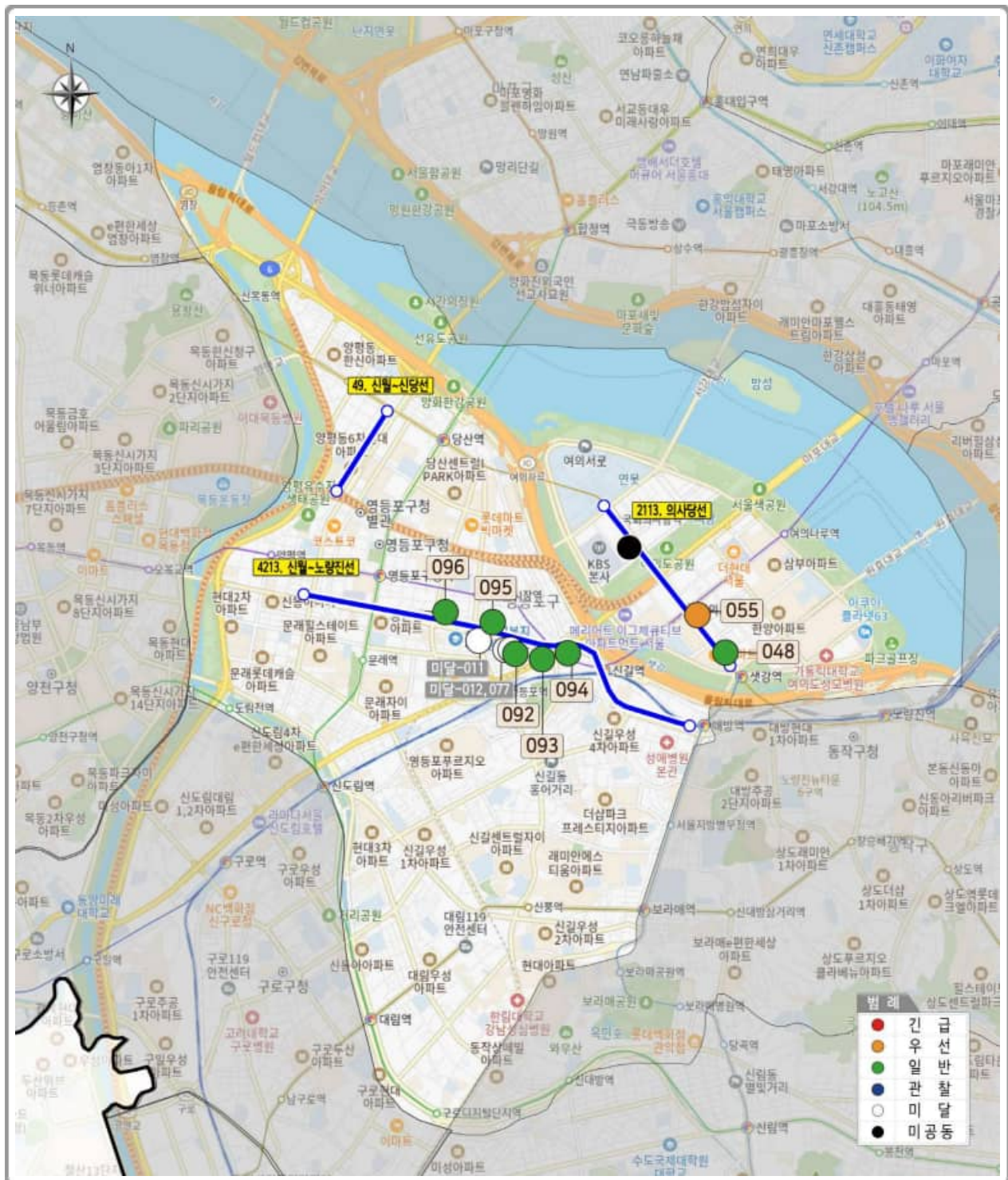


그림 4-26. 영등포구 2차 조사 현황

표 4-75. 영등포구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
7	-	1	6	-	3	1

표 4-76. 영등포구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
YD01-03	일반	미달-011	-	○	-	0.70	0.70	0.13	0.20	0.33	0.20	미달	-
YD01-04	우선	미달-012	-	○	-	0.80	0.70	0.12	0.25	0.37	0.25	미달	-
YD01-05	일반	미달-077	-	○	-	0.90	0.80	0.20	0.44	0.64	0.19	미달	-
YD01-06	신월~노량진선	003-092	○	-	-	0.85	0.80	0.24	0.26	0.50	0.26	일반	-
YD01-07	신월~노량진선	003-093	○	-	-	0.95	0.80	0.21	0.26	0.47	0.26	일반	-
YD01-08	신월~노량진선	003-094	○	-	-	0.90	0.70	0.62	0.38	1.00	0.29	일반	-
YD01-10	신월~노량진선	003-095	○	-	-	0.90	0.80	0.23	0.22	0.45	0.22	일반	-
YD01-12	신월~노량진선	003-096	○	-	-	1.00	1.00	0.49	0.37	0.86	0.27	일반	-
YD03-02	일반	-	-	-	○	-							
YD03-04	의사당선	003-048	○	-	-	0.85	0.70	0.20	0.23	0.43	0.23	일반	-
YD03-06	의사당선	003-055	○	-	-	1.10	0.70	0.26	0.20	0.46	0.20	우선	-

(19) 동작구

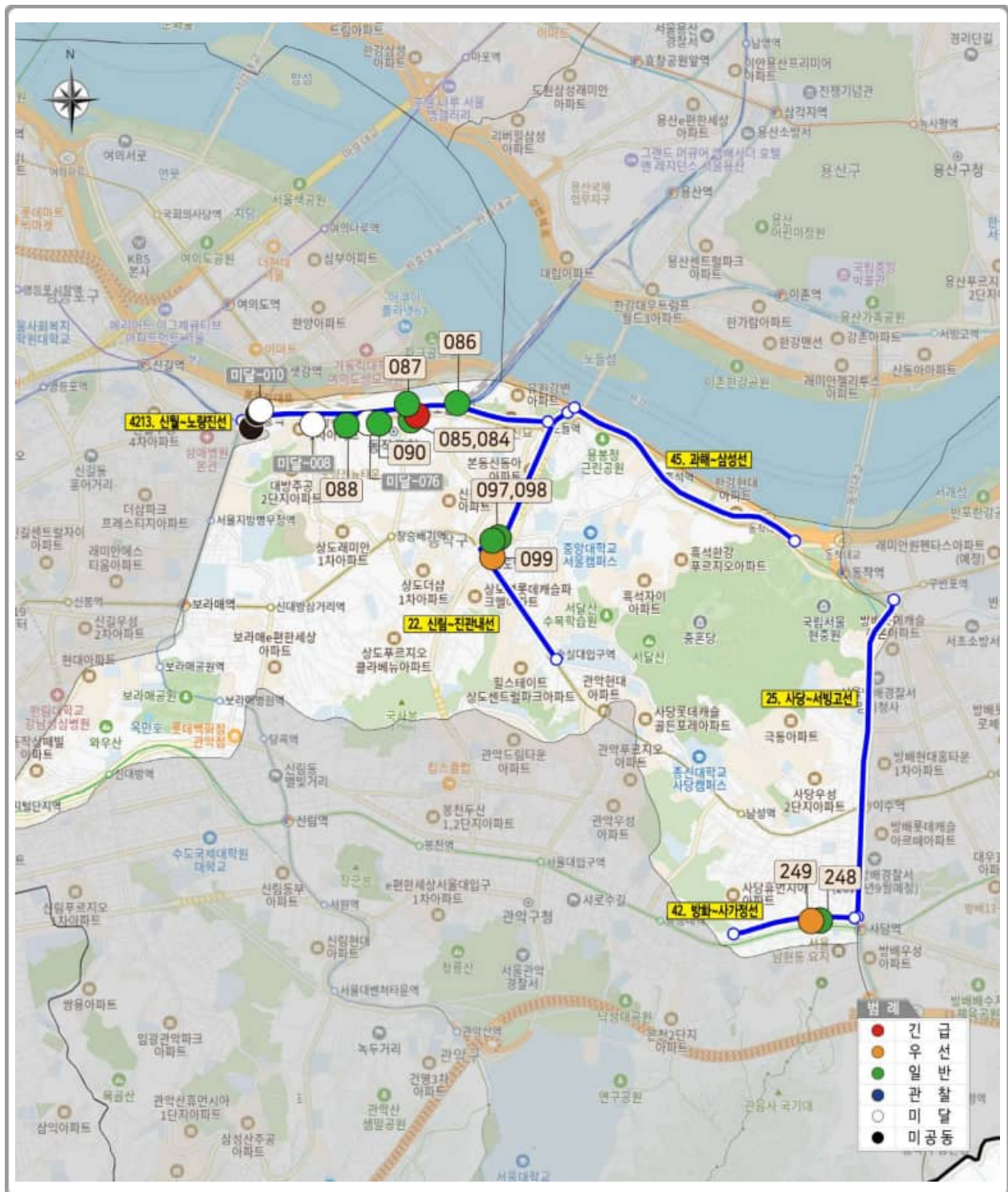


그림 4-27. 동작구 2차 조사 현황

표 4-77. 동작구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
11	1	2	8	-	3	2

표 4-78. 동작구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
DJ02-01	신월~노량진선	-	-	-	○	-							
DJ02-05	신월~노량진선	미달-008	-	○	-	0.80	0.70	0.16	0.12	0.28	0.12	미달	-
DJ02-06	신월~노량진선	003-088	○	-	-	0.80	0.75	0.29	0.29	0.58	0.29	일반	-
DJ02-07	신월~노량진선	미달-076	-	○	-	0.80	0.70	0.20	0.25	0.45	0.25	미달	-
DJ02-08	신월~노량진선	003-090	○	-	-	0.90	0.80	1.20	0.25	1.45	0.25	일반	-
DJ02-09	신월~노량진선	003-085	○	-	-	0.90	0.80	0.27	0.40	0.67	0.27	일반	-
DJ02-12	신월~노량진선	003-086	○	-	-	0.80	0.80	0.78	0.22	1.00	0.22	일반	-
DJ02-13	신월~노량진선	003-087	○	-	-	0.80	0.70	0.31	0.30	0.61	0.26	일반	-
DJ02-15	신월~노량진선	-	-	-	○	-							
DJ02-16	신월~노량진선	미달-010	-	○	-	0.80	0.75	0.14	0.21	0.35	0.21	미달	-
DJ02-18	신월~노량진선	003-084	○	-	-	0.75	0.75	0.28	0.04	0.32	0.04	긴급	-
DJ03-02	신림~진관내선	003-097	○	-	-	1.00	0.80	0.23	0.26	0.49	0.26	일반	-
DJ03-03	신림~진관내선	003-098	○	-	-	1.10	0.80	0.36	0.28	0.64	0.25	일반	-
DJ03-08	신림~진관내선	003-099	○	-	-	0.90	0.80	0.24	0.24	0.48	0.19	우선	-
DJ05-01	방화~사가정선	003-248	○	-	-	0.80	0.70	0.21	0.26	0.47	0.26	일반	-
DJ05-02	방화~사가정선	003-249	○	-	-	0.90	0.70	0.26	0.20	0.46	0.20	우선	-

(20) 관악구

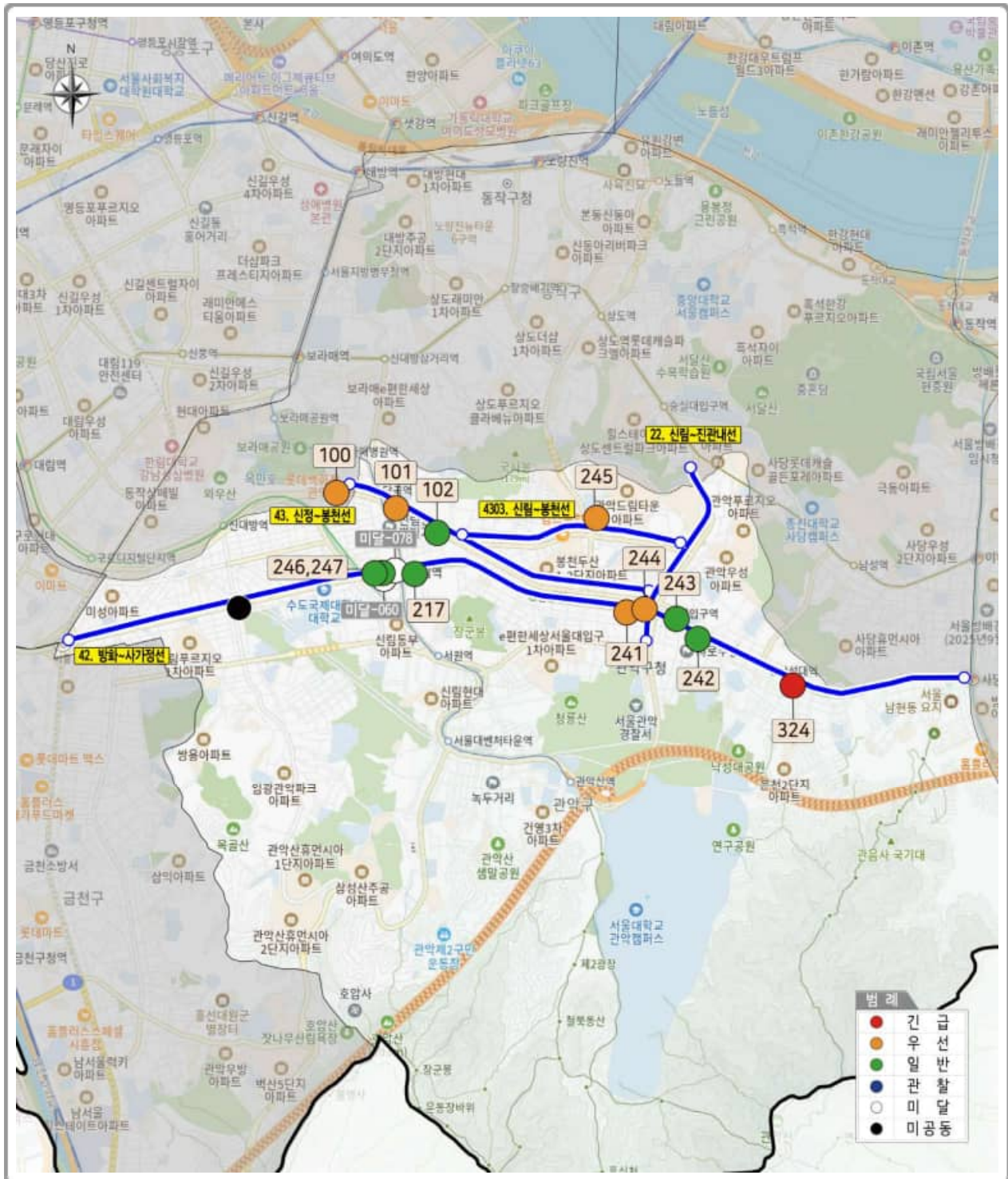


그림 4-28. 관악구 2차 조사 현황

표 4-79. 관악구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
12	1	6	5	-	2	1

표 4-80. 관악구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고		
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께				
GA02-02	방화~사가정선	-	-	-	○	-									
GA02-03	방화~사가정선	미달-060	-	○	-	0.70	0.70	0.14	0.26	0.40	0.26	미달	-		
GA02-04	방화~사가정선	003-217	○	-	-	0.75	0.75	0.23	0.21	0.44	0.21	일반	-		
GA02-06	방화~사가정선	003-241	○	-	-	0.90	0.70	0.30	0.15	0.45	0.15	우선	-		
GA02-08	방화~사가정선	003-242	○	-	-	1.30	0.80	0.65	0.32	0.97	0.26	일반	-		
GA02-11	방화~사가정선	003-324	○	-	-	1.00	0.90	0.23	0.05	0.28	0.05	긴급	-		
GA02-13	방화~사가정선	003-243	○	-	-	0.75	0.75	0.61	0.28	0.89	0.28	일반	-		
GA02-14	방화~사가정선	003-244	○	-	-	0.80	0.80	0.24	0.28	0.52	0.20	우선	-		
GA02-17	방화~사가정선	미달-078	-	○	-	0.90	0.70	0.10	0.31	0.41	0.31	미달	-		
GA02-18	방화~사가정선	003-246	○	-	-	0.75	0.75	0.28	0.23	0.51	0.23	일반	-		
GA02-19	방화~사가정선	003-247	○	-	-	1.00	0.90	0.26	0.20	0.46	0.20	우선	-		
GA03-01	신정~봉천선	003-100	○	-	-	0.80	0.70	0.25	0.20	0.45	0.20	우선	-		
GA03-03	신정~봉천선	003-101	○	-	-	0.80	0.70	0.23	0.19	0.42	0.19	우선	-		
GA03-04	신정~봉천선	003-102	○	-	-	0.90	0.80	0.22	0.36	0.58	0.36	일반	-		
GA04-02	신림~봉천선	003-245	○	-	-	1.00	0.80	0.65	0.16	0.81	0.16	우선	-		

(21) 서초구

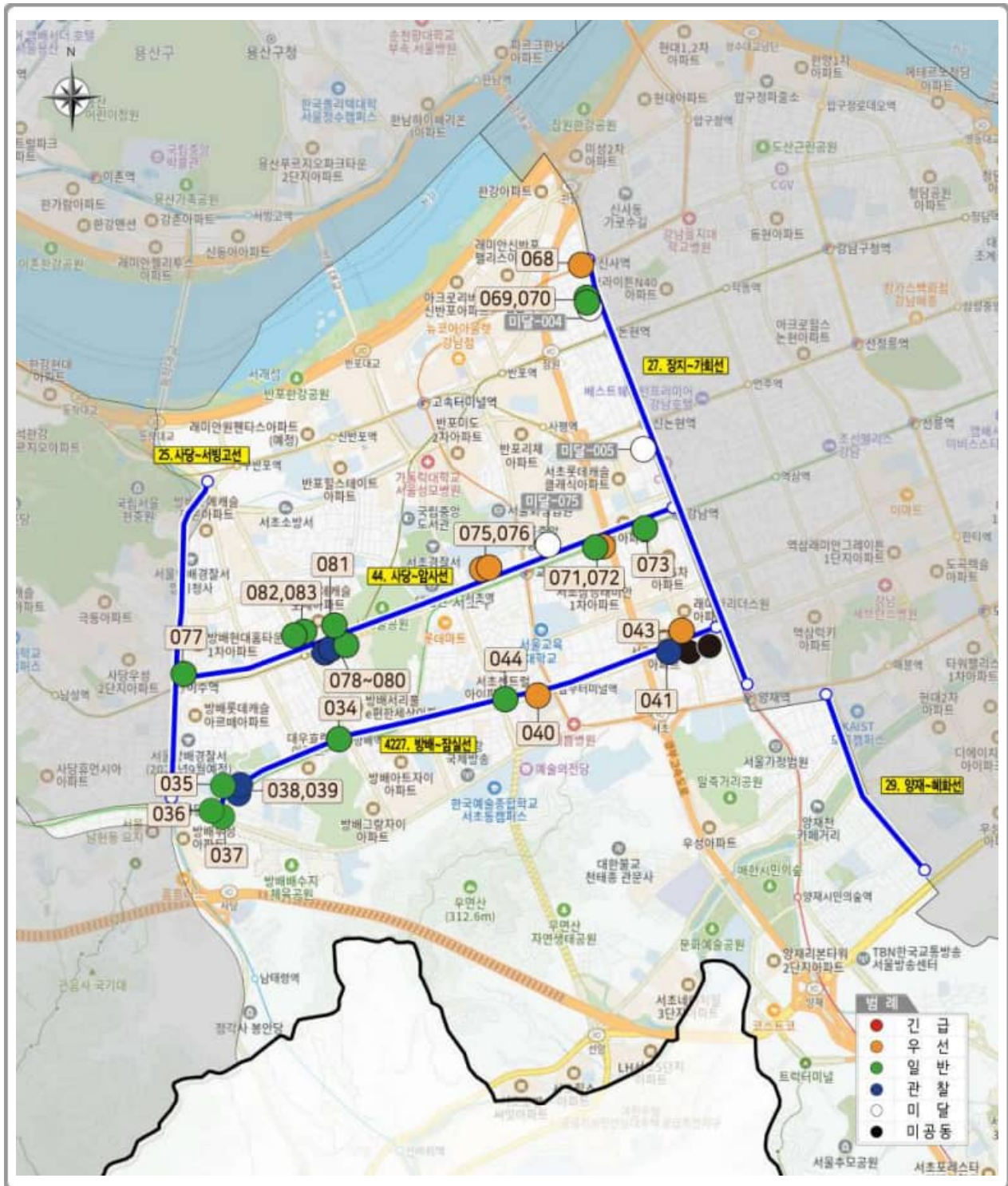


그림 4-29. 서초구 2차 조사 현황

표 4-81. 서초구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
25	-	6	14	5	4	2

표 4-82. 서초구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께		
SC01-01	방배~잠실선	003-037	○	-	-	0.80	0.70	0.32	0.26	0.58	0.26	일반	-
SC01-04	방배~잠실선	003-038	○	-	-	0.80	0.70	0.24	0.50	0.74	0.30	관찰	-
SC01-05	방배~잠실선	003-039	○	-	-	0.80	0.70	0.26	0.55	0.81	0.30	관찰	-
SC01-06	방배~잠실선	003-040	○	-	-	0.95	0.90	0.28	0.27	0.55	0.17	우선	-
SC01-07	방배~잠실선	003-041	○	-	-	0.80	0.70	0.23	0.42	0.65	0.20	관찰	-
SC01-09	방배~잠실선	-	-	-	○	-							
SC01-14	방배~잠실선	-	-	-	○	-							
SC01-16	방배~잠실선	003-043	○	-	-	0.80	0.80	0.28	0.16	0.44	0.16	우선	-
SC01-18	방배~잠실선	003-044	○	-	-	0.90	0.80	0.29	0.43	0.72	0.20	일반	-
SC01-19	방배~잠실선	003-034	○	-	-	0.90	0.80	0.30	0.41	0.71	0.41	일반	-
SC01-20	방배~잠실선	003-035	○	-	-	0.95	0.85	0.28	0.27	0.55	0.27	일반	-
SC01-21	방배~잠실선	003-036	○	-	-	0.90	0.80	0.21	0.36	0.57	0.20	일반	-
SC02-02	사당~암사선	미달-006	-	○	-	0.80	0.70	0.18	0.35	0.53	0.24	미달	-
SC02-03	사당~암사선	003-078	○	-	-	0.75	0.75	0.48	0.31	0.79	0.31	관찰	-
SC02-04	사당~암사선	003-079	○	-	-	0.80	0.75	0.29	0.34	0.63	0.34	관찰	-
SC02-05	사당~암사선	003-080	○	-	-	0.90	0.80	0.21	0.27	0.48	0.27	일반	-
SC02-06	사당~암사선	003-071	○	-	-	1.00	0.95	0.24	0.38	0.62	0.20	일반	-
SC02-07	사당~암사선	003-072	○	-	-	0.75	0.75	0.20	0.14	0.34	0.14	우선	-
SC02-08	사당~암사선	003-073	○	-	-	0.75	0.75	0.24	0.32	0.56	0.24	일반	-
SC02-11	사당~암사선	미달-075	-	○	-	0.80	0.80	0.26	0.20	0.46	0.20	미달	-
SC02-12	사당~암사선	003-075	○	-	-	1.00	0.90	0.41	0.14	0.55	0.14	우선	○
SC02-13	사당~암사선	003-076	○	-	-	0.80	0.75	0.30	0.15	0.45	0.15	우선	-
SC02-15	사당~암사선	003-081	○	-	-	0.90	0.90	0.20	0.43	0.63	0.43	일반	-
SC02-17	사당~암사선	003-082	○	-	-	0.80	0.70	0.27	0.23	0.50	0.23	일반	-
SC02-18	사당~암사선	003-083	○	-	-	0.90	0.80	0.39	0.51	0.90	0.30	일반	-
SC02-19	사당~암사선	003-077	○	-	-	0.80	0.70	0.29	0.21	0.50	0.21	일반	-
SC03-01	장지~가회선	003-068	○	-	-	0.75	0.75	0.24	0.16	0.40	0.16	우선	-
SC03-03	장지~가회선	003-069	○	-	-	0.75	0.75	0.31	0.26	0.57	0.26	일반	-
SC03-04	장지~가회선	003-070	○	-	-	0.75	0.75	0.24	0.26	0.50	0.26	일반	-
SC03-05	장지~가회선	미달-004	-	○	-	0.75	0.75	0.17	0.32	0.49	0.32	미달	-
SC03-06	장지~가회선	미달-005	-	○	-	0.70	0.70	0.14	0.18	0.32	0.18	미달	-

(22) 강남구

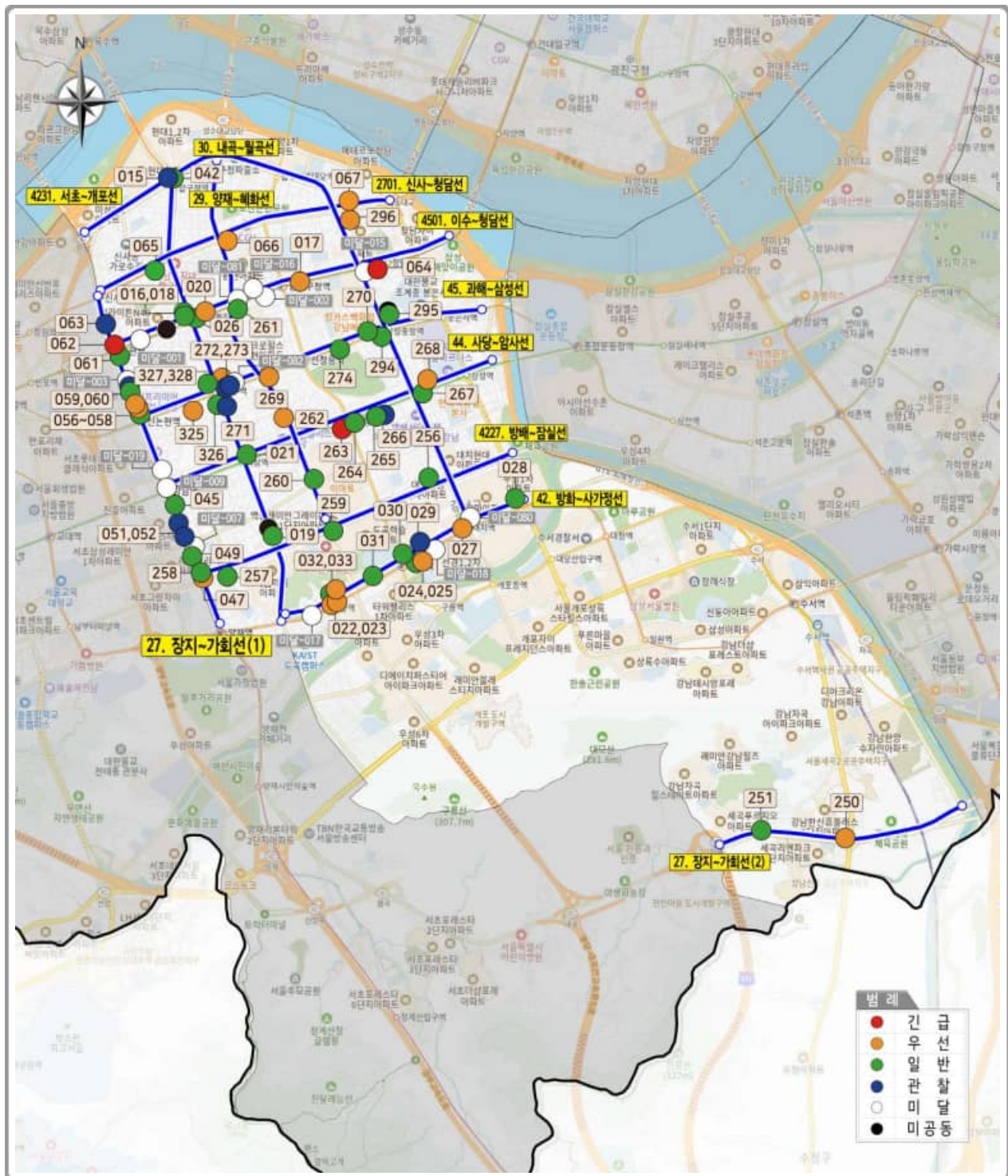


그림 4-30. 강남구 2차 조사 현황

표 4-83. 강남구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
65	3	19	33	10	13	3

표 4-84. 강남구 2차 조사 세부 결과(1/3)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GN01-01	신사~청담선	003-065	○	-	-	0.80	0.80	0.27	0.22	0.49	0.22	일반	-
GN01-03	신사~청담선	003-066	○	-	-	0.75	0.75	0.48	0.11	0.59	0.11	우선	-
GN01-05	신사~청담선	003-067	○	-	-	0.80	0.80	0.61	0.24	0.85	0.17	우선	-
GN02-01	이수~청담선	미달-001	-	○	-	0.75	0.75	0.24	0.36	0.60	0.36	미달	-
GN02-02	이수~청담선	-	-	-	○	-							-
GN02-03	이수~청담선	미달-002	-	○	-	0.75	0.75	0.20	0.18	0.38	0.18	미달	-
GN02-04	이수~청담선	003-017	-	-	-	0.75	0.75	0.21	0.15	0.36	0.15	우선	-
GN02-05	이수~청담선	미달-015	-	○	-	0.75	0.75	0.23	0.16	0.39	0.16	미달	-
GN02-10	이수~청담선	미달-016	-	○	-	0.80	0.80	0.22	0.25	0.47	0.25	미달	-
GN02-11	이수~청담선	003-020	○	-	-	0.75	0.75	0.25	0.11	0.36	0.11	우선	-
GN02-12	이수~청담선	003-064	○	-	-	1.05	0.80	0.66	0.08	0.74	0.08	긴급	-
GN03-07	과해~삼성선	003-269	○	-	-	0.75	0.75	0.25	0.16	0.41	0.16	우선	-
GN03-09	과해~삼성선	003-274	○	-	-	0.80	0.70	0.31	0.35	0.66	0.29	일반	-
GN03-10	과해~삼성선	003-294	○	-	-	1.30	0.90	0.64	0.46	1.10	0.35	일반	-
GN03-12	과해~삼성선	003-271	○	-	-	0.75	0.75	0.56	0.40	0.96	0.40	관찰	-
GN03-13	과해~삼성선	003-325	○	-	-	0.80	0.75	0.43	0.17	0.60	0.17	우선	-
GN03-14	과해~삼성선	003-326	○	-	-	1.10	0.90	0.24	0.30	0.54	0.30	일반	-
GN03-16	과해~삼성선	003-270	○	-	-	0.80	0.80	0.25	0.30	0.55	0.24	일반	-
GN03-19	과해~삼성선	미달-082	-	○	-	0.70	0.70	0.10	0.45	0.55	0.45	미달	-
GN03-20	과해~삼성선	003-273	○	-	-	0.80	0.75	0.20	0.41	0.61	0.41	관찰	-
GN03-21	과해~삼성선	003-272	○	-	-	0.70	0.75	0.57	0.37	0.94	0.37	관찰	-
GN03-25	과해~삼성선	003-327	○	-	-	0.90	0.87	0.27	0.36	0.63	0.36	일반	-
GN04-02	사당~암사선	003-263	○	-	-	1.00	0.80	1.48	0.02	1.50	0.02	긴급	-
GN04-03	사당~암사선	003-264	○	-	-	0.80	0.70	0.22	0.31	0.53	0.26	일반	-
GN04-04	사당~암사선	003-265	○	-	-	1.00	0.80	0.25	0.39	0.64	0.26	일반	-
GN04-05	사당~암사선	003-266	○	-	-	0.75	0.75	0.21	0.30	0.51	0.30	관찰	-
GN04-09	사당~암사선	003-268	○	-	-	1.10	0.90	0.26	0.15	0.41	0.15	우선	-
GN05-01	방배~잠실선	003-257	○	-	-	1.00	0.70	0.26	0.22	0.48	0.22	일반	-
GN05-07	방배~잠실선	003-256	○	-	-	0.90	0.70	0.23	0.30	0.53	0.30	일반	-
GN05-11	방배~잠실선	003-258	○	-	-	1.20	0.70	0.26	0.28	0.54	0.26	일반	-
GN06-01	방화~사가정선	미달-017	-	○	-	0.80	0.80	0.27	0.37	0.64	0.37	미달	-
GN06-02	방화~사가정선	003-022	○	-	-	0.80	0.80	0.26	0.15	0.41	0.15	우선	-

제4장 공동조사 결과

표 4-85. 강남구 2차 조사 세부 결과(2/3)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토폴	바닥 깊이	포장 두께		
GN06-03	방화~사가정선	003-023	○	-	-	0.75	0.75	0.60	0.15	0.75	0.15	우선	-
GN06-04	방화~사가정선	003-024	○	-	-	1.00	0.86	0.30	0.36	0.66	0.24	일반	-
GN06-05	방화~사가정선	003-025	○	-	-	0.80	0.80	0.32	0.20	0.52	0.20	우선	-
GN06-06	방화~사가정선	미달-018	-	○	-	0.90	0.90	0.21	0.40	0.61	0.40	미달	-
GN06-07	방화~사가정선	003-027	○	-	-	0.75	0.75	0.29	0.20	0.49	0.20	우선	-
GN06-08	방화~사가정선	003-028	○	-	-	0.80	0.80	0.36	0.40	0.76	0.26	일반	-
GN06-13	방화~사가정선	003-029	○	-	-	0.75	0.75	0.29	0.30	0.59	0.30	관찰	-
GN06-14	방화~사가정선	003-030	○	-	-	0.80	0.75	0.27	0.29	0.56	0.26	일반	-
GN06-16	방화~사가정선	003-031	○	-	-	1.00	0.80	0.61	0.21	0.82	0.21	일반	-
GN06-18	방화~사가정선	003-032	○	-	-	0.80	0.70	0.24	0.18	0.42	0.18	우선	-
GN06-19	방화~사가정선	003-033	○	-	-	1.00	0.90	0.62	0.23	0.85	0.23	일반	-
GN07-01	장지~가회선(1)	003-047	○	-	-	0.75	0.75	0.25	0.20	0.45	0.20	우선	-
GN07-04	장지~가회선(1)	003-049	○	-	-	0.80	0.80	0.20	0.24	0.44	0.24	일반	-
GN07-05	장지~가회선(1)	미달-007	-	○	-	0.80	0.80	0.20	0.46	0.66	0.46	미달	-
GN07-06	장지~가회선(1)	003-051	○	-	-	0.75	0.75	0.27	0.47	0.74	0.47	관찰	-
GN07-07	장지~가회선(1)	003-052	○	-	-	0.75	0.75	0.21	0.31	0.52	0.31	관찰	-
GN07-09	장지~가회선(1)	003-045	○	-	-	0.80	0.80	0.23	0.22	0.45	0.22	일반	-
GN07-11	장지~가회선(1)	미달-009	-	○	-	0.80	0.80	0.27	0.24	0.51	0.24	미달	-
GN07-13	장지~가회선(1)	미달-019	-	○	-	0.80	0.80	0.22	0.35	0.57	0.35	미달	-
GN07-17	장지~가회선(1)	003-056	○	-	-	0.80	0.80	0.40	0.22	0.62	0.22	일반	-
GN07-18	장지~가회선(1)	003-057	○	-	-	0.80	0.80	0.24	0.30	0.54	0.20	우선	-
GN07-19	장지~가회선(1)	003-058	○	-	-	0.80	0.75	0.26	0.20	0.46	0.20	우선	-
GN07-22	장지~가회선(1)	003-059	○	-	-	0.75	0.75	0.20	0.23	0.43	0.23	일반	-
GN07-23	장지~가회선(1)	003-060	○	-	-	0.80	0.70	0.24	0.42	0.66	0.42	관찰	-
GN07-24	장지~가회선(1)	미달-003	-	○	-	0.70	0.70	0.15	0.03	0.18	0.03	미달	-
GN07-25	장지~가회선(1)	003-061	○	-	-	1.00	0.80	0.21	0.35	0.56	0.35	일반	-
GN07-26	장지~가회선(1)	003-062	○	-	-	0.75	0.75	0.23	0.02	0.25	0.02	긴급	-
GN07-27	장지~가회선(1)	003-063	○	-	-	0.80	0.75	0.21	0.30	0.51	0.30	관찰	-
GN08-03	내곡~월곡선	003-262	○	-	-	0.80	0.70	0.69	0.19	0.88	0.19	우선	-
GN08-04	내곡~월곡선	003-259	○	-	-	1.00	0.80	0.26	0.26	0.52	0.26	일반	-
GN08-05	내곡~월곡선	003-260	○	-	-	0.90	0.80	0.22	0.27	0.49	0.27	일반	-
GN08-06	내곡~월곡선	003-261	○	-	-	0.90	0.70	0.21	0.42	0.63	0.42	일반	-

표 4-86. 강남구 2차 조사 세부 결과(3/3)

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께		
GN08-08	내곡~월곡선	미달-081	-	○	-	0.70	0.70	0.08	0.37	0.45	0.37	미달	-
GN09-08	서초~개포선	미달-080	-	○	-	0.70	0.70	0.11	0.12	0.23	0.12	미달	-
GN09-09	서초~개포선	003-267	○	-	-	1.00	0.80	0.21	0.34	0.55	0.17	일반	-
GN09-12	서초~개포선	-	-	-	○	-							
GN09-14	서초~개포선	003-295	○	-	-	1.00	0.70	0.23	0.27	0.50	0.27	일반	-
GN09-17	서초~개포선	003-296	○	-	-	0.80	0.70	0.23	0.28	0.51	0.20	우선	-
GN10-05	장지~가회선(2)	003-250	○	-	-	1.00	0.80	0.26	0.17	0.43	0.17	우선	-
GN10-07	장지~가회선(2)	003-251	○	-	-	1.20	0.90	0.23	0.39	0.62	0.39	일반	-
GN11-01	내곡~월곡선	003-015	○	-	-	0.80	0.70	0.34	0.42	0.76	0.18	관찰	-
GN11-02	내곡~월곡선	003-016	○	-	-	0.80	0.65	0.35	0.22	0.57	0.21	일반	-
GN11-03	내곡~월곡선	003-018	○	-	-	0.90	0.80	0.31	0.25	0.56	0.25	일반	-
GN11-10	내곡~월곡선	-	-	-	○	-							
GN11-11	내곡~월곡선	003-019	○	-	-	0.70	0.70	0.31	0.26	0.57	0.26	일반	-
GN11-13	내곡~월곡선	003-021	○	-	-	0.80	0.70	0.29	0.25	0.54	0.21	일반	-
GN11-15	내곡~월곡선	003-026	○	-	-	0.90	0.80	0.27	0.33	0.60	0.33	일반	-
GN11-17	내곡~월곡선	003-042	○	-	-	1.00	0.70	1.09	0.36	1.45	0.36	일반	-
GN11-19	내곡~월곡선	003-328	○	-	-	0.75	0.75	0.34	0.25	0.59	0.16	우선	-

(23) 송파구

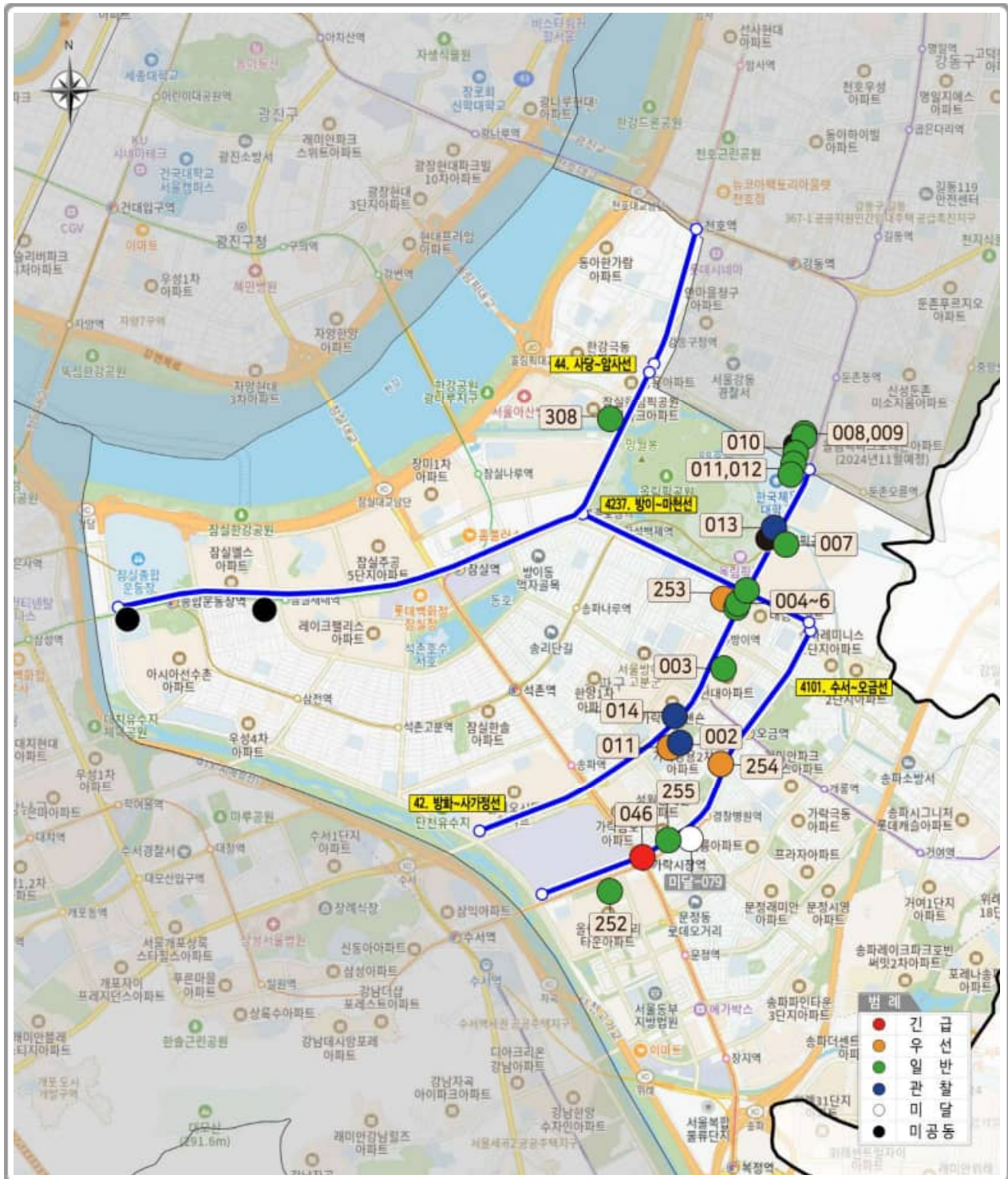


그림 4-31. 송파구 2차 조사 현황

표 4-87. 송파구 2차 조사 결과 요약

계	공동(개소)				규격미달 (개소)	미공동 (개소)
	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
20	1	3	13	3	1	4

표 4-88. 송파구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께		
SP01-01	방화~사가정선	003-001	○	-	-	0.75	0.75	0.21	0.19	0.40	0.19	우선	-
SP01-03	방화~사가정선	003-002	○	-	-	0.75	0.75	0.21	0.41	0.62	0.18	관찰	-
SP01-05	방화~사가정선	003-003	○	-	-	0.80	0.80	0.26	0.44	0.70	0.24	일반	-
SP01-06	방화~사가정선	003-004	○	-	-	0.90	0.80	0.30	0.34	0.64	0.26	일반	-
SP01-07	방화~사가정선	003-005	○	-	-	0.80	0.80	0.33	0.62	0.95	0.35	일반	-
SP01-09	방화~사가정선	003-006	○	-	-	0.90	0.90	0.77	0.50	1.27	0.36	일반	-
SP01-10	방화~사가정선	003-007	○	-	-	1.30	1.30	1.38	0.64	2.02	0.29	일반	-
SP01-11	방화~사가정선	003-008	○	-	-	0.80	0.80	0.61	0.43	1.04	0.20	일반	-
SP01-12	방화~사가정선	003-009	○	-	-	0.90	0.90	0.28	0.37	0.65	0.37	일반	-
SP01-13	방화~사가정선	-	-	-	○	-							
SP01-14	방화~사가정선	003-010	○	-	-	0.80	0.80	0.64	0.40	1.04	0.40	일반	-
SP01-15	방화~사가정선	003-011	○	-	-	0.90	0.90	0.86	0.30	1.16	0.30	일반	-
SP01-16	방화~사가정선	003-012	○	-	-	1.00	0.80	0.28	0.26	0.54	0.26	일반	-
SP01-18	방화~사가정선	003-013	○	-	-	0.70	0.75	0.20	0.40	0.60	0.40	관찰	-
SP01-21	방화~사가정선	003-014	○	-	-	0.80	0.75	0.22	0.40	0.62	0.40	관찰	-
SP01-23	방화~사가정선	-	-	-	○	-							
SP02-01	사당~암사선	003-308	○	-	-	0.81	0.82	0.23	0.48	0.71	0.48	일반	-
SP02-04	사당~암사선	-	-	-	○	-							
SP02-05	사당~암사선	-	-	-	○	-							
SP03-02	방이~마천선	003-253	○	-	-	0.75	0.75	0.34	0.11	0.45	0.11	우선	-
SP04-01	수서~오금선	003-252	○	-	-	0.80	0.80	0.23	0.24	0.47	0.24	일반	-
SP04-02	수서~오금선	미달-079	-	○	-	0.70	0.70	0.09	0.28	0.37	0.20	미달	-
SP04-06	수서~오금선	003-254	○	-	-	0.80	0.75	0.27	0.18	0.45	0.18	우선	-
SP04-07	수서~오금선	003-255	○	-	-	1.00	0.95	0.21	0.31	0.52	0.31	일반	-
SP04-08	수서~오금선	003-046	○	-	-	1.00	1.60	1.10	0.00	1.10	0.00	긴급	-

(24) 강동구

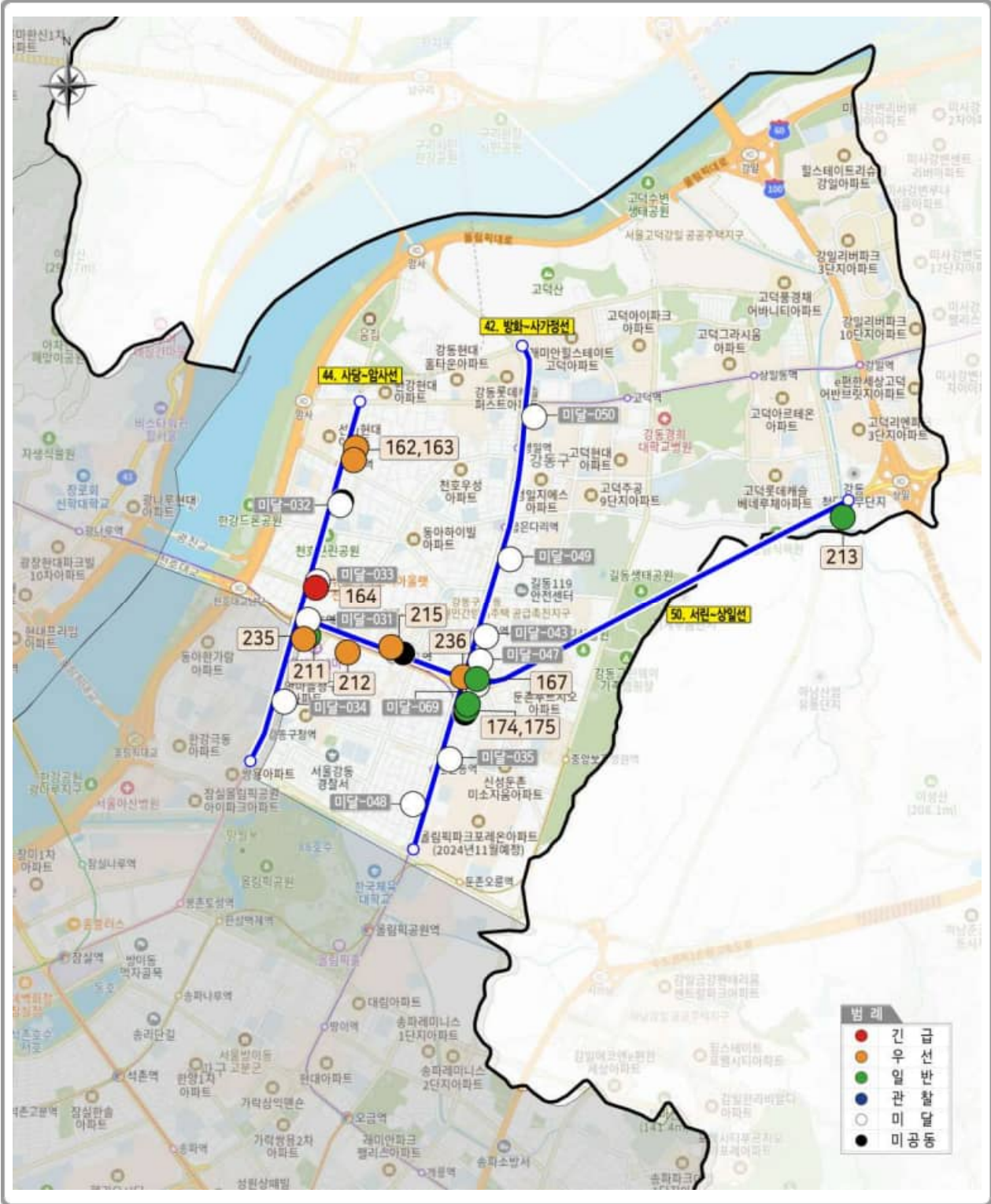


그림 4-32. 강동구 2차 조사 현황

표 4-89. 강동구 2차 조사 결과 요약

공동(개소)					규격미달 (개소)	미공동 (개소)
계	긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급		
12	1	4	6	1	11	3

표 4-90. 강동구 2차 조사 세부 결과

분석 공동 번호	노선명	공동 관리번호 (2024-)	천공결과			공동규모 및 현황(m)						공동 등급	비고
			공동	규격 미달	미 공동	중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께		
GD01-03	사당~암사선	003-162	○	-	-	1.62	1.40	0.39	0.15	0.54	0.15	우선	-
GD01-07	사당~암사선	003-163	○	-	-	0.86	0.87	0.62	0.16	0.78	0.16	우선	-
GD01-08(2)	사당~암사선	003-164	○	-	-	0.81	0.82	0.32	0.20	0.52	0.08	긴급	-
GD01-01	사당~암사선	미달-031	-	○	-	0.99	0.98	0.11	0.40	0.51	0.24	미달	-
GD01-02	사당~암사선	미달-032	-	○	-	0.89	0.88	0.16	0.34	0.50	0.18	미달	-
GD01-08	사당~암사선	미달-033	-	○	-	0.81	0.82	0.13	0.19	0.32	0.15	미달	-
GD01-09	사당~암사선	미달-034	-	○	-	0.86	0.87	0.15	0.30	0.45	0.15	미달	-
GD01-08(2)	사당~암사선	-	-	-	○	-							
GD01-11	사당~암사선	003-235	○	-	-	0.80	0.70	0.38	0.15	0.53	0.15	우선	-
GD02-03	방화~사가정선	미달-050	-	○	-	0.85	0.60	0.14	0.22	0.36	0.22	미달	-
GD02-04	방화~사가정선	미달-035	-	○	-	0.90	0.80	0.16	0.25	0.41	0.08	미달	-
GD02-05	방화~사가정선	003-167	○	-	-	0.95	0.75	0.21	0.34	0.55	0.18	일반	-
GD02-06	방화~사가정선	미달-049	-	○	-	1.00	0.60	0.19	0.32	0.51	0.25	미달	-
GD02-10	방화~사가정선	미달-043	-	○	-	0.75	0.70	0.15	0.16	0.31	0.16	미달	-
GD02-11	방화~사가정선	003-174	○	-	-	1.05	0.75	0.28	0.32	0.60	0.32	일반	-
GD02-12	방화~사가정선	003-175	○	-	-	1.20	0.85	0.44	0.34	0.78	0.24	일반	-
GD02-13	방화~사가정선	미달-047	-	○	-	0.85	0.75	0.08	0.25	0.33	0.25	미달	-
GD02-14	방화~사가정선	미달-048	-	○	-	0.75	0.70	0.13	0.21	0.34	0.21	미달	-
GD02-07	방화~사가정선	-	-	-	○	-							
GD03-06	서린~상일선	003-211	○	-	-	0.80	0.70	0.31	0.22	0.53	0.22	일반	-
GD03-04	서린~상일선	003-212	○	-	-	0.85	0.70	0.24	0.20	0.44	0.20	우선	-
GD03-07	서린~상일선	003-213	○	-	-	0.85	0.70	0.25	0.32	0.57	0.30	관찰	-
GD03-17	서린~상일선	003-215	○	-	-	0.85	0.75	0.20	0.27	0.47	0.27	일반	-
GD03-14	서린~상일선	003-236	○	-	-	0.85	0.75	0.24	0.32	0.56	0.21	일반	-
GD03-15	서린~상일선	미달-069	-	○	-	0.80	0.70	0.13	0.31	0.44	0.31	미달	-
GD03-16	서린~상일선	-	-	-	○	-							

4. 공동 신속복구 결과

공동 신속복구 대상인 발견 공동 329개소에 대하여 공동 신속복구를 실시하였다. 공동의 두께가 60cm 이상인 공동과 내시경 촬영 시 지하매설물이 확인된 44개소는 복구제외를 하였고, 채움재 주입 후 복구완료된 공동은 247개소이며, 공동 추정부피의 2배 이상을 주입하였으나 채움재가 차오르지 않아 복구를 중단한 공동은 38개소이다.

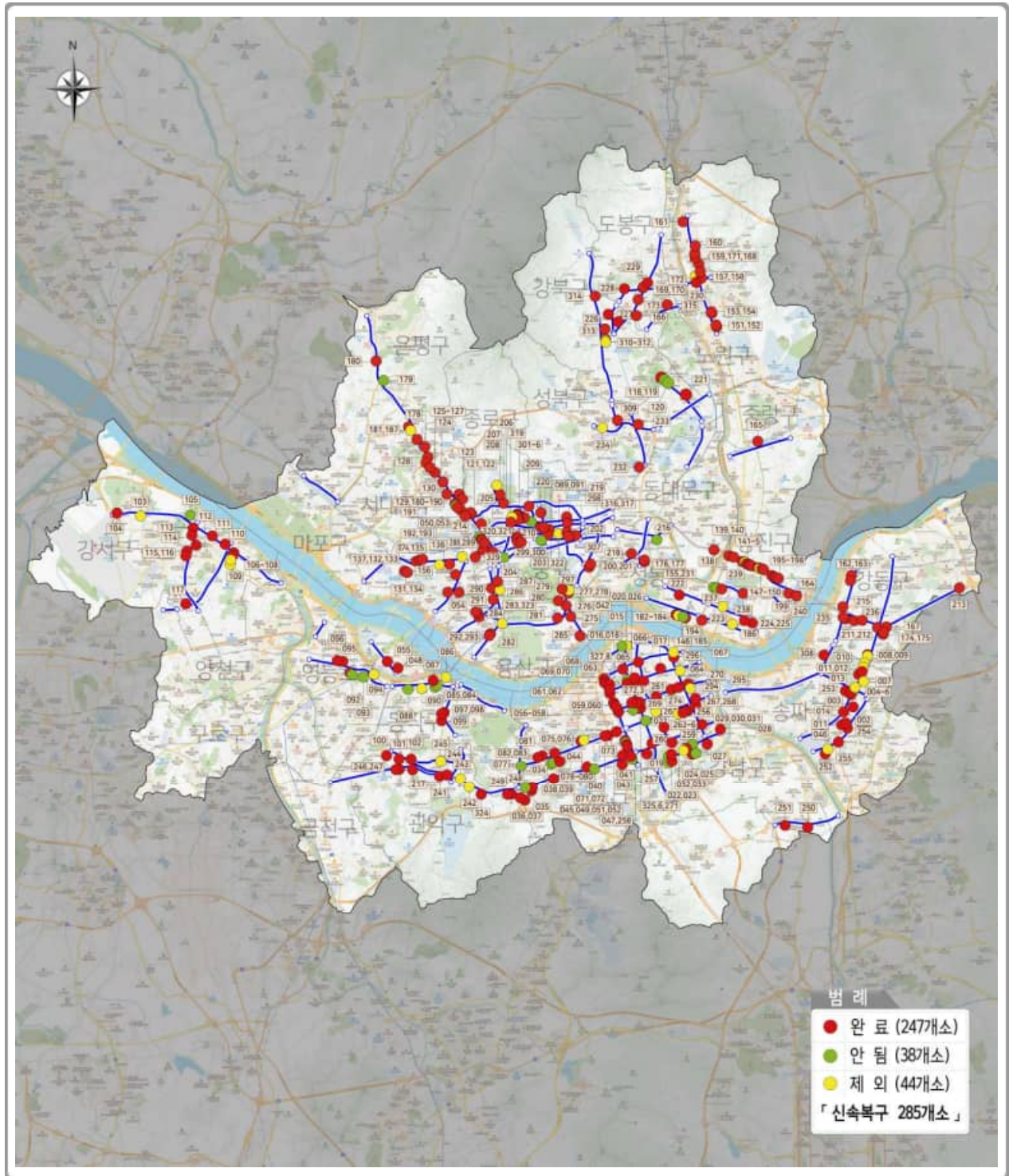


그림 4-33. 공동 신속복구 현황

표 4-91. 자치구별 공동신속복구 결과(1/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사	공동 신속복구(개소)				비고
			조사 및 분석연장 (km)	신속복구 대상	복구실시			복구 ²⁾ 제외	
				발견공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단		
합계			1,930.6	329	285	247	38	44	-
종로구	23	갈현~적선선	6.7	3	2	2	-	1	-
	C1	도심순환도로	44.3	1	1	1	-	-	-
	27	장지~가회선	6.5	2	2	1	1	-	-
	2707	필동~와룡선	2.2	2	2	2	-	-	-
	2115	봉래~관훈선	5.3	5	5	5	-	-	-
	50	서린~상일선	5.5	-	-	-	-	-	-
	51	온수~망우선	40.8	3	3	3	-	-	-
	22	신림~진관내선	3.1	3	3	3	-	-	-
	소계		114.4	19	18	17	1	1	-
중구	21	시흥~중림선	6.0	2	2	2	-	-	-
	2115	봉래~관훈선	12.3	3	2	2	-	1	-
	C1	도심순환도로	36.5	2	2	1	1	-	-
	24	봉래~세종로선	15.3	2	2	1	1	-	-
	49	신월~신당선	32.7	5	4	4	-	1	-
	2707	필동~와룡선	3.2	1	1	1	-	-	-
	2709	저동~을지로선	5.2	2	2	1	1	-	-
	29	양재~혜화선	14.6	-	-	-	-	-	-
	48	을지~둔촌선	9.7	-	-	-	-	-	-
	4905	노고산~창신선	12.9	2	2	2	-	-	-
	50	서린~상일선	7.9	2	2	-	2	-	-
	소계		156.3	21	19	14	5	2	-
용산구	4905	노고산~창신선	33.0	10	8	8	-	2	-
	21	시흥~중림선	25.4	1	1	1	-	-	-
	22	신림~진관내선	43.5	5	4	4	-	1	-
	27	장지~가회선	16.7	2	2	2	-	-	-
	소계		118.6	18	15	15	-	3	-
성동구	3111	성수~자양선	11.2	5	4	3	1	1	-
	30	내곡~월곡선	20.9	2	2	2	-	-	-
	3009	금호~행당선	6.4	1	1	1	-	-	-
	3003	홍인~면목선	7.9	1	1	-	1	-	-
	31	장지~성수선	11.1	1	1	1	-	-	-
	소계		57.5	10	9	7	2	1	-

표 4-92. 자치구별 공동신속복구 결과(2/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사	공동 신속복구(개소)				비고
			조사 및 분석연장 (km)	신속복구 대상 발견공동	복구실시			복구 ²⁾ 제외	
					계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단		
광진구	3111	성수~자양선	9.5	2	1	1	-	1	-
	48	을지~둔촌선	21.4	4	4	2	2	-	-
	50	서린~상일선	35.3	19	17	17	-	2	-
	31	장지~성수선	12.5	3	2	2	-	1	-
		소계	78.7	28	24	22	2	4	-
동대문구	5117	회기~번동선	8.8	-	-	-	-	-	-
		소계	8.8	-	-	-	-	-	-
중랑구	51	온수~망우선	19.7	1	1	1	-	-	-
		소계	19.7	1	1	1	-	-	-
성북구	30	내곡~월곡선	16.9	2	2	2	-	-	-
	4901	동교~월곡선	25.8	1	-	-	-	1	-
	52	신설~공릉선	17.7	-	-	-	-	-	-
	2803	돈암~창동선	4.3	1	1	1	-	-	-
	5117	회기~번동선	9.3	4	4	2	2	-	-
		소계	74.0	8	7	5	2	1	-
강북구	2803	돈암~창동선	28.7	5	3	3	-	2	-
	2813	수유~상계7선	5.7	1	1	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	7.4	1	1	1	-	-	-
		소계	41.8	7	5	5	-	2	-
도봉구	2811	수유~상계선	9.3	1	1	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	30.8	4	4	4	-	-	-
	2813	수유~상계7선	15.5	2	2	2	-	-	-
		소계	55.6	7	7	7	-	-	-
노원구	32	세곡~상계선	33.6	12	11	11	-	1	-
	2813	수유~상계7선	7.6	1	1	1	-	-	-
		소계	41.2	13	12	12	-	1	-
은평구	53	가양~현저선	14.7	-	-	-	-	-	-
	22	신림~진관내선	45.8	4	3	2	1	1	-
		소계	60.5	4	3	2	1	1	-
서대문구	22	신림~진관내선	26.3	12	12	11	1	-	-
	49	신월~신당선	23.6	6	5	5	-	1	-
	C1	도심순환도로	5.6	2	2	2	-	-	-
		소계	55.5	20	19	18	1	1	-

표 4-93. 자치구별 공동신속복구 결과(3/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사	공동 신속복구(개소)				비고
			조사 및 분석연장 (km)	신속복구 대상	복구실시			복구 ²⁾ 제외	
				발견공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단		
마포구	49	신월~신당선	22.5	4	3	3	-	1	-
	51	온수~망우선	28.0	2	2	2	-	-	-
	소계		50.5	6	5	5	-	1	-
양천구	4207	신월~가양선	4.6	-	-	-	-	-	-
	소계		4.6	-	-	-	-	-	-
강서구	4201	방화~염창선	49.8	5	4	3	1	1	-
	4207	신월~가양선	22.2	5	3	3	-	2	-
	5103	고척~가양선	25.9	5	5	5	-	-	-
	소계		97.9	15	12	11	1	3	-
금천구	42	방화~사가정선	2.3	-	-	-	-	-	-
	합계		2.3	-	-	-	-	-	-
영등포구	4213	신월~노량진선	23.5	5	4	2	2	1	-
	49	신월~신당선	7.2	-	-	-	-	-	-
	2113	의사당선	12.8	2	2	2	-	-	-
	소계		43.5	7	6	4	2	1	-
동작구	45	과해~삼성선	14.1	-	-	-	-	-	-
	4213	신월~노량진선	18.9	6	4	1	3	2	-
	22	신림~진관내선	11.2	3	3	3	-	-	-
	25	사당~서빙고선	11.8	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	3.7	2	2	2	-	-	-
	소계		59.7	11	9	6	3	2	-
관악구	22	신림~진관내선	15.4	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	57.0	8	6	6	-	2	-
	43	신정~봉천선	22.0	3	3	3	-	-	-
	4303	신림~봉천선	7.7	1	-	-	-	1	-
	소계		102.1	12	9	9	-	3	-
서초구	4227	방배~잠실선	25.9	10	10	8	2	-	-
	44	사당~암사선	32.6	12	11	8	3	1	-
	27	장지~가회선	19.4	3	3	3	-	-	-
	25	사당~서빙고선	11.6	-	-	-	-	-	-
	29	양재~혜화선	11.0	-	-	-	-	-	-
	소계		100.5	25	24	19	5	1	-

표 4-94. 자치구별 공동신속복구 결과(4/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사	공동 신속복구(개소)				비고
			조사 및 분석연장 (km)	신속복구 대상	복구실시			복구 ²⁾ 제외	
				발견공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단		
강남구	2701	신사~청담선	37.4	3	2	2	-	1	-
	4501	이수~청담선	23.3	3	2	2	-	1	-
	45	과해~삼성선	26.3	10	9	7	2	1	-
	44	사당~암사선	32.7	5	4	4	-	1	-
	4227	방배~잠실선	26.6	3	3	3	-	-	-
	42	방화~사가정선	24.9	11	8	4	4	3	-
	27	장지~가회선(1)	19.8	13	13	11	2	-	-
	30	내곡~월곡선	37.3	4	3	3	-	1	-
	4231	서초~개포선	45.8	3	3	3	-	-	-
	27	장지~가회선(2)	26.7	2	2	2	-	-	-
	29	양재~혜화선	32.4	8	7	4	3	1	-
	소계		333.2	65	56	45	11	9	-
송파구	42	방화~사가정선	40.8	14	9	9	-	5	-
	44	사당~암사선	63.7	1	1	1	-	-	-
	4237	방이~마천선	22.9	1	1	1	-	-	-
	4101	수서~오금선	20.7	4	3	3	-	1	-
	소계		148.1	20	14	14	-	6	-
강동구	44	사당~암사선	18.9	4	3	2	1	1	-
	42	방화~사가정선	34.1	3	3	2	1	-	-
	50	서린~상일선	52.6	5	5	5	-	-	-
	소계		105.6	12	11	9	2	1	-

¹⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

²⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

5. 종합결과

- 도로연장 : 285.6km
- 탐사연장 : 1,930.6km, 분석연장 : 1,930.6km
- 공동 : 329개소, 규격미달 공동 : 85개소
- 긴급등급 : 38개소, 우선등급 : 115개소, 일반등급 : 156개소, 관찰등급 : 20개소
- 공동 신속복구 : 285개소(복구완료 247개소, 복구중단¹⁾ 38개소), 복구제외 44개소²⁾

5.1 자치구별 종합결과

표 4-95. 자치구별 종합결과(1/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동	제척	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
							계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
합계			285.6	1,930.6	831	332	499	329	85	85	285	247	38	44
종로구	23	갈현~적선선	1.1	6.7	7	4	3	3	-	-	2	2	-	1
	C1	도심순환도로	7.2	44.3	7	5	2	1	-	1	1	1	-	-
	27	장지~가회선	1.7	6.5	6	2	4	2	1	1	2	1	1	-
	2707	필동~와룡선	1.0	2.2	5	2	3	2	-	1	2	2	-	-
	2115	봉래~관훈선	0.8	5.3	8	2	6	5	1	-	5	5	-	-
	50	서린~상일선	4.5	5.5	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-
	51	온수~망우선	5.3	40.8	4	1	3	3	-	-	3	3	-	-
	22	신림~진관내선	0.9	3.1	9	3	6	3	1	2	3	3	-	-
	소계		22.5	114.4	48	20	28	19	4	5	18	17	1	1
중구	21	시흥~중립선	0.8	6.0	5	2	3	2	-	1	2	2	-	-
	2115	봉래~관훈선	2.0	12.3	16	10	6	3	-	3	2	2	-	1
	C1	도심순환도로	5.7	36.5	19	13	6	2	-	4	2	1	1	-
	24	봉래~세종로선	1.7	15.3	5	1	4	2	2	-	2	1	1	-
	49	신월~신당선	4.8	32.7	10	3	7	5	-	2	4	4	-	1
	2707	필동~와룡선	0.9	3.2	4	3	1	1	-	-	1	1	-	-
	2709	저동~을지로선	1.7	5.2	3	-	3	2	1	-	2	1	1	-
	29	양재~혜화선	2.1	14.6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	48	을지~둔촌선	1.6	9.7	2	1	1	-	-	1	-	-	-	-
	4905	노고산~창신선	2.8	12.9	6	3	3	2	-	1	2	2	-	-
	50	서린~상일선	4.2	7.9	4	-	4	2	-	2	2	-	2	-
	소계		28.3	156.3	76	38	38	21	3	14	19	14	5	2

표 4-96. 자치구별 종합결과(2/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동	제척	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
							계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
용산구	4905	노고산~창신선	5.6	33.0	15	2	13	10	1	2	8	8	-	2
	21	시흥~중림선	3.9	25.4	3	2	1	1	-	-	1	1	-	-
	22	신림~진관내선	4.3	43.5	22	13	9	5	1	3	4	4	-	1
	27	장지~가회선	1.5	16.7	8	6	2	2	-	-	2	2	-	-
	소계		15.3	118.6	48	23	25	18	2	5	15	15	-	3
성동구	3111	성수~자양선	3.1	11.2	16	5	11	5	3	3	4	3	1	1
	30	내곡~월곡선	2.0	20.9	18	10	8	2	4	2	2	2	-	-
	3009	금호~행당선	1.6	6.4	1	-	1	1	-	-	1	1	-	-
	3003	홍인~면목선	2.5	7.9	1	-	1	1	-	-	1	-	1	-
	31	장지~성수선	1.8	11.1	5	3	2	1	1	-	1	1	-	-
	소계		11.0	57.5	41	18	23	10	8	5	9	7	2	1
광진구	3111	성수~자양선	2.3	9.5	5	1	4	2	1	1	1	1	-	1
	48	을지~둔촌선	3.3	21.4	6	1	5	4	-	1	4	2	2	-
	50	서린~상일선	3.6	35.3	42	17	25	19	3	3	17	17	-	2
	31	장지~성수선	1.8	12.5	4	-	4	3	1	-	2	2	-	1
	소계		11.0	78.7	57	19	38	28	5	5	24	22	2	4
동대문구	5117	회기~번동선	2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계		2.0	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중랑구	51	온수~망우선	2.6	19.7	9	4	5	1	3	1	1	1	-	-
	소계		2.6	19.7	9	4	5	1	3	1	1	1	-	-
성북구	30	내곡~월곡선	2.3	16.9	6	-	6	2	-	4	2	2	-	-
	4901	동교~월곡선	2.9	25.8	3	2	1	1	-	-	-	-	-	1
	52	신설~공릉선	2.7	17.7	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-
	2803	돈암~창동선	1.0	4.3	2	-	2	1	-	1	1	1	-	-
	5117	회기~번동선	2.2	9.3	4	-	4	4	-	-	4	2	2	-
	소계		11.1	74.0	17	3	14	8	1	5	7	5	2	1
강북구	2803	돈암~창동선	6.0	28.7	7	1	6	5	-	1	3	3	-	2
	2813	수유~상계7선	1.2	5.7	1	-	1	1	-	-	1	1	-	-
	28	필동~도봉선	1.1	7.4	4	2	2	1	1	-	1	1	-	-
	소계		8.3	41.8	12	3	9	7	1	1	5	5	-	2
도봉구	2811	수유~상계선	1.9	9.3	1	-	1	1	-	-	1	1	-	-
	28	필동~도봉선	3.4	30.8	20	7	13	4	-	9	4	4	-	-
	2813	수유~상계7선	2.6	15.5	8	5	3	2	1	-	2	2	-	-
	소계		7.9	55.6	29	12	17	7	1	9	7	7	-	-

표 4-97. 자치구별 종합결과(3/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동	제척	천공 결과(개소)				복구실시			복구 ²⁾ 제외
							계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
노원구	32	세곡~상계선	5.1	33.6	28	7	21	12	4	5	11	11	-	1
	2813	수유~상계7선	1.1	7.6	6	4	2	1	1	-	1	1	-	-
		소계	6.2	41.2	34	11	23	13	5	5	12	12	-	1
은평구	53	가양~현저선	1.9	14.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	신림~진관내선	6.4	45.8	9	3	6	4	1	1	3	2	1	1
		소계	8.3	60.5	9	3	6	4	1	1	3	2	1	1
서대문구	22	신림~진관내선	3.5	26.3	28	8	20	12	4	4	12	11	1	-
	49	신월~신당선	5.8	23.6	9	2	7	6	-	1	5	5	-	1
	C1	도심순환도로	1.6	5.6	5	1	4	2	-	2	2	2	-	-
		소계	10.9	55.5	42	11	31	20	4	7	19	18	1	1
마포구	49	신월~신당선	5.0	22.5	15	7	8	4	1	3	3	3	-	1
	51	온수~망우선	3.0	28.0	17	5	12	2	7	3	2	2	-	-
		소계	8.0	50.5	32	12	20	6	8	6	5	5	-	1
양천구	4207	신월~가양선	0.7	4.6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계	0.7	4.6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
강서구	4201	방화~염창선	7.4	49.8	9	3	6	5	1	-	4	3	1	1
	4207	신월~가양선	3.4	22.2	6	-	6	5	1	-	3	3	-	2
	5103	고척~가양선	3.8	25.9	11	6	5	5	-	-	5	5	-	-
		소계	14.6	97.9	26	9	17	15	2	-	12	11	1	3
금천구	42	방화~사가정선	0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		소계	0.5	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
영등포구	4213	신월~노량진선	3.6	23.5	13	5	8	5	3	-	4	2	2	1
	49	신월~신당선	0.8	7.2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2113	의사당선	1.5	12.8	7	4	3	2	-	1	2	2	-	-
		소계	5.9	43.5	21	10	11	7	3	1	6	4	2	1
동작구	45	과해~삼성선	2.1	14.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4213	신월~노량진선	2.7	18.9	18	7	11	6	3	2	4	1	3	2
	22	신림~진관내선	1.5	11.2	9	6	3	3	-	-	3	3	-	-
	25	사당~서빙고선	2.6	11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	0.7	3.7	2	-	2	2	-	-	2	2	-	-
		소계	9.6	59.7	29	13	16	11	3	2	9	6	3	2

표 4-98. 자치구별 종합결과(4/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사		분석		2차 조사				공동 신속복구(개소)			
			도로 연장 (km)	조사 및 분석연장 (km)	분석 공동	제척	천공 결과(개소)				복구 실시			복구 ²⁾ 제외
							계	공동	규격 미달	미 공동	계	복구 완료	복구 ¹⁾ 중단	
관악구	22	신림~진관내선	1.8	15.4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	6.4	57.0	17	6	11	8	2	1	6	6	-	2
	43	신정~봉천선	2.7	22.0	4	1	3	3	-	-	3	3	-	-
	4303	신림~봉천선	1.9	7.7	3	2	1	1	-	-	-	-	-	1
	소계		12.8	102.1	26	11	15	12	2	1	9	9	-	3
서초구	4227	방배~잠실선	4.3	25.9	19	7	12	10	-	2	10	8	2	-
	44	사당~암사선	4.3	32.6	19	5	14	12	2	-	11	8	3	1
	27	장지~가회선	3.7	19.4	7	2	5	3	2	-	3	3	-	-
	25	사당~서빙고선	2.9	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	양재~혜화선	1.8	11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계		17.0	100.5	45	14	31	25	4	2	24	19	5	1
강남구	2701	신사~청담선	3.2	37.4	6	3	3	3	-	-	2	2	-	1
	4501	이수~청담선	3.2	23.3	12	4	8	3	4	1	2	2	-	1
	45	과해~삼성선	3.9	26.3	25	14	11	10	1	-	9	7	2	1
	44	사당~암사선	3.6	32.7	7	2	5	5	-	-	4	4	-	1
	4227	방배~잠실선	3.5	26.6	9	6	3	3	-	-	3	3	-	-
	42	방화~사가정선	2.8	24.9	21	8	13	11	2	-	8	4	4	3
	27	장지~가회선(1)	3.7	19.8	28	11	17	13	4	-	13	11	2	-
	30	내곡~월곡선	4.1	37.3	10	5	5	4	1	-	3	3	-	1
	4231	서초~개포선	6.6	45.8	10	5	5	3	1	1	3	3	-	-
	27	장지~가회선(2)	2.7	26.7	6	4	2	2	-	-	2	2	-	-
	29	양재~혜화선	4.8	32.4	18	9	9	8	-	1	7	4	3	1
	소계		42.1	333.2	152	71	81	65	13	3	56	45	11	9
송파구	42	방화~사가정선	4.2	40.8	22	6	16	14	-	2	9	9	-	5
	44	사당~암사선	6.7	63.7	8	5	3	1	-	2	1	1	-	-
	4237	방이~마천선	2.1	22.9	2	1	1	1	-	-	1	1	-	-
	4101	수서~오금선	3.2	20.7	9	4	5	4	1	-	3	3	-	1
	소계		16.2	148.1	41	16	25	20	1	4	14	14	-	6
강동구	44	사당~암사선	3.3	18.9	13	4	9	4	4	1	3	2	1	1
	42	방화~사가정선	4.4	34.1	10	-	10	3	6	1	3	2	1	-
	50	서린~상일선	5.1	52.6	12	5	7	5	1	1	5	5	-	-
	소계		12.8	105.6	35	9	26	12	11	3	11	9	2	1

¹⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

²⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

제 5 장 성과분석

1. 공동조사 결과분석
2. 공동 신속복구 결과분석
3. 공동 종합분석
4. 공동발생 상관성 분석
5. 결론

제 5 장 성과분석

1. 공동조사 결과분석

총 24개 자치구, 탐사연장 1,930.6km에 대하여 1차 탐사 및 분석 후 총 499개소에 대하여 천공 확인조사를 수행하였으며, 천공결과 공동은 총 329개소이며, 규격미달 공동 85개소를 확인하였고, 85개소는 미공동으로 확인되었다.

1.1 발견공동 현황분석

1.1.1 공동 전체 위치도

공동관리등급 분류 결과 긴급등급 38개소, 우선등급 115개소, 일반등급 156개소, 관찰등급 20개소로 분포한다.

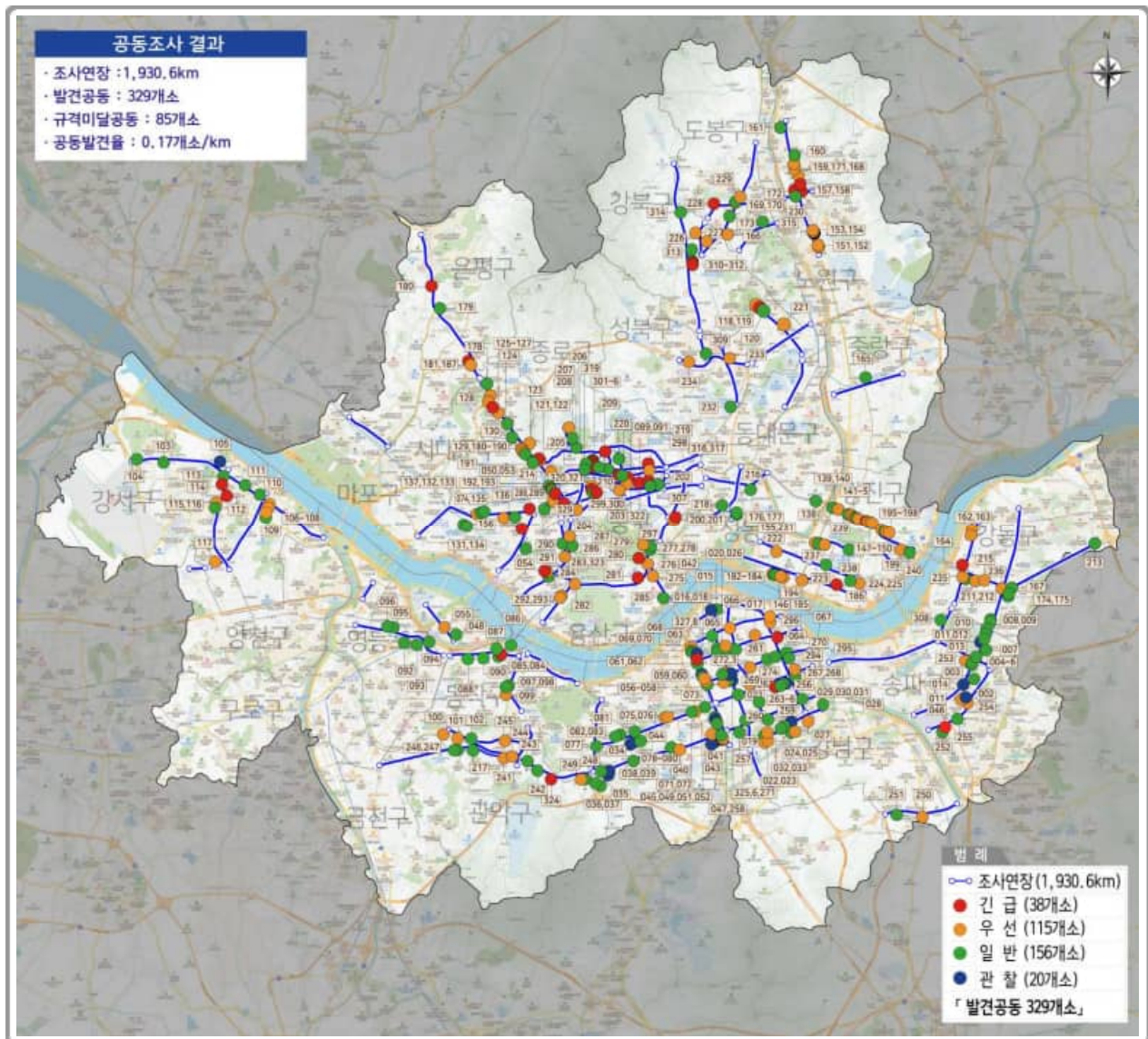


그림 5-1. 사업구간 공동 전체 위치도

1.1.2 공동 전체 현황

표 5-1. 자치구별 공동 현황(1/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사					
			조사 및 분석연장 (km)	공동(개소)					규격 미달 (개소)
				계	긴급 등급	우선 등급	일반 등급	관찰 등급	
합계			1,930.6	329	38	115	156	20	85
종로구	23	갈현~적선선	6.7	3	-	1	2	-	-
	C1	도심순환도로	44.3	1	-	1	-	-	-
	27	장지~가회선	6.5	2	1	-	1	-	1
	2707	필동~와룡선	2.2	2	-	1	1	-	-
	2115	봉래~관훈선	5.3	5	1	3	1	-	1
	50	서린~상일선	5.5	-	-	-	-	-	1
	51	온수~망우선	40.8	3	1	0	2	-	-
	22	신림~진관내선	3.1	3	1	2	-	-	1
	소계		114.4	19	4	8	7	-	4
중구	21	시흥~중림선	6.0	2	1	1	-	-	-
	2115	봉래~관훈선	12.3	3	1	0	2	-	-
	C1	도심순환도로	36.5	2	1	-	1	-	-
	24	봉래~세종로선	15.3	2	-	1	1	-	2
	49	신월~신당선	32.7	5	3	1	1	-	-
	2707	필동~와룡선	3.2	1	-	1	-	-	-
	2709	저동~을지로선	5.2	2	-	1	1	-	1
	29	양재~혜화선	14.6	-	-	-	-	-	-
	4905	노고산~창신선	12.9	2	1	1	-	-	-
	48	을지~둔촌선	9.7	-	-	-	-	-	-
	50	서린~상일선	7.9	2	1	-	1	-	-
	소계		156.3	21	8	6	7	-	3
용산구	4905	노고산~창신선	33.0	10	3	4	3	-	1
	21	시흥~중림선	25.4	1	-	-	1	-	-
	22	신림~진관내선	43.5	5	-	2	3	-	1
	27	장지~가회선	16.7	2	-	0	2	-	-
	소계		118.6	18	3	6	9	-	2
성동구	3111	성수~자양선	11.2	5	-	3	2	-	3
	30	내곡~월곡선	20.9	2	-	-	2	-	4
	3009	금호~행당선	6.4	1	-	-	1	-	-
	3003	홍인~면목선	7.9	1	-	-	1	-	-
	31	장지~성수선	11.1	1	-	1	-	-	1
	소계		57.5	10	-	4	6	-	8

표 5-2. 자치구별 공동 현황(2/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사					
			조사 및 분석연장 (km)	천공 결과(개소)					규격 미달 (개소)
				계	긴급 등급	우선 등급	일반 등급	관찰 등급	
광진구	3111	성수~자양선	9.5	2	1	1	-	-	1
	48	을지~둔촌선	21.4	4	-	2	2	-	-
	50	서린~상일선	35.3	19	1	12	6	-	3
	31	장지~성수선	12.5	3	-	1	2	-	1
	소계		78.7	28	2	16	10	-	5
동대문구	5117	회기~번동선	8.8	-	-	-	-	-	-
	소계		8.8	-	-	-	-	-	-
중랑구	51	온수~망우선	19.7	1	-	-	1	-	3
	소계		19.7	1	-	-	1	-	3
성북구	30	내곡~월곡선	16.9	2	-	1	1	-	-
	4901	동교~월곡선	25.8	1	-	1	-	-	-
	52	신설~공릉선	17.7	-	-	-	-	-	1
	2803	돈암~창동선	4.3	1	-	-	1	-	-
	5117	회기~번동선	9.3	4	1	2	1	-	-
	소계		74.0	8	1	4	3	-	1
강북구	2803	돈암~창동선	28.7	5	2	1	2	-	-
	2813	수유~상계7선	5.7	1	-	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	7.4	1	-	1	-	-	1
	소계		41.8	7	2	3	2	-	1
도봉구	2811	수유~상계선	9.3	1	-	1	-	-	-
	28	필동~도봉선	30.8	4	-	2	2	-	-
	2813	수유~상계7선	15.5	2	1	1	-	-	1
	소계		55.6	7	1	4	2	-	1
노원구	32	세곡~상계선	33.6	12	3	7	2	-	4
	2813	수유~상계7선	7.6	1	-	-	1	-	1
	소계		41.2	13	3	7	3	-	5
은평구	53	가양~현저선	14.7	-	-	-	-	-	-
	22	신림~진관내선	45.8	4	1	2	1	-	1
	소계		60.5	4	1	2	1	-	1
서대문구	22	신림~진관내선	26.3	12	1	6	5	-	4
	49	신월~신당선	23.6	6	1	2	3	-	-
	C1	도심순환도로	5.6	2	1	-	1	-	-
	소계		55.5	20	3	8	9	-	4

표 5-3. 자치구별 공동 현황(3/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사					
			조사 및 분석연장 (km)	공동(개소)					규격 미달 (개소)
				계	긴급 등급	우선 등급	일반 등급	관찰 등급	
마포구	49	신월~신당선	22.5	4	-	1	3	-	1
	51	온수~망우선	28.0	2	1	-	1	-	7
	소계		50.5	6	1	1	4	-	8
양천구	4207	신월~가양선	4.6	-	-	-	-	-	-
	소계		4.6	-	-	-	-	-	-
강서구	4201	방화~염창선	49.8	5	-	-	4	1	1
	4207	신월~가양선	22.2	5	-	4	1	-	1
	5103	고척~가양선	25.9	5	2	1	2	-	-
	소계		97.9	15	2	5	7	1	2
금천구	42	방화~사가정선	2.3	-	-	-	-	-	-
	소계		2.3	-	-	-	-	-	-
영등포구	4213	신월~노량진선	23.5	5	-	-	5	-	3
	49	신월~신당선	7.2	-	-	-	-	-	-
	2113	의사당선	12.8	2	-	1	1	-	-
	소계		43.5	7	-	1	6	-	3
동작구	45	과해~삼성선	14.1	-	-	-	-	-	-
	4213	신월~노량진선	18.9	6	1	-	5	-	3
	22	신림~진관내선	11.2	3	-	1	2	-	-
	25	사당~서빙고선	11.8	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	3.7	2	-	1	1	-	-
	소계		59.7	11	1	2	8	-	3
관악구	22	신림~진관내선	15.4	-	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	57.0	8	1	3	4	-	2
	43	신정~봉천선	22.0	3	-	2	1	-	-
	4303	신림~봉천선	7.7	1	-	1	-	-	-
	소계		102.1	12	1	6	5	-	2
서초구	4227	방배~잠실선	25.9	10	-	2	5	3	-
	44	사당~암사선	32.6	12	-	3	7	2	2
	27	장지~가회선	19.4	3	-	1	2	-	2
	25	사당~서빙고선	11.6	-	-	-	-	-	-
	29	양재~혜화선	11.0	-	-	-	-	-	-
	소계		100.5	25	-	6	14	5	4

표 5-4. 자치구별 공동 현황(4/4)

자치구	노선 코드	노선	1차 탐사	2차 조사					
			조사 및 분석연장 (km)	공동(개소)					규격 미달 (개소)
				계	긴급 등급	우선 등급	일반 등급	관찰 등급	
강남구	2701	신사~청담선	37.4	3	-	2	1	-	-
	4501	이수~청담선	23.3	3	1	2	-	-	4
	45	과해~삼성선	26.3	10	-	2	5	3	1
	44	사당~암사선	32.7	5	1	1	2	1	-
	4227	방배~잠실선	26.6	3	-	-	3	-	-
	42	방화~사가정선	24.9	11	-	5	5	1	2
	27	장지~가회선	19.8	13	1	3	5	4	4
	30	내곡~월곡선	37.3	4	-	1	3	-	1
	4231	서초~개포선	45.8	3	-	1	2	-	1
	27	장지~가회선	26.7	2	-	1	1	-	-
	29	양재~혜화선	32.4	8	-	1	6	1	-
	소계		333.2	65	3	19	33	10	13
송파구	42	방화~사가정선	40.8	14	-	1	10	3	-
	44	사당~암사선	63.7	1	-	-	1	-	-
	4237	방이~마천선	22.9	1	-	1	-	-	-
	4101	수서~오금선	20.7	4	1	1	2	-	1
	소계		148.1	20	1	3	13	3	1
강동구	44	사당~암사선	18.9	4	1	3	-	-	4
	42	방화~사가정선	34.1	3	-	-	3	-	6
	50	서린~상일선	52.6	5	-	1	3	1	1
	소계		105.6	12	1	4	6	1	11

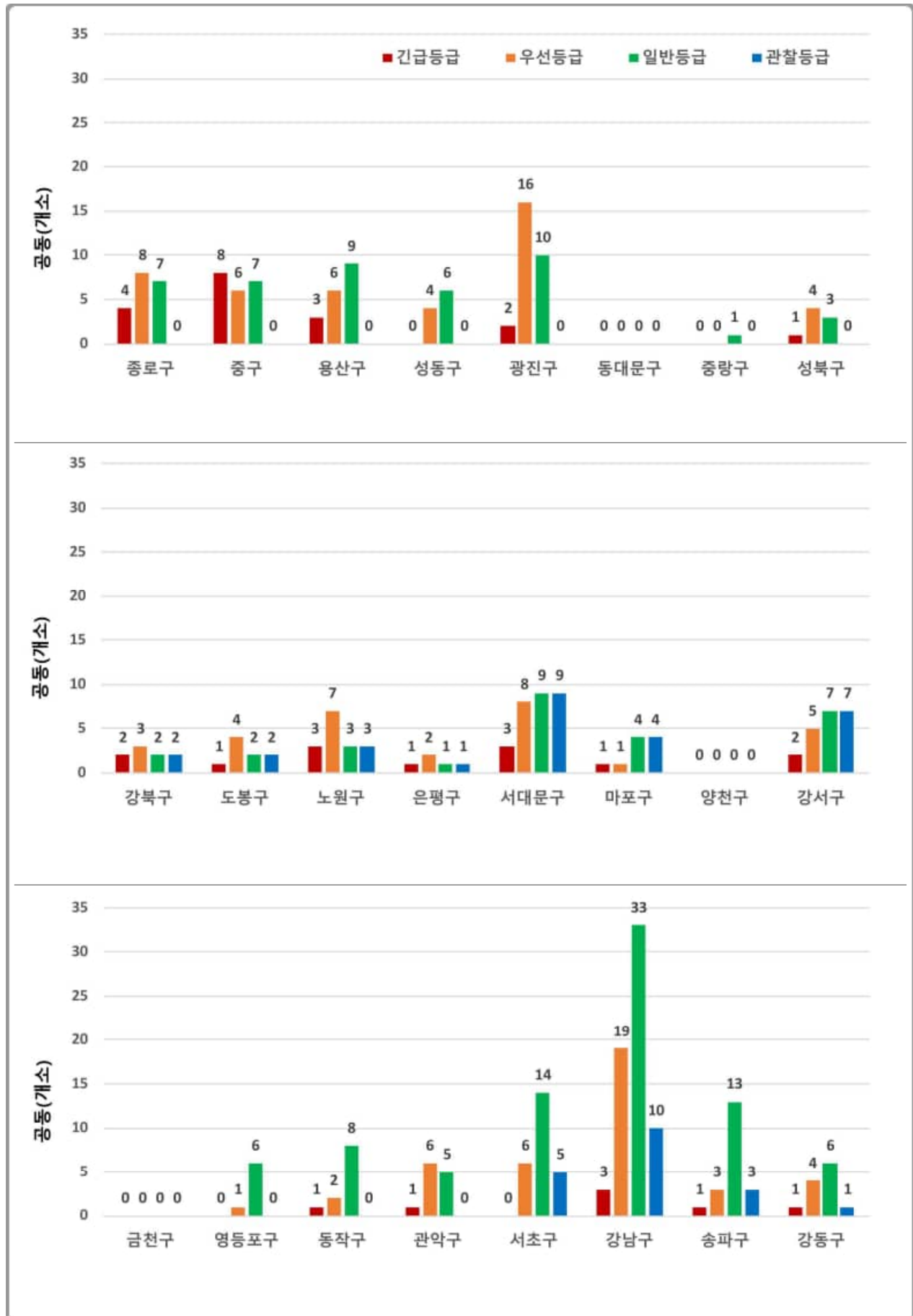


그림 5-2. 자치구별 공동 현황

1.2 자치구별 공동 분석

1.2.1 종로구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

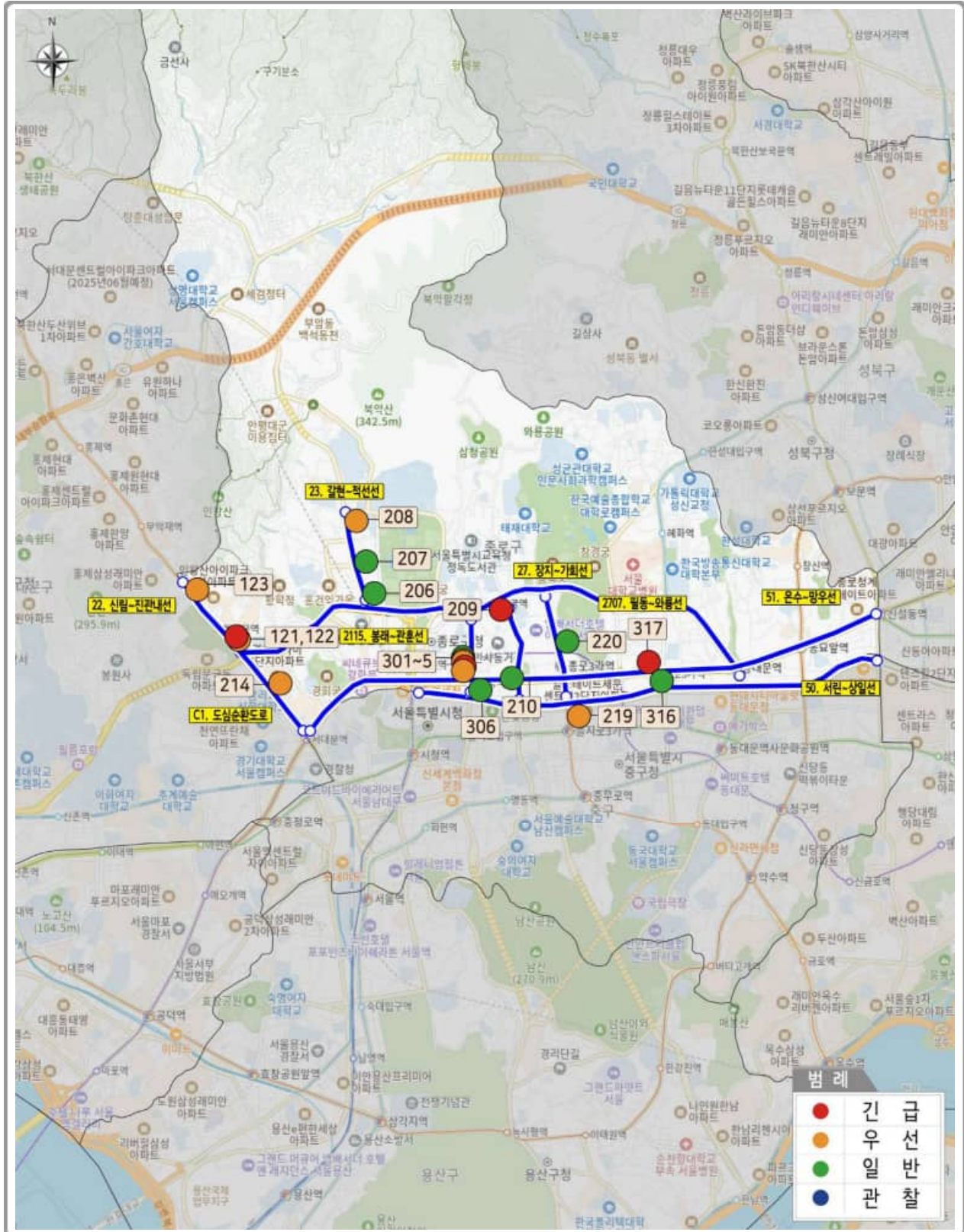
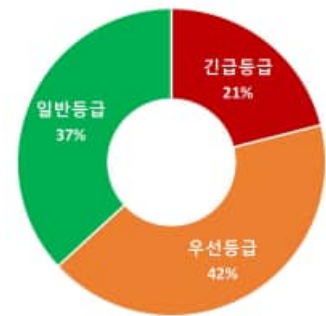
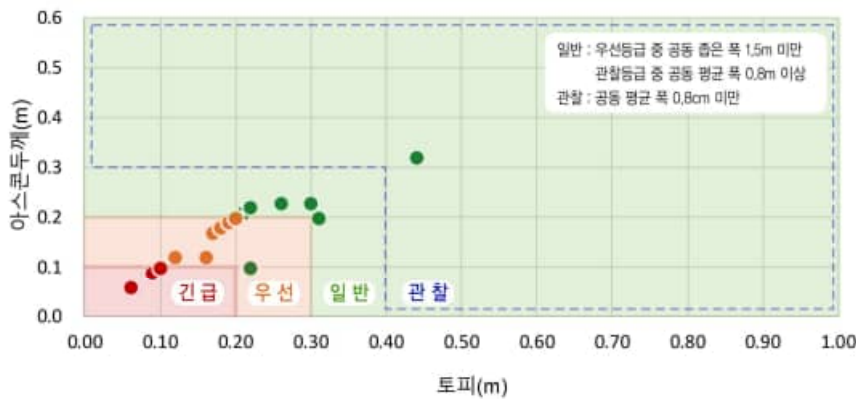


그림 5-3. 종로구 공동분포 현황

표 5-5. 종로구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
종로구	23	갈현~적선선	6.7	3	-	1	2	-
	C1	도심순환도로	44.3	1	-	1	-	-
	27	장지~가회선	6.5	2	1	-	1	-
	2707	필동~와룡선	2.2	2	-	1	1	-
	2115	봉래~관훈선	5.3	5	1	3	1	-
	50	서린~상일선	5.5	-	-	-	-	-
	51	온수~망우선	40.8	3	1	-	2	-
	22	신림~진관내선	3.1	3	1	2	-	-
합계			114.4	19	4	8	7	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-6. 종로구 공동 분포특성

평균 토피-포장체 두께	평균 공동 두께	공동크기(종방향-횡방향)
종로구 평균 값	종로구 평균 값	

- 아스콘 포장 두께는 0.06~0.32m(평균:0.16m)를 보이고, 토피는 0.06~0.44m(평균:0.19m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~0.67m 범위를 보이고, 평균 0.28m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.90m, 횡단길이 평균 0.84m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

종로구의 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.03개소, 우선등급 0.07개소, 일반등급 0.06개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 필동~와룡선, 신림~진관내선, 봉래~관훈선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-7. 종로구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
종로구	114.4	긴급등급	4	0.03	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.03 우선등급 0.07 일반등급 0.06 관찰등급 전체 0.17
		우선등급	8	0.07	
		일반등급	7	0.06	
		관찰등급	-	-	
		전체	19	0.17	

표 5-8. 종로구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
종로구	23	갈현~적선선	6.7	3	0.45	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 갈현~적선선 0.45 도심순환도로 0.02 장지~가회선 0.31 필동~와룡선 0.91 봉래~관훈선 0.94 서린~상일선 0.00 온수~망우선 0.07 신림~진관내선 0.97 전체 0.17
	C1	도심순환도로	44.3	1	0.02	
	27	장지~가회선	6.5	2	0.31	
	2707	필동~와룡선	2.2	2	0.91	
	2115	봉래~관훈선	5.3	5	0.94	
	50	서린~상일선	5.5	-	-	
	51	온수~망우선	40.8	3	0.07	
	22	신림~진관내선	3.1	3	0.97	
	합계		114.4	19	0.17	

1.2.2 중구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

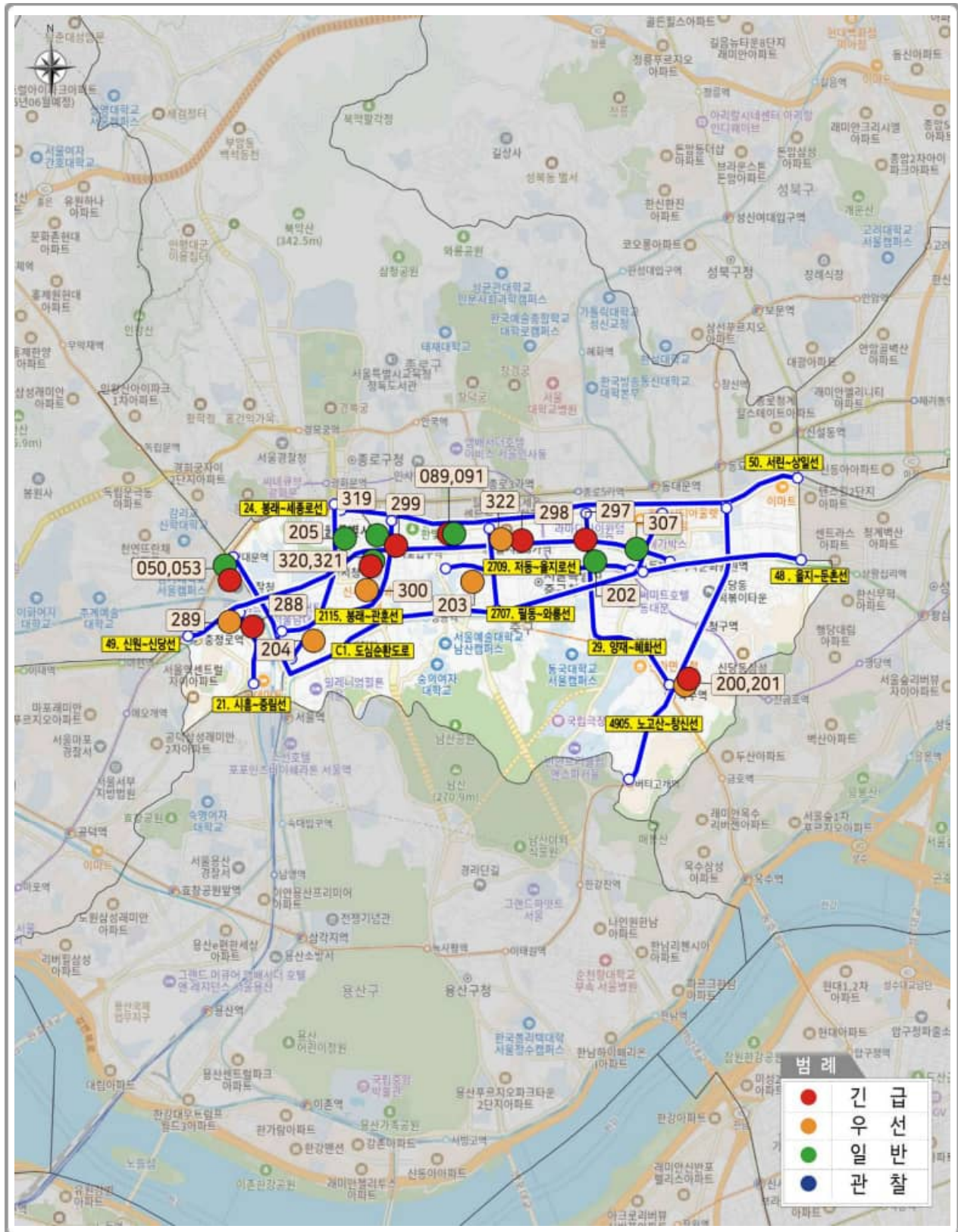
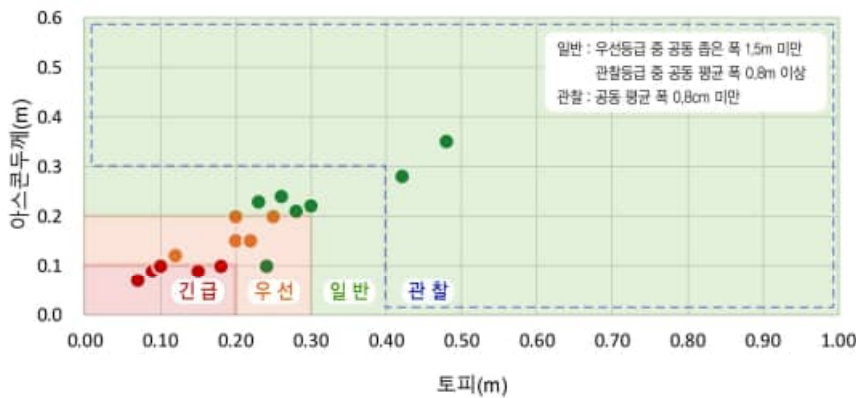


그림 5-4. 중구 공동분포 현황

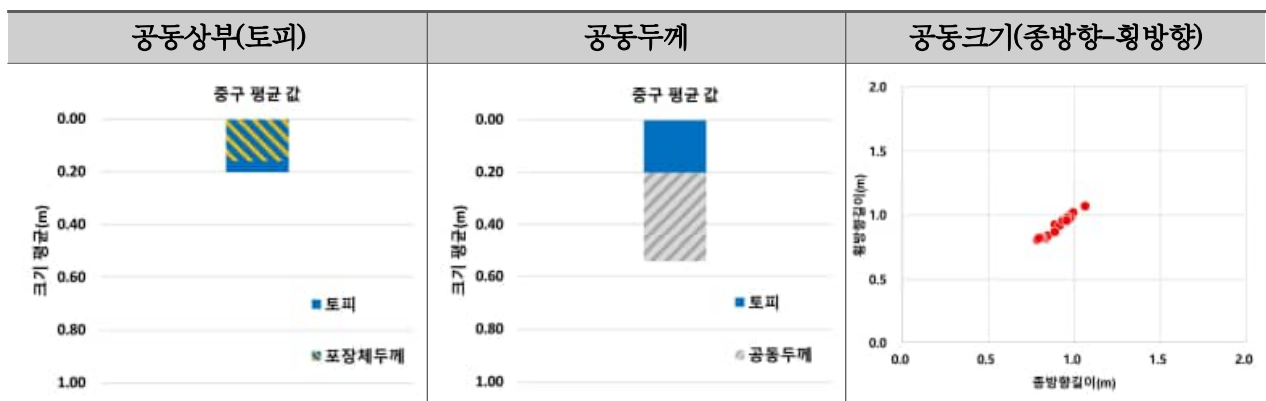
표 5-9. 중구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
중구	21	시흥~중립선	6.0	2	1	1	-	-
	2115	봉래~관훈선	12.3	3	1	-	2	-
	C1	도심순환도로	36.5	2	1	-	1	-
	24	봉래~세종로선	15.3	2	-	1	1	-
	49	신월~신당선	32.7	5	3	1	1	-
	2707	필동~와룡선	3.2	1	-	1	-	-
	2709	저동~을지로선	5.2	2	-	1	1	-
	29	양재~혜화선	14.6	-	-	-	-	-
	48	을지~둔촌선	9.7	-	-	-	-	-
	4905	노고산~창신선	12.9	2	1	1	-	-
	50	서린~상일선	7.9	2	1	-	1	-
합계			156.3	21	8	6	7	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-10. 중구 공동 분포특성



- 포장체 두께는 0.07~0.35m(평균:0.16m)를 보이고, 토피는 0.07~0.48m(평균:0.20m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.22~0.84m 범위를 보이고, 평균 0.34m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.90m, 횡단길이 평균 0.90m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

중구의 km당 전체 공동발견율은 0.13개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.05개소, 우선등급 0.04개소, 일반등급 0.04개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 저동~을지로선, 시흥~중립선, 필동~와룡선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-11. 중구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
중구	156.3	긴급등급	8	0.05	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.05 우선등급 0.04 일반등급 0.04 관찰등급 0.00 전체 0.13
		우선등급	6	0.04	
		일반등급	7	0.04	
		관찰등급	-	-	
		전체	21	0.13	

표 5-12. 중구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
중구	21	시흥~중립선	6.0	2	0.33	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 시흥~중립선 0.33 봉래~관훈선 0.24 도심순환도로 0.05 봉래~세종로선 0.13 신월~신당선 0.15 필동~와룡선 0.31 저동~을지로선 0.38 양재~혜화선 0.00 노고산~창신선 0.16 을지~둔촌선 0.00 서린~상일선 0.25 전체 0.13
	2115	봉래~관훈선	12.3	3	0.24	
	C1	도심순환도로	36.5	2	0.05	
	24	봉래~세종로선	15.3	2	0.13	
	49	신월~신당선	32.7	5	0.15	
	2707	필동~와룡선	3.2	1	0.31	
	2709	저동~을지로선	5.2	2	0.38	
	29	양재~혜화선	14.6	-	-	
	48	을지~둔촌선	9.7	-	-	
	4905	노고산~창신선	12.9	2	0.16	
	50	서린~상일선	7.9	2	0.25	
	합계		114.4	21	0.13	

1.2.3 용산구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

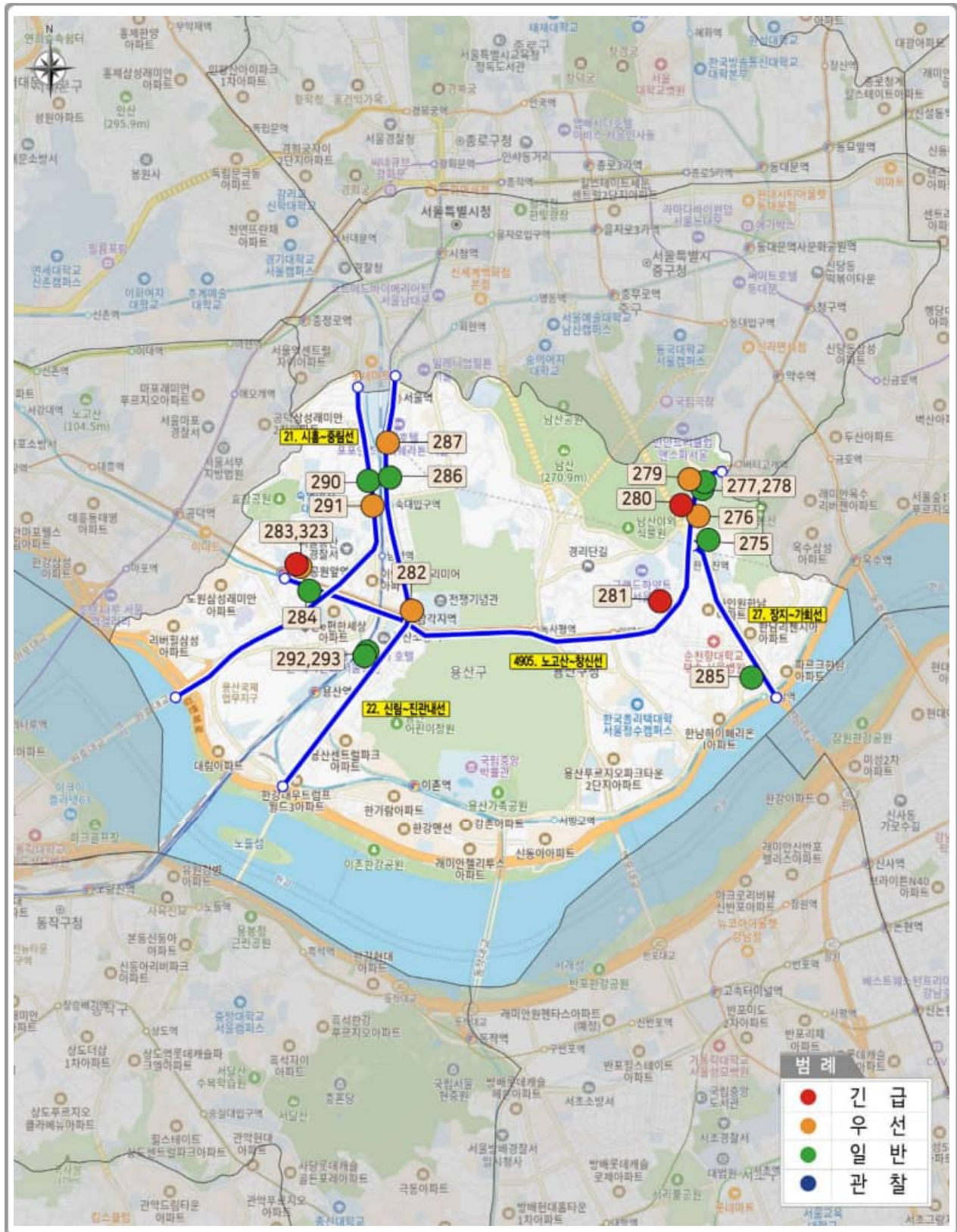
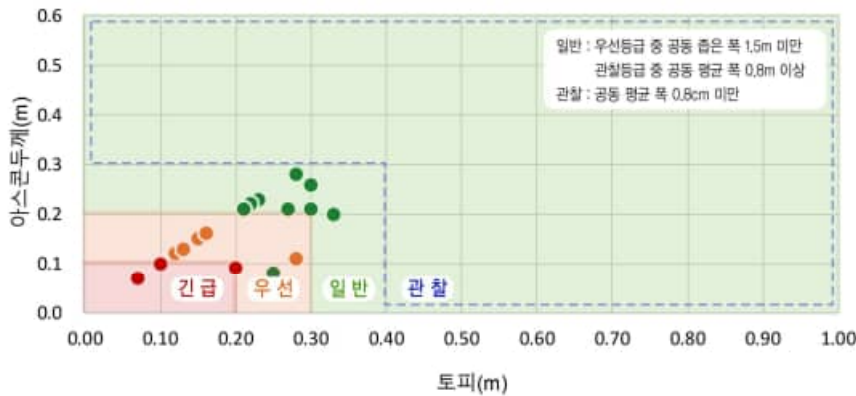


그림 5-5. 용산구 공동분포 현황

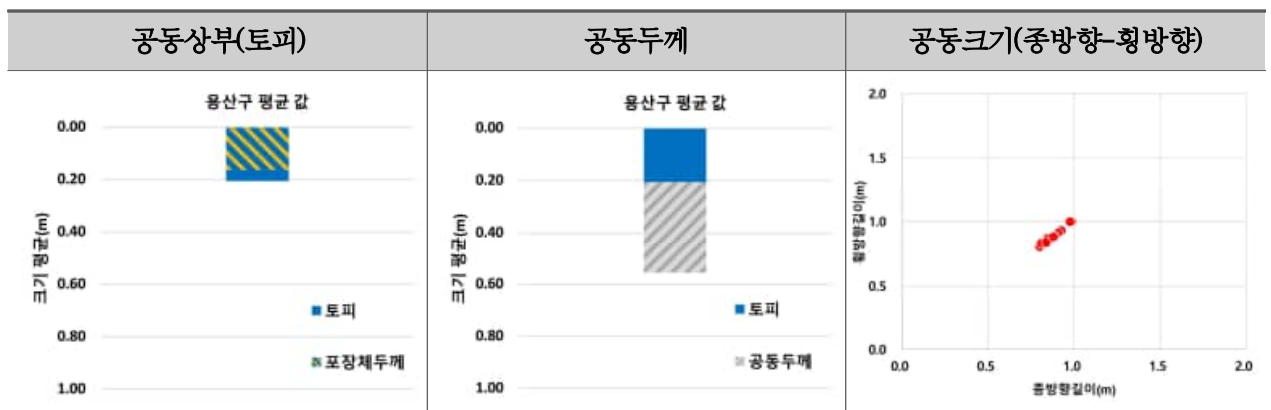
표 5-13. 용산구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
용산구	4905	노고산~창신선	33.0	10	3	4	3	-
	21	시흥~중림선	25.4	1	-	-	1	-
	22	신림~진관내선	43.5	5	-	2	3	-
	27	장지~가회선	16.7	2	-	-	2	-
합계			118.6	18	3	6	9	-
공동관리등급 분석						공동관리등급 분포율		



(2) 공동 분포특성

표 5-14. 용산구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.07~0.28m(평균:0.16m)를 보이고, 토피는 0.07~0.33m(평균:0.27m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~0.89m 범위를 보이고, 평균 0.35m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.87m, 횡단길이 평균 0.87m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

용산구의 km당 전체 공동발견율은 0.15개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.03개소, 우선등급 0.05개소, 일반등급 0.08개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 노고산~창신선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-15. 용산구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
용산구	118.6	긴급등급	3	0.03	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	6	0.05	
		일반등급	9	0.08	
		관찰등급	-	-	
		전체	18	0.15	

표 5-16. 용산구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
용산구	4905	노고산~창신선	33.0	10	0.30	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	21	시흥~중림선	25.4	1	0.04	
	22	신림~진관내선	43.5	5	0.11	
	27	장지~가회선	16.7	2	0.12	
합계			118.6	18	0.15	

1.2.4 성동구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

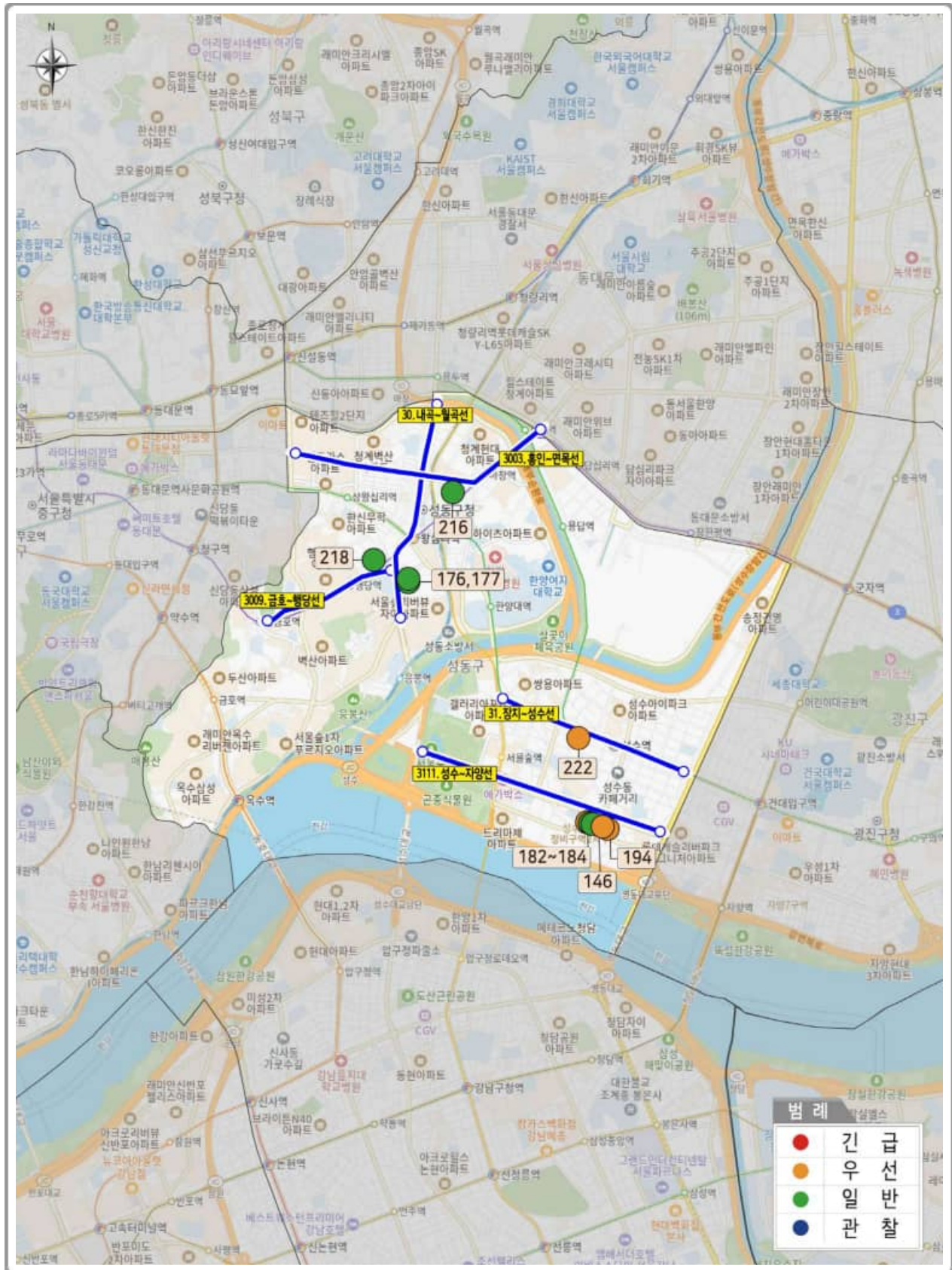
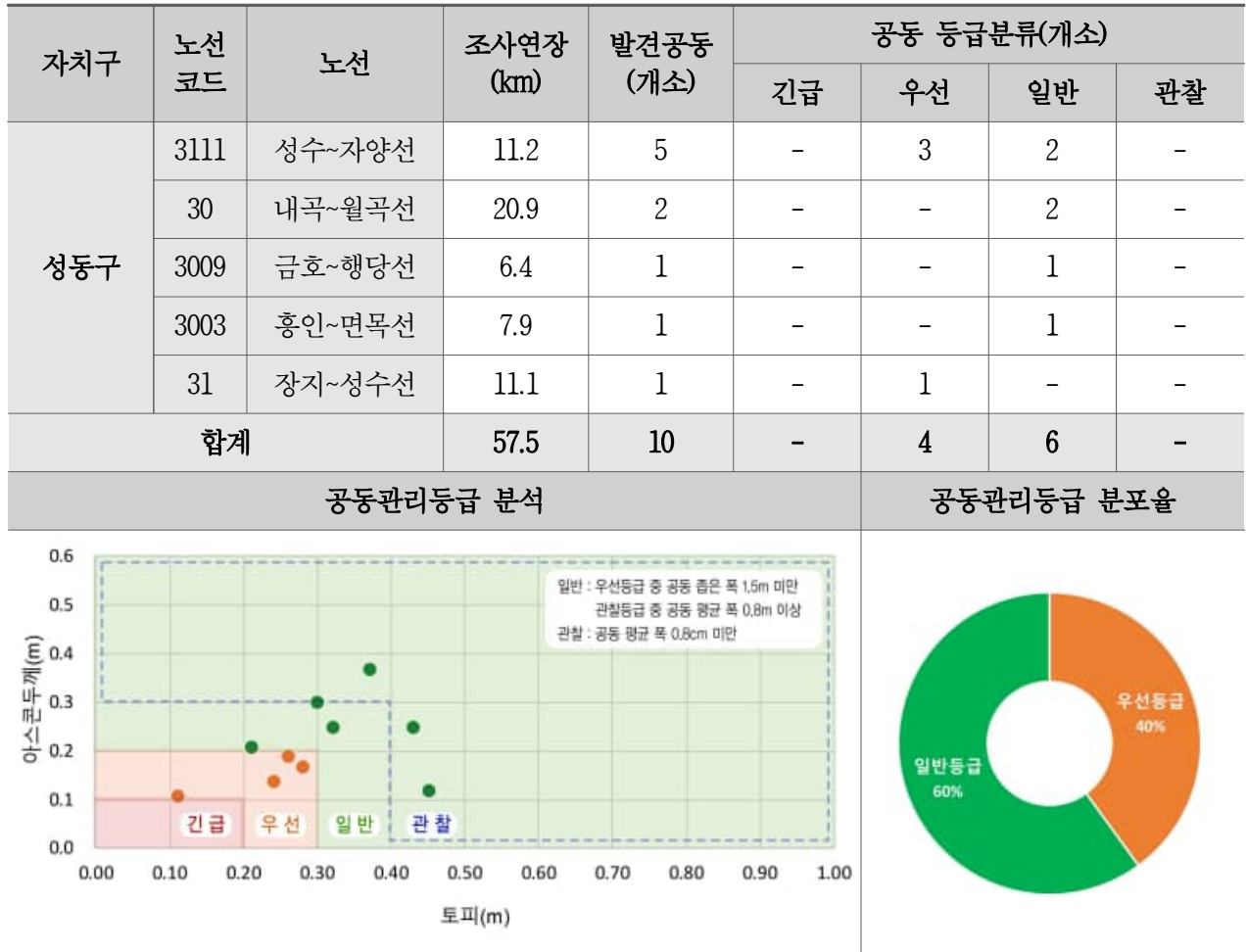


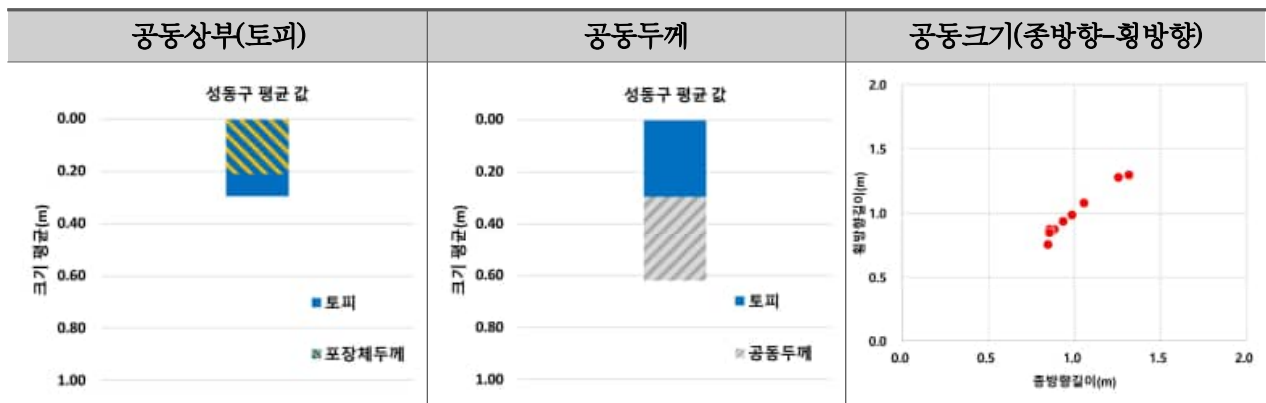
그림 5-6. 성동구 공동분포 현황

표 5-17. 성동구 공동관리등급 현황



(2) 공동 분포특성

표 5-18. 성동구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.11~0.37m(평균:0.21m)를 보이고, 토피는 0.11~0.45m(평균:0.30m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.69m 범위를 보이고, 평균 0.32m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.99m, 횡단길이 평균 0.97m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

성동구의 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 등급별 공동발견율은 우선등급 0.07개소, 일반등급 0.10개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 성수~자양선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-19. 성동구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
성동구	57.5	긴급등급	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	4	0.07	
		일반등급	6	0.10	
		관찰등급	-	-	
		전체	10	0.17	

표 5-20. 성동구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
성동구	3111	성수~자양선	11.2	5	0.45	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	30	내곡~월곡선	20.9	2	0.10	
	3009	금호~행당선	6.4	1	0.16	
	3003	홍인~면목선	7.9	1	0.13	
	31	장지~성수선	11.1	1	0.09	
합계			57.5	10	0.17	

1.2.5 광진구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

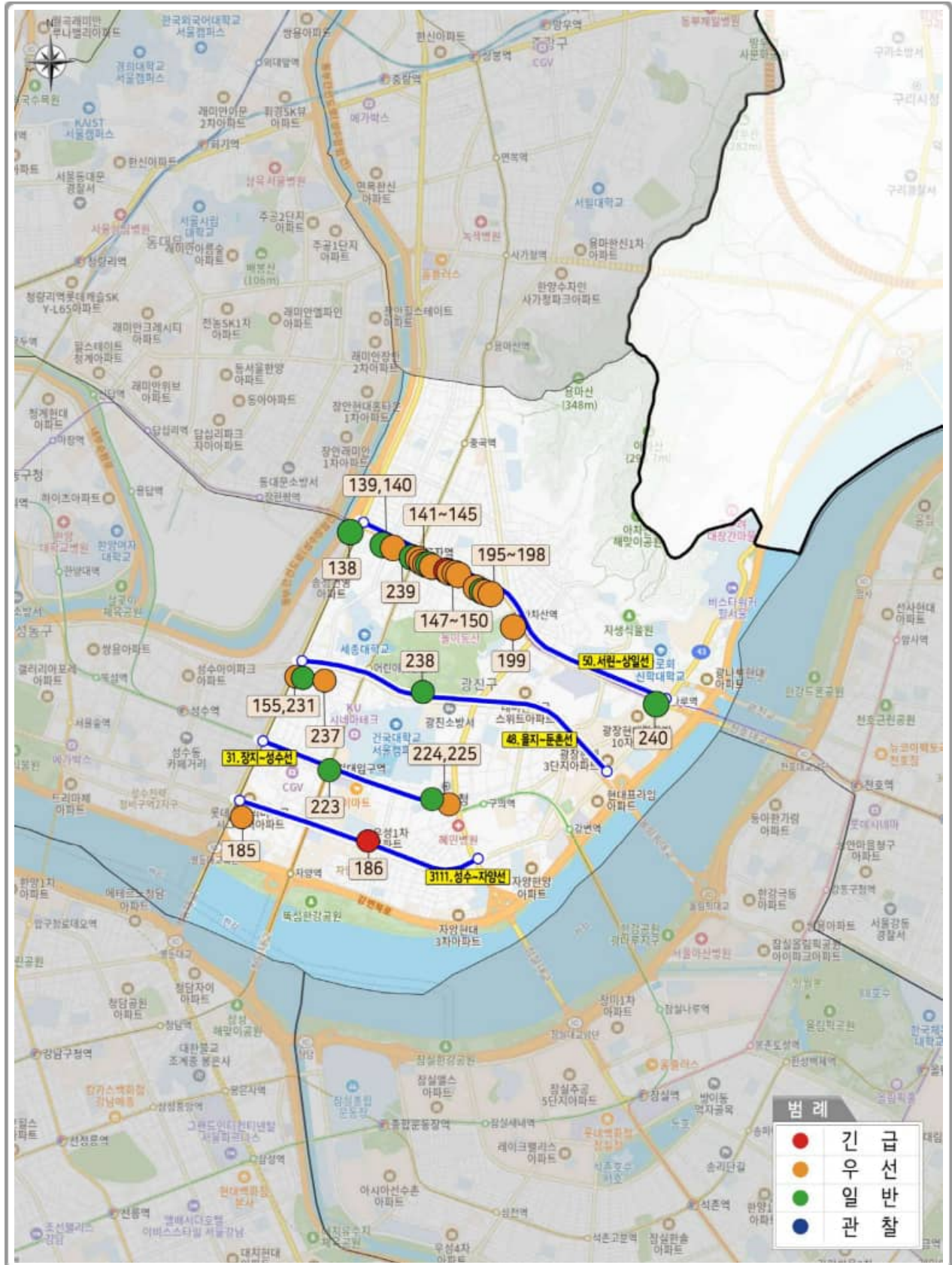
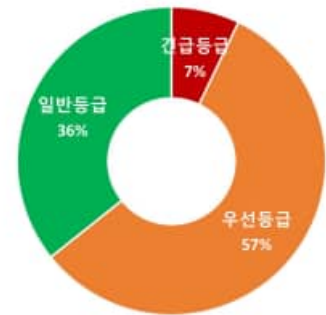
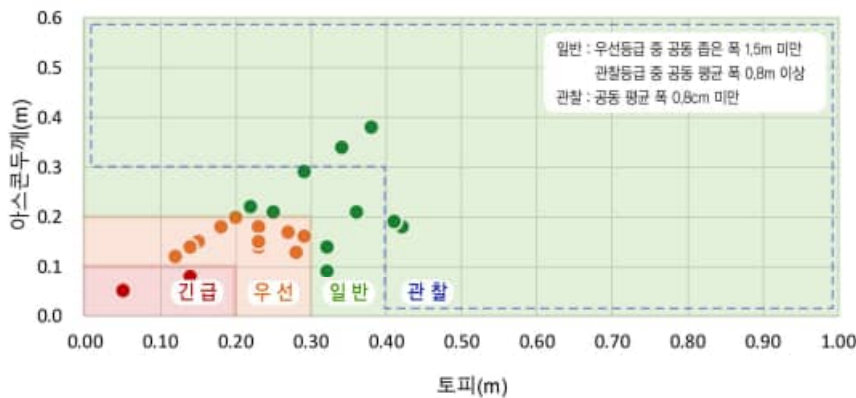


그림 5-7. 광진구 공동분포 현황

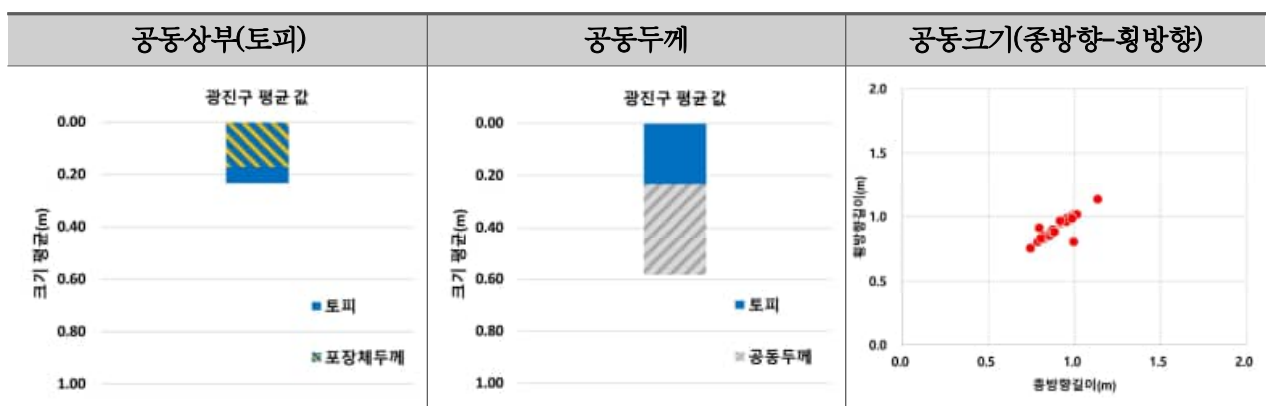
표 5-21. 광진구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
광진구	3111	성수~자양선	9.5	2	1	1	-	-
	48	을지~둔촌선	21.4	4	-	2	2	-
	50	서린~상일선	35.3	19	1	12	6	-
	31	장지~성수선	12.5	3	-	1	2	-
합계			78.7	28	2	16	10	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-22. 광진구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.05~0.38m(평균:0.17m)를 보이고, 토피는 0.05~0.42m(평균:0.23m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~1.15m 범위를 보이고, 평균 0.35m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.91m, 횡단길이 평균 0.91m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

광진구의 km당 전체 공동발견율은 0.36개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.03개소, 우선등급 0.20개소, 일반등급 0.13개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 서린~상일선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-23. 광진구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
광진구	78.7	긴급등급	2	0.03	
		우선등급	16	0.20	
		일반등급	10	0.13	
		관찰등급	-	-	
		전체	28	0.36	

표 5-24. 광진구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
광진구	3111	성수~자양선	9.5	2	0.21	
	48	을지~둔촌선	21.4	4	0.19	
	50	서린~상일선	35.3	19	0.54	
	31	장지~성수선	12.5	3	0.24	
	합계		78.7	28	0.36	

1.2.6 중랑구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

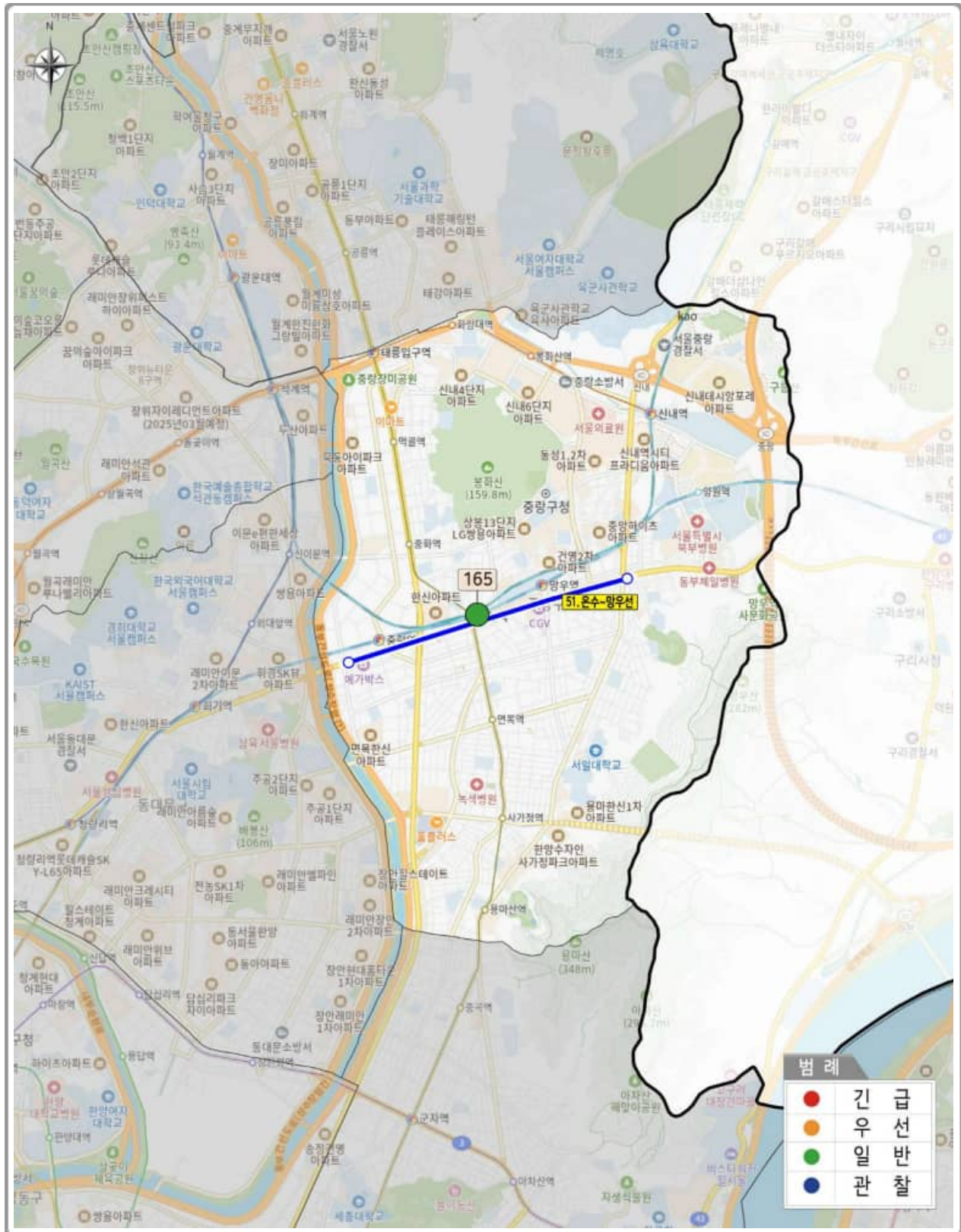
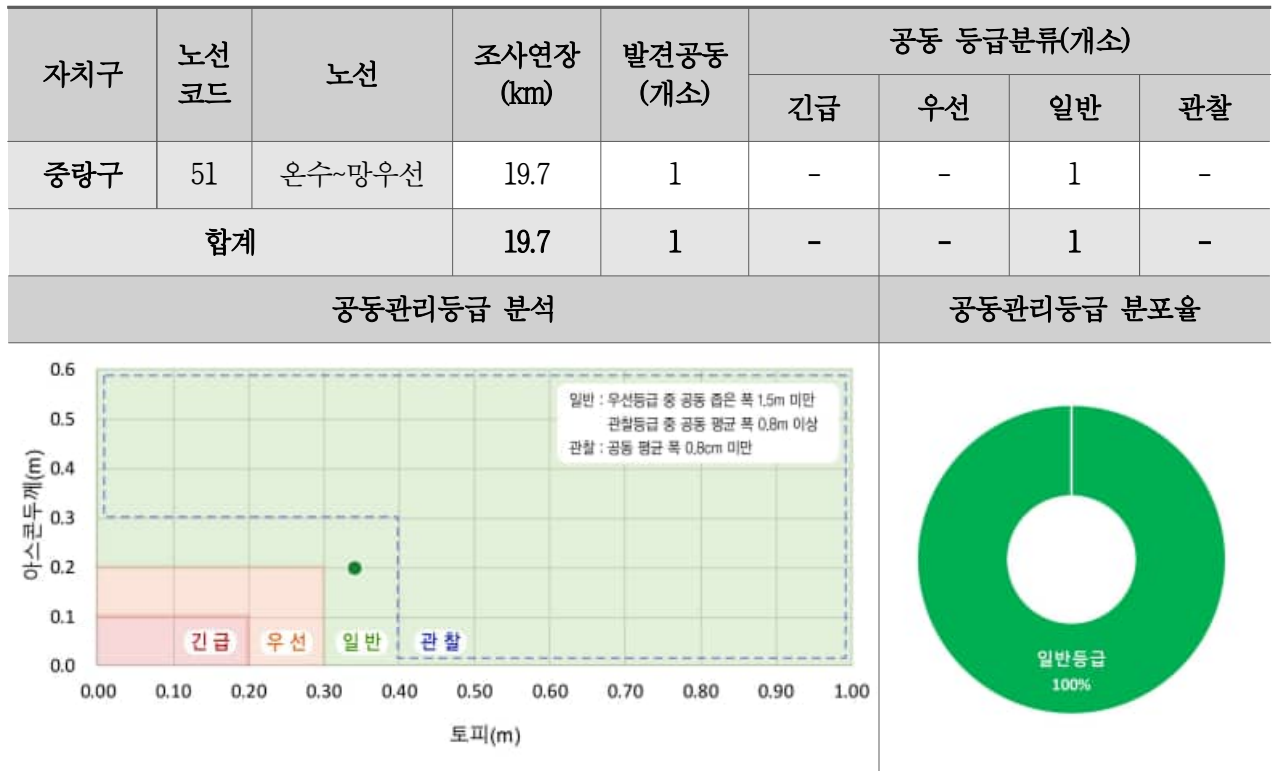


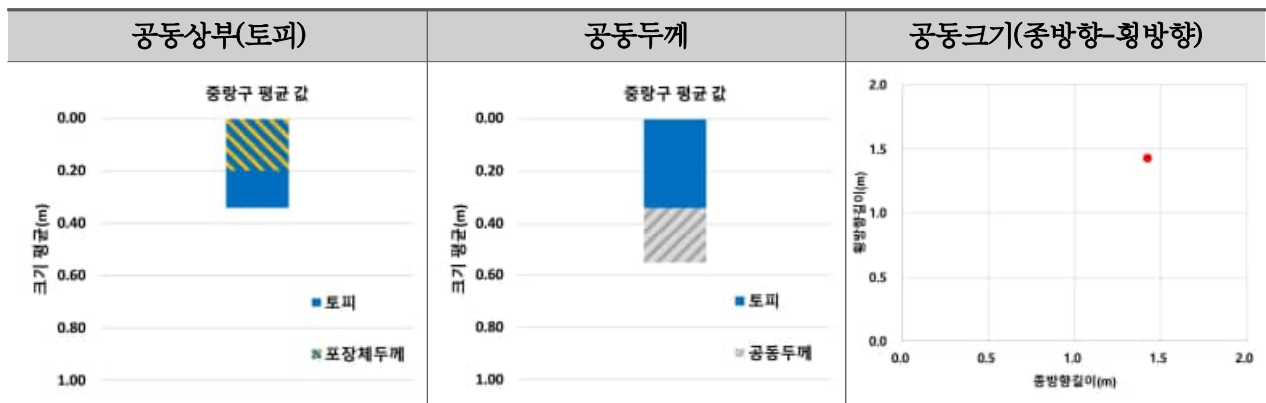
그림 5-8. 중랑구 공동분포 현황

표 5-25. 중랑구 공동관리등급 현황



(2) 공동 분포특성

표 5-26. 중랑구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.20m를 보이고, 토피는 0.34m로 분포한다.
- 공동두께는 0.21m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 1.43m, 횡단길이 평균 1.42m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

중랑구의 km당 전체 공동발견율은 0.05개소이며, 등급별 공동발견율과 노선별 공동발견율은 다음과 같다.

표 5-27. 중랑구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
중랑구	19.7	긴급등급	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.00 우선등급 0.00 일반등급 0.05 관찰등급 0.00 전체 0.05
		우선등급	-	-	
		일반등급	1	0.05	
		관찰등급	-	-	
		전체	1	0.05	

표 5-28. 중랑구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
중랑구	51	온수~망우선	19.7	1	0.05	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 온수~망우선 0.05 전체 0.05
합계			19.7	1	0.05	

1.2.7 성북구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

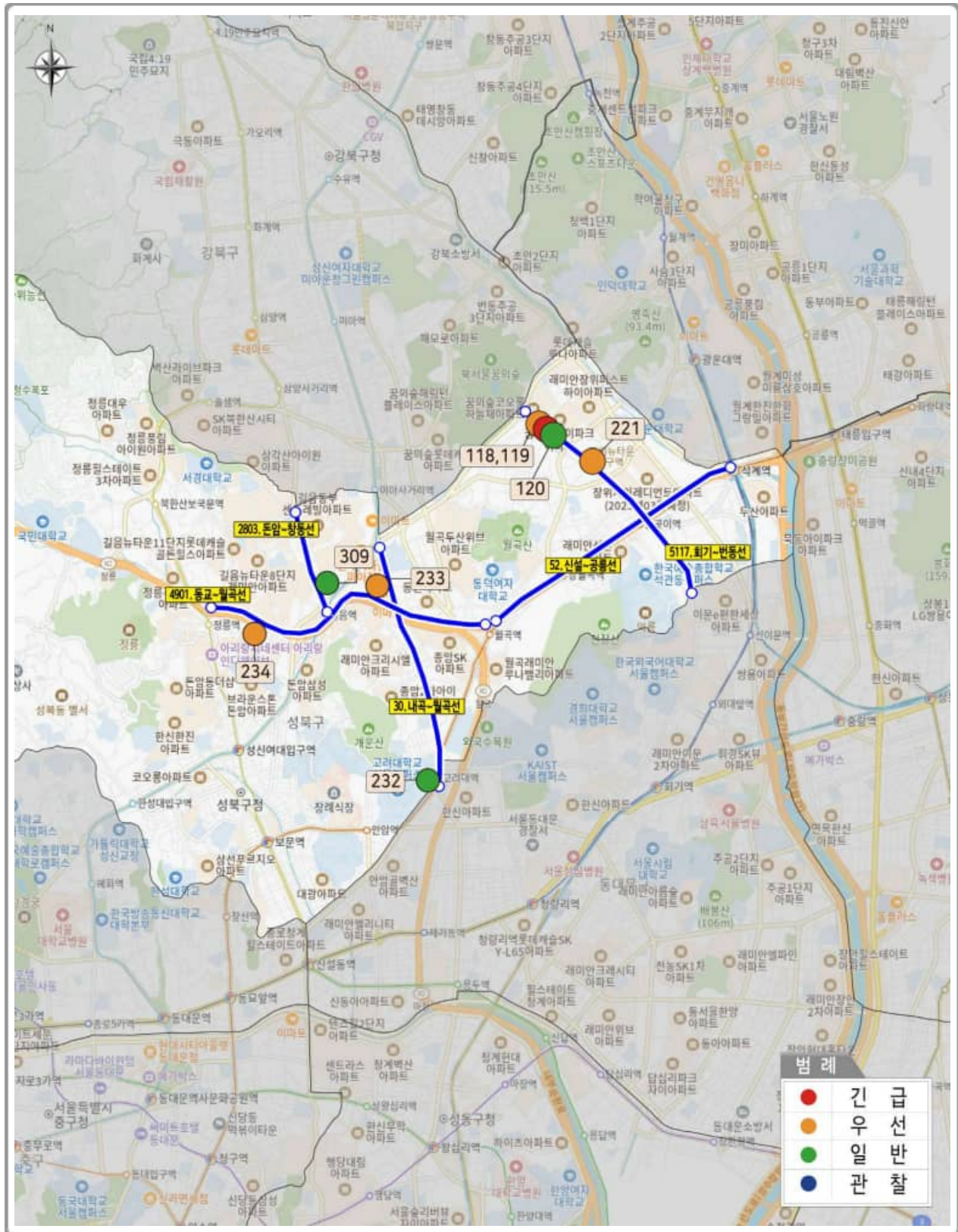
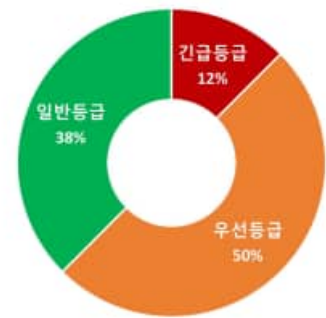
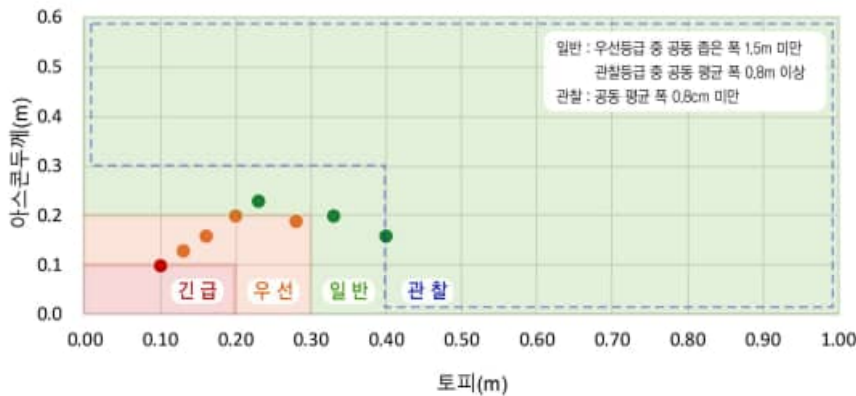


그림 5-9. 성북구 공동분포 현황

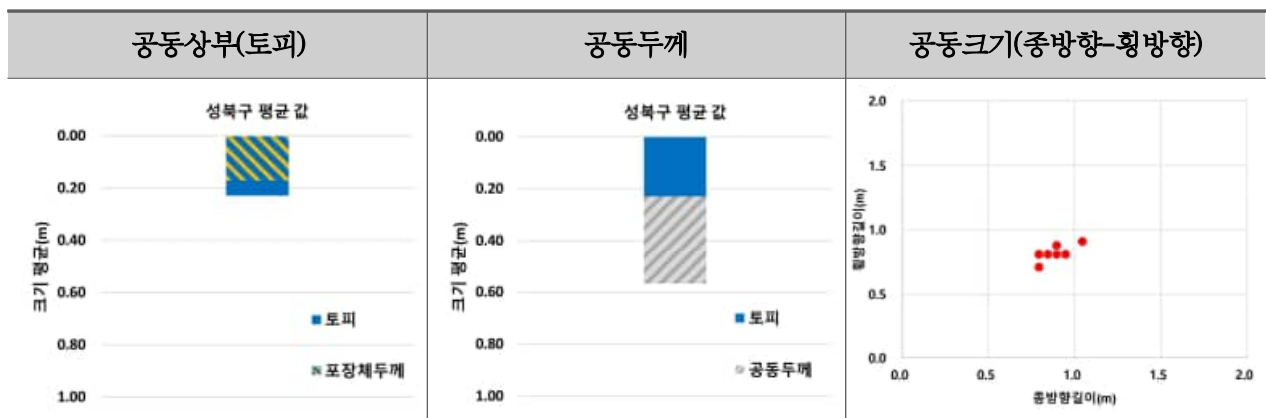
표 5-29. 성북구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
성북구	30	내곡~월곡선	16.9	2	-	1	1	-
	4901	동교~월곡선	25.8	1	-	1	-	-
	52	신설~공릉선	17.7	-	-	-	-	-
	2803	돈암~창동선	4.3	1	-	-	1	-
	5117	회기~변동선	9.3	4	1	2	1	-
합계			74.0	8	1	4	3	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-30. 성북구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.10~0.23m(평균:0.17m)를 보이고, 토피는 0.10~0.40m(평균:0.23m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.23~0.64m 범위를 보이고, 평균 0.34m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.88m, 횡단길이 평균 0.80m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

성북구의 km당 전체 공동발견율은 0.11개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.01개소, 우선등급 0.05개소, 일반등급 0.04개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 회기~번동선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-31. 성북구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
성북구	74.0	긴급등급	1	0.01	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.01 우선등급 0.05 일반등급 0.04 관찰등급 0.00 전체 0.11
		우선등급	4	0.05	
		일반등급	3	0.04	
		관찰등급	-	-	
		전체	8	0.11	

표 5-32. 성북구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
성북구	30	내곡~월곡선	16.9	2	0.12	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 내곡~월곡선 0.12 동교~월곡선 0.04 신설~공릉선 0.00 돈암~창동선 0.23 회기~번동선 0.43 전체 0.11
	4901	동교~월곡선	25.8	1	0.04	
	52	신설~공릉선	17.7	-	0.00	
	2803	돈암~창동선	4.3	1	0.23	
	5117	회기~번동선	9.3	4	0.43	
합계			74.0	8	0.11	

1.2.8 강북구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

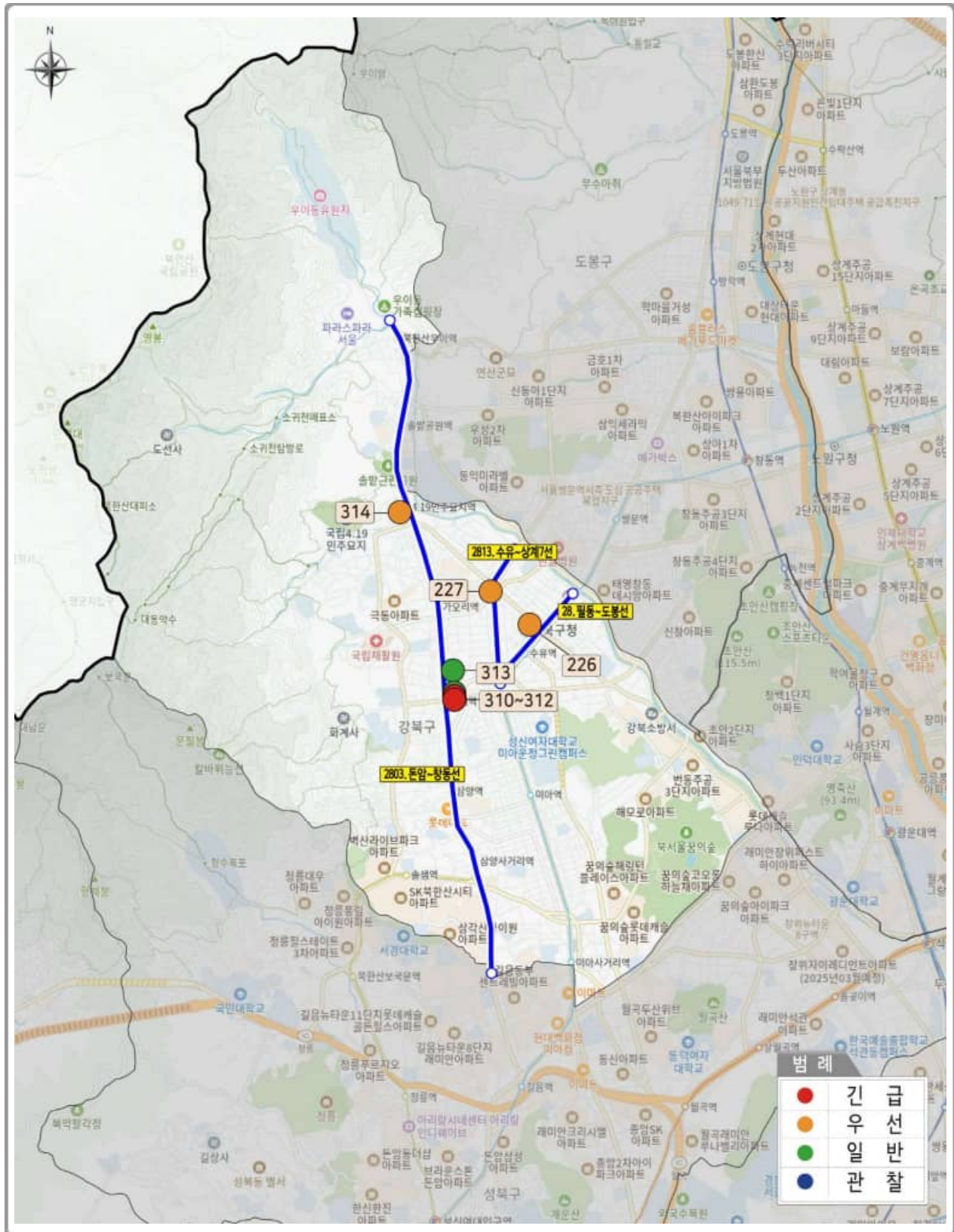
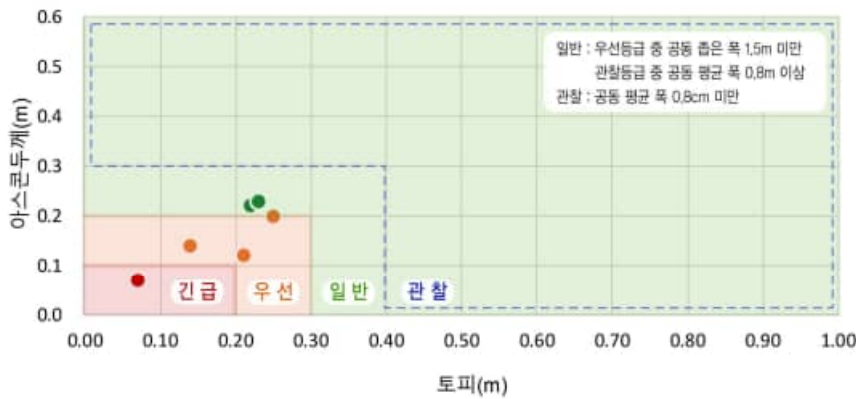


그림 5-10. 강북구 공동분포 현황

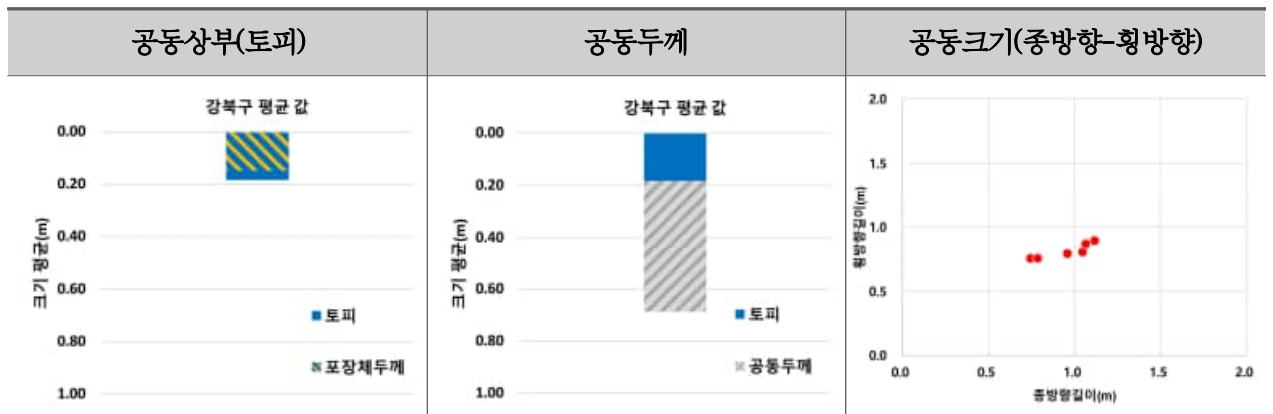
표 5-33. 강북구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
강북구	2803	돈암~창동선	28.7	5	2	1	2	-
	2813	수유~상계7선	5.7	1	-	1	-	-
	28	필동~도봉선	7.4	1	-	1	-	-
합계			41.8	7	2	3	2	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-34. 강북구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.05~0.23m(평균:0.15m)를 보이고, 토피는 0.07~0.25m(평균:0.18m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~1.40m 범위를 보이고, 평균 0.50m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.93m, 횡단길이 평균 0.80m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

강북구의 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.05개소, 우선등급 0.07개소, 일반등급 0.05개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 3개노선에서 유사한 공동발견율을 보인다.

표 5-35. 강북구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
강북구	41.8	긴급등급	2	0.05	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.05 우선등급 0.07 일반등급 0.05 관찰등급 0.00 전체 0.17
		우선등급	3	0.07	
		일반등급	2	0.05	
		관찰등급	-	-	
		전체	7	0.17	

표 5-36. 강북구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
강북구	2803	돈암~창동선	28.7	5	0.17	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 돈암~창동선 0.17 수유~상계7선 0.18 필동~도봉선 0.14 전체 0.17
	2813	수유~상계7선	5.7	1	0.18	
	28	필동~도봉선	7.4	1	0.14	
합계			41.8	7	0.17	

1.2.9 도봉구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

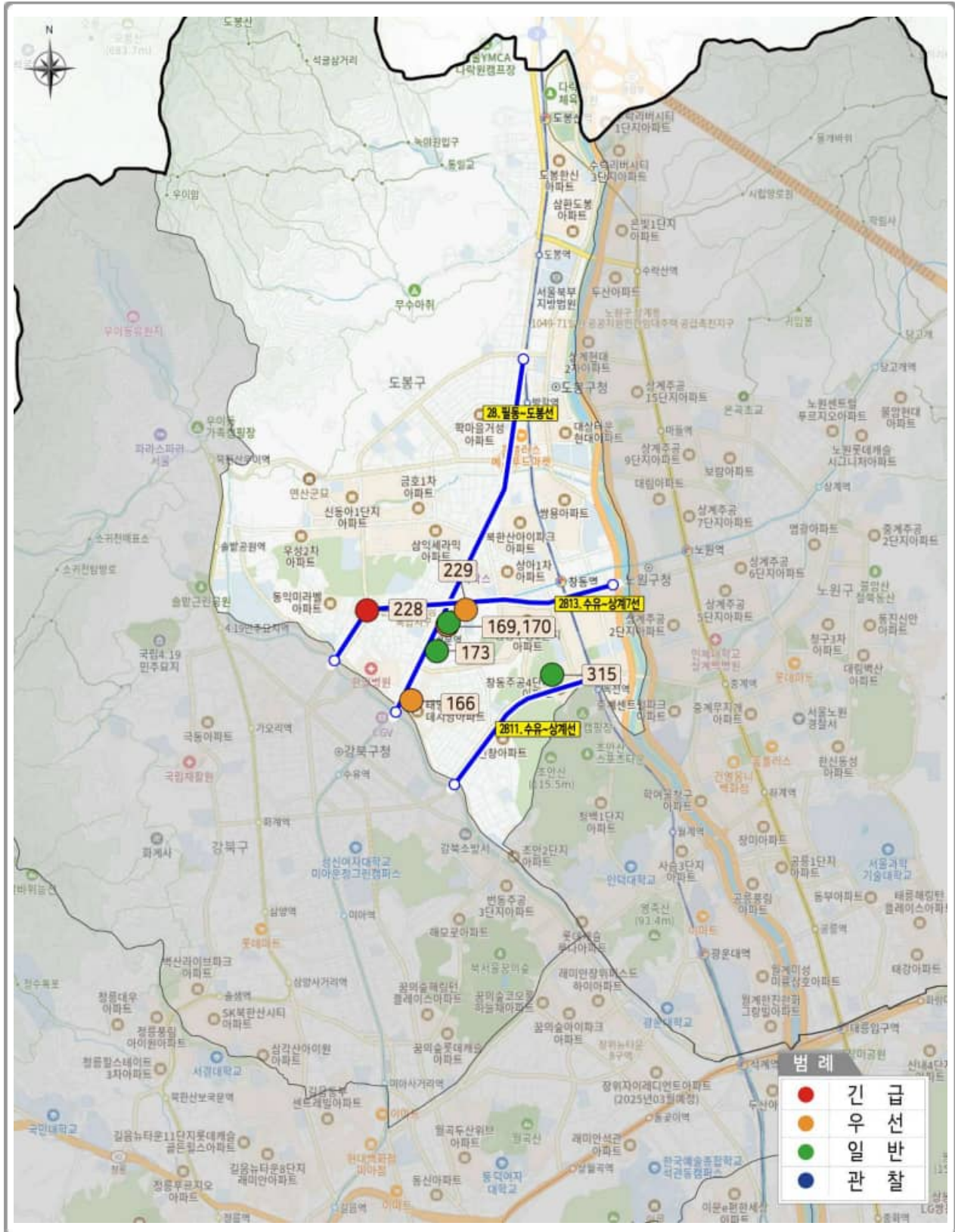
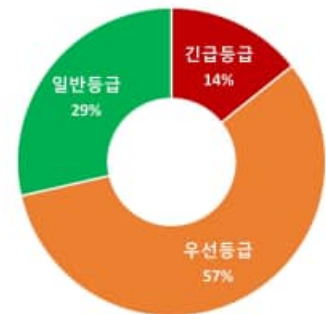
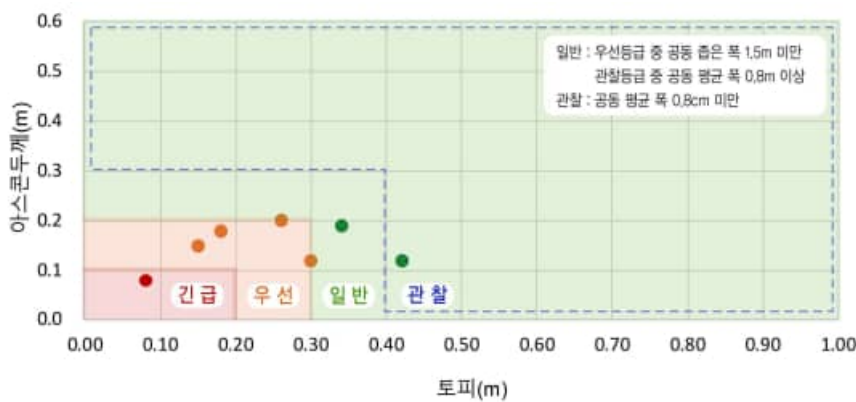


그림 5-11. 도봉구 공동분포 현황

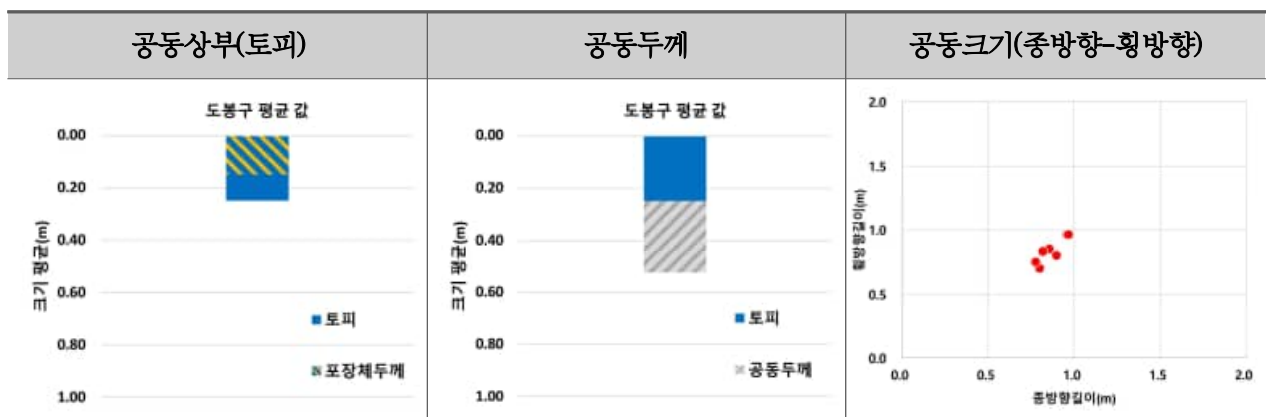
표 5-37. 도봉구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
도봉구	2811	수유~상계선	9.3	1	-	1	-	-
	28	필동~도봉선	30.8	4	-	2	2	-
	2813	수유~상계7선	15.5	2	1	1	-	-
합계			55.6	7	1	4	2	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-38. 도봉구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.08~0.20m(평균:0.15m)를 보이고, 토피는 0.08~0.42m(평균:0.25m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.22~0.33m 범위를 보이고, 평균 0.28m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.87m, 횡단길이 평균 0.84m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

도봉구의 km당 전체 공동발견율은 0.13개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.02개소, 우선등급 0.07개소, 일반등급 0.04개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 3개노선에서 유사한 공동발견율을 보인다.

표 5-39. 도봉구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
도봉구	55.6	긴급등급	1	0.02	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	4	0.07	
		일반등급	2	0.04	
		관찰등급	-	-	
		전체	7	0.13	

표 5-40. 도봉구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
도봉구	2811	수유~상계선	9.3	1	0.11	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	28	필동~도봉선	30.8	4	0.13	
	2813	수유~상계7선	15.5	2	0.13	
	합계		55.6	7	0.13	

1.2.10 노원구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

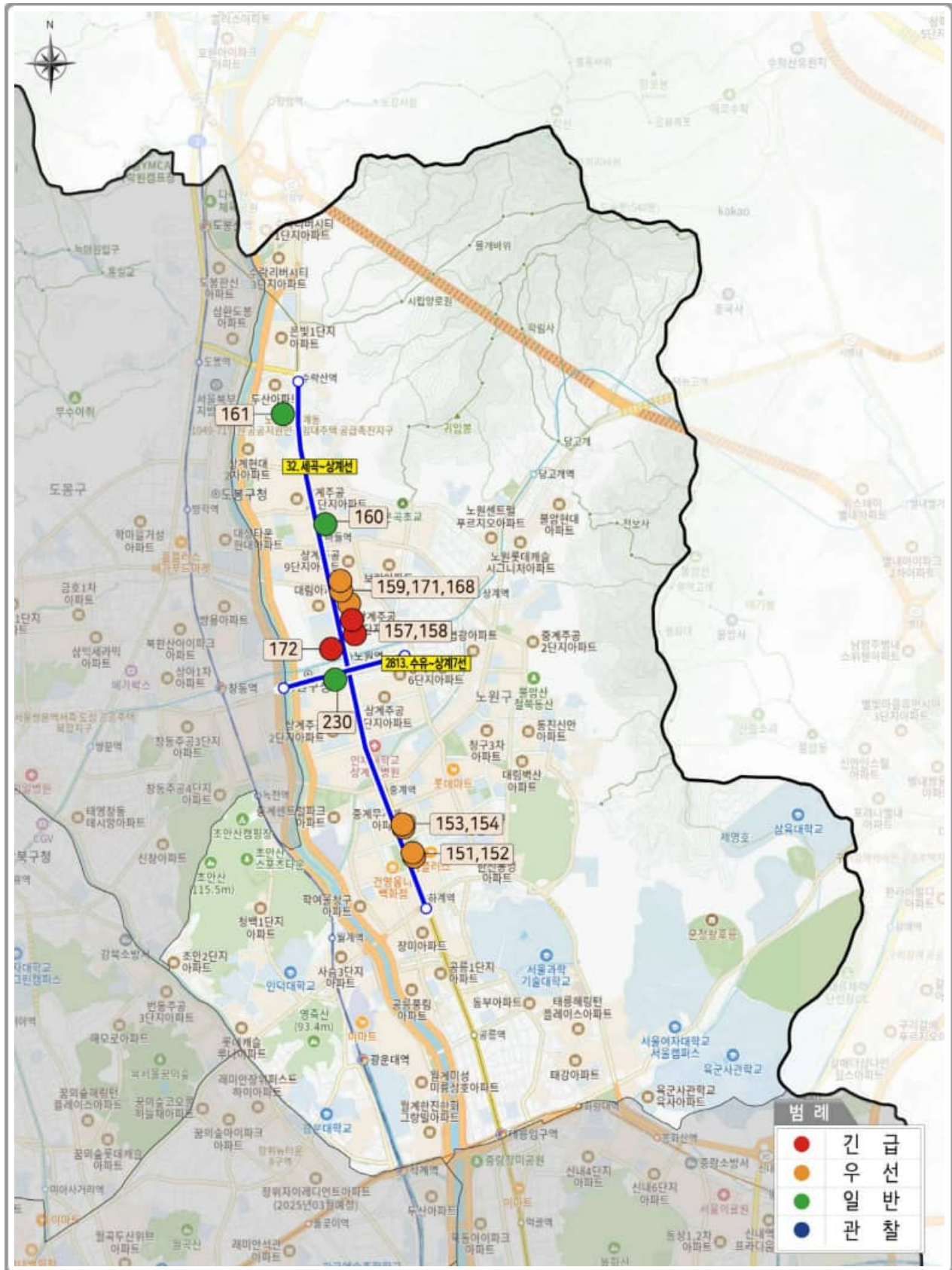
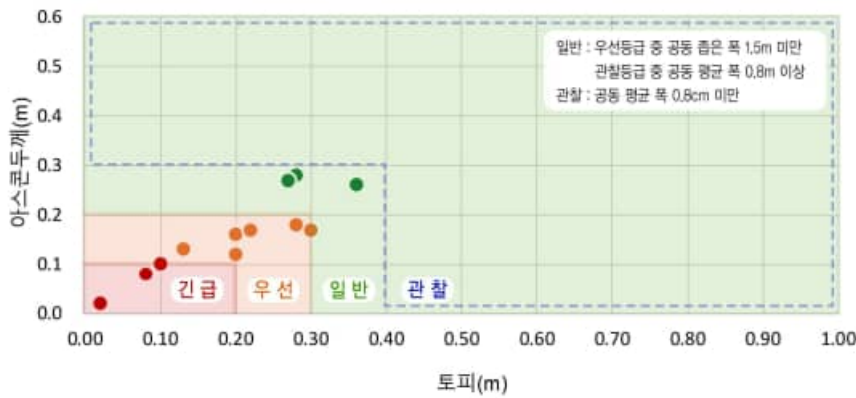


그림 5-12. 노원구 공동분포 현황

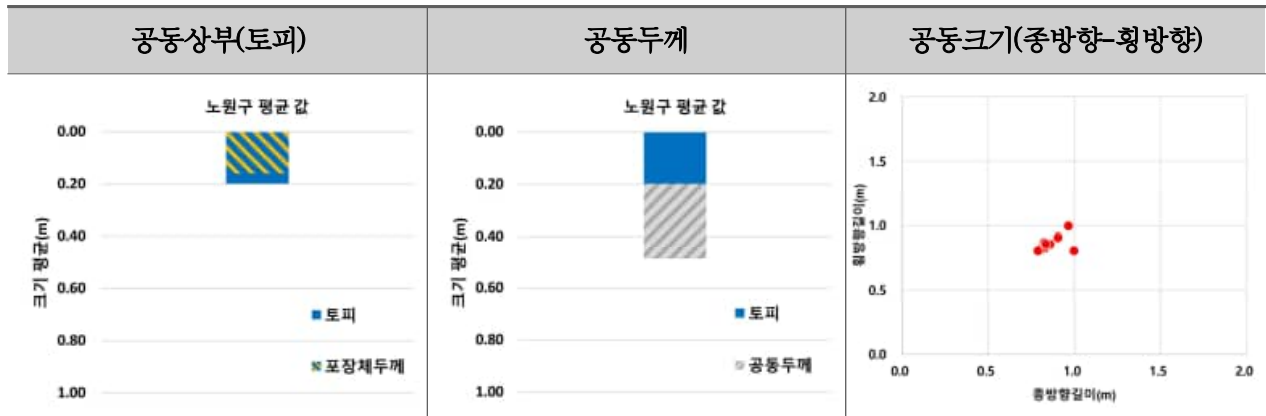
표 5-41. 노원구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
노원구	32	세곡~상계선	33.6	12	3	7	2	-
	2813	수유~상계7선	7.6	1	-	-	1	-
합계			41.2	13	3	7	3	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-42. 노원구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.02~0.28m(평균:0.16m)를 보이고, 토피는 0.02~0.36m(평균:0.20m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~0.43m 범위를 보이고, 평균 0.29m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.86m, 횡단길이 평균 0.85m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

노원구의 km당 전체 공동발견율은 0.32개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.07개소, 우선등급 0.17개소, 일반등급 0.07개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 세곡~상계선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-43. 노원구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
노원구	41.2	긴급등급	3	0.07	
		우선등급	7	0.17	
		일반등급	3	0.07	
		관찰등급	-	-	
		전체	13	0.32	

표 5-44. 노원구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
노원구	32	세곡~상계선	33.6	12	0.36	
	2813	수유~상계7선	7.6	1	0.13	
합계			41.2	13	0.32	

1.2.11 은평구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

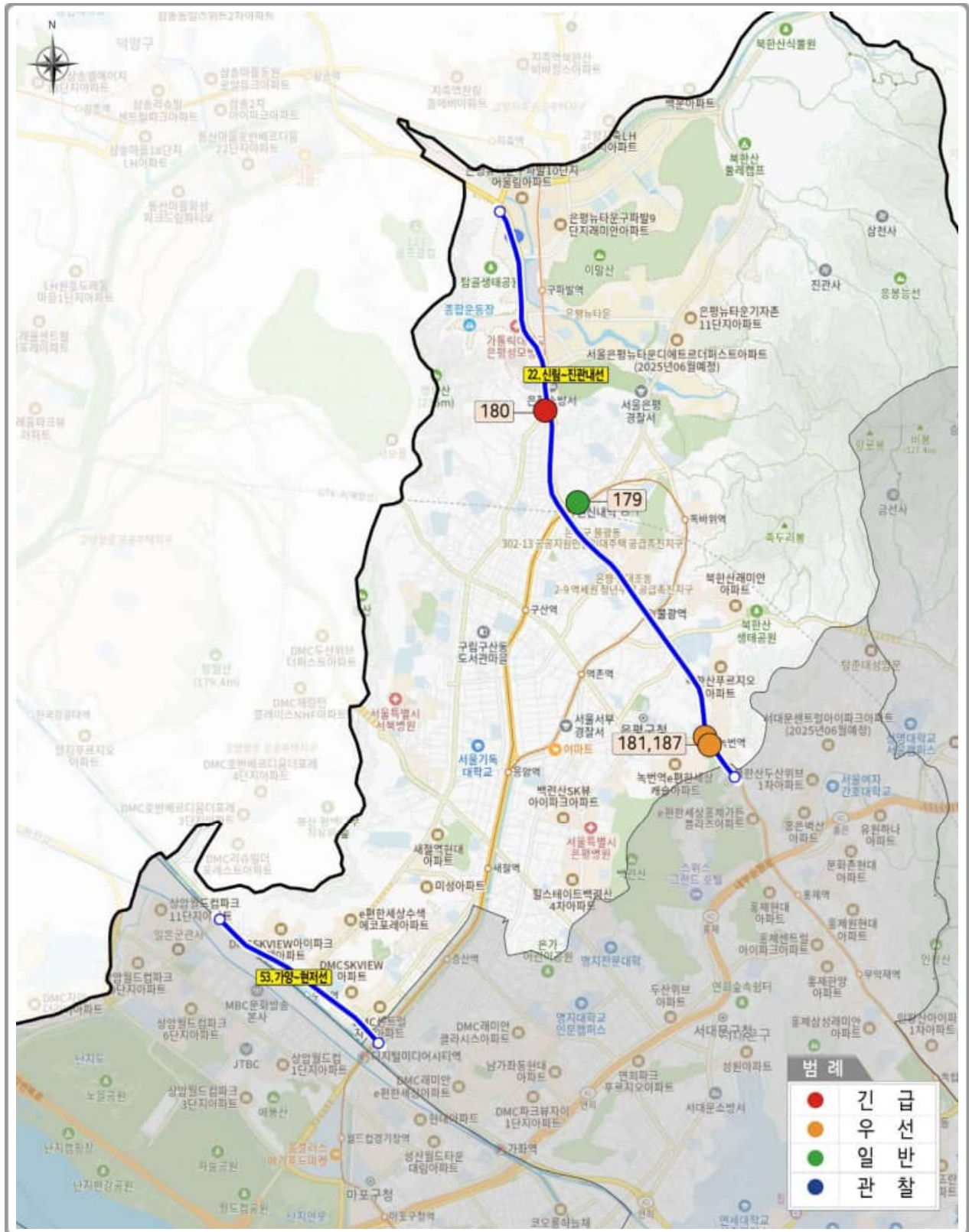
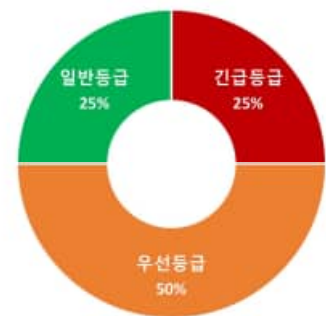
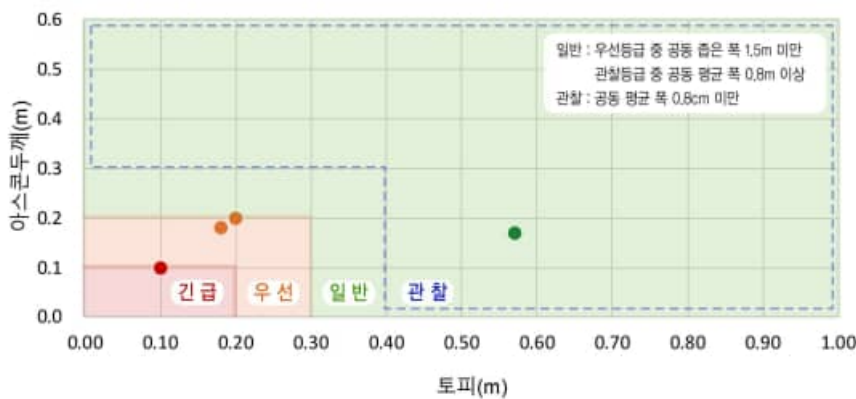


그림 5-13. 은평구 공동분포 현황

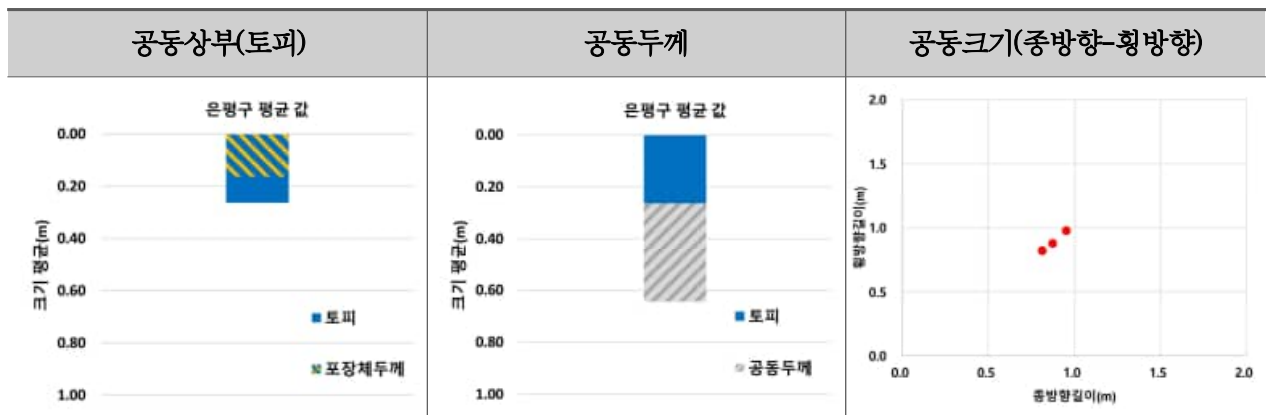
표 5-45. 은평구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
은평구	53	가양~현저선	14.7	-	-	-	-	-
	22	신림~진관내선	45.8	4	1	2	1	-
합계			60.5	4	1	2	1	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-46. 은평구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.10~0.20m(평균:0.16m)를 보이고, 토피는 0.10~0.57m(평균:0.26m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~0.76m 범위를 보이고, 평균 0.38m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.91m, 횡단길이 평균 0.91m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

은평구의 km당 전체 공동발견율은 0.07개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.02개소, 우선등급 0.03개소, 일반등급 0.02개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 가양~현저선에서는 공동이 없는 것으로 분석되었다.

표 5-47. 은평구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
은평구	60.5	긴급등급	1	0.02	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	2	0.03	
		일반등급	1	0.02	
		관찰등급	-	-	
		전체	4	0.07	

표 5-48. 은평구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
은평구	53	가양~현저선	14.7	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	22	신림~진관내선	45.8	4	0.09	
	합계		60.5	4	0.07	

1.2.12 서대문구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

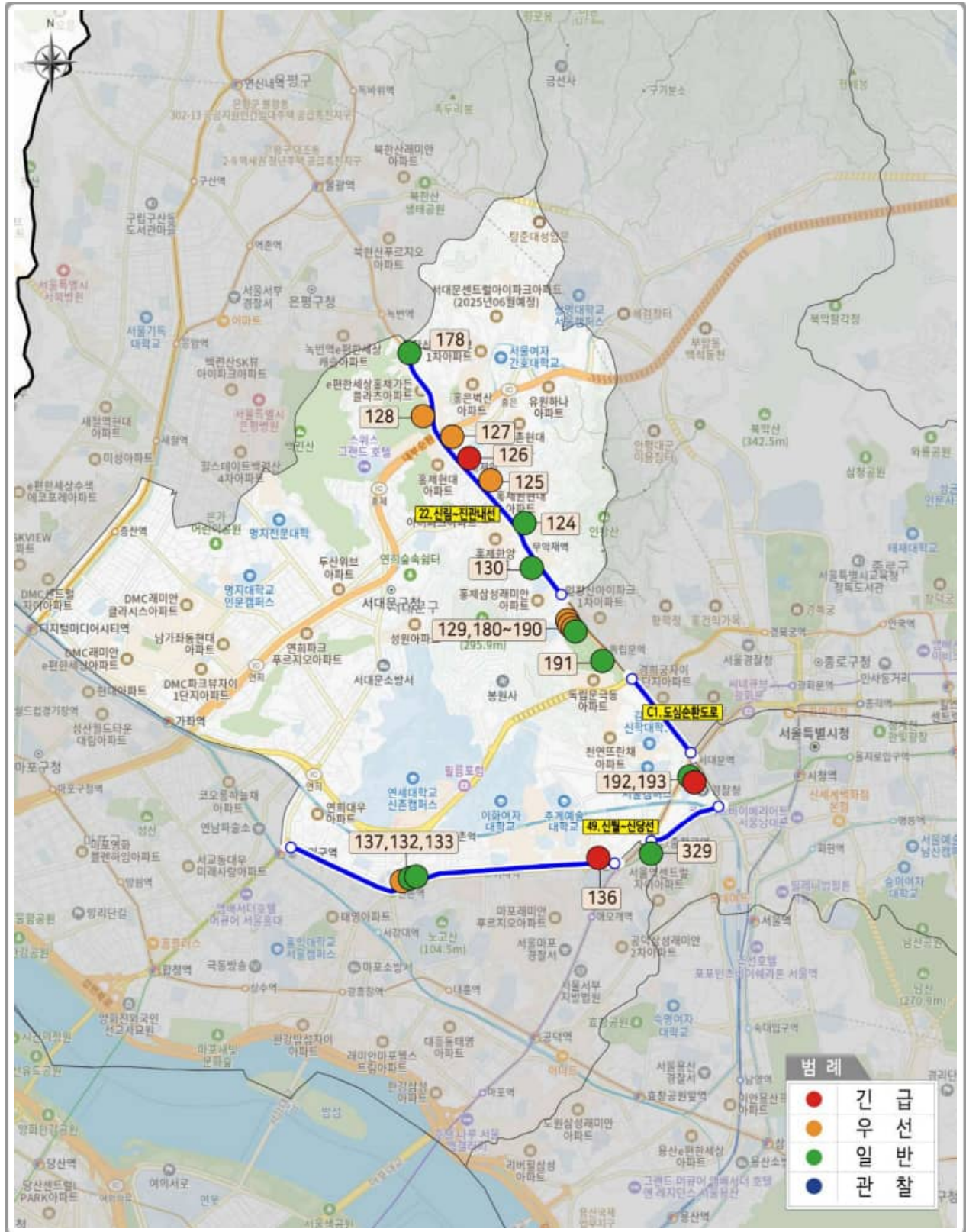
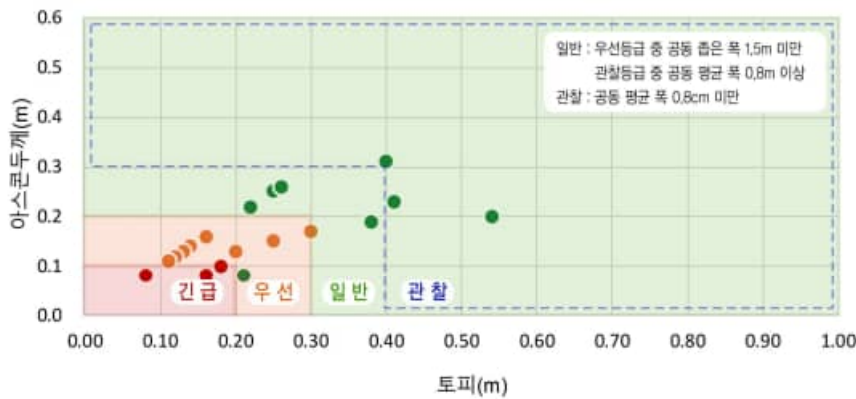


그림 5-14. 서대문구 공동분포 현황

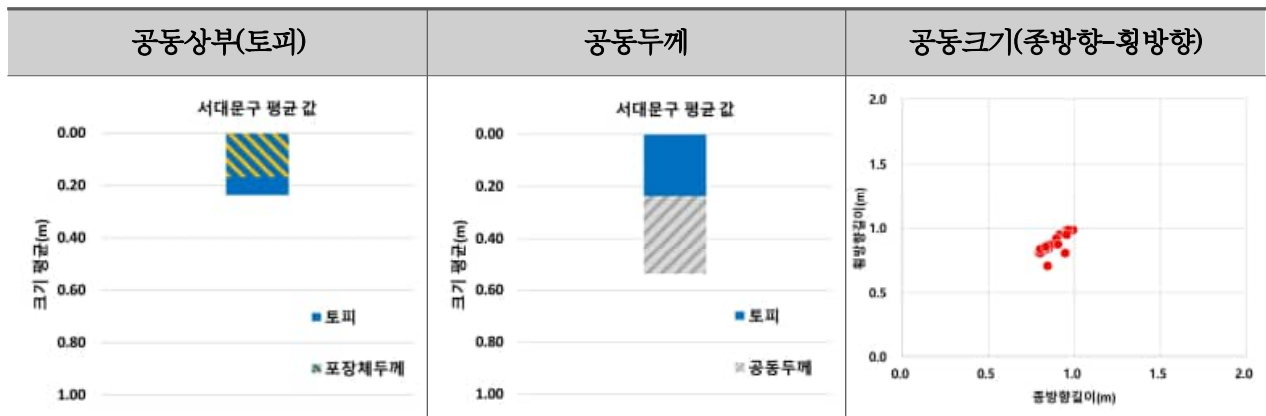
표 5-49. 서대문구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
서대문구	22	신림~진관내선	26.3	12	1	6	5	-
	49	신월~신당선	23.6	6	1	2	3	-
	C1	도심순환도로	5.6	2	1	-	1	-
합계			55.5	20	3	8	9	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-50. 서대문구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.08~0.31m(평균:0.17m)를 보이고, 토피는 0.08~0.54m(평균:0.24m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~0.74m 범위를 보이고, 평균 0.30m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.88m, 횡단길이 평균 0.86m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

서대문구의 km당 전체 공동발견율은 0.36개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.05개소, 우선등급 0.14개소, 일반등급 0.16개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 신림~진관내선, 도심순환도로에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-51. 서대문구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
서대문구	55.5	긴급등급	3	0.05	
		우선등급	8	0.14	
		일반등급	9	0.16	
		관찰등급	-	-	
		전체	20	0.36	

표 5-52. 서대문구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
서대문구	22	신림~진관내선	26.3	12	0.46	
	49	신월~신당선	23.6	6	0.25	
	C1	도심순환도로	5.6	2	0.36	
	합계		55.5	20	0.36	

1.2.13 마포구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

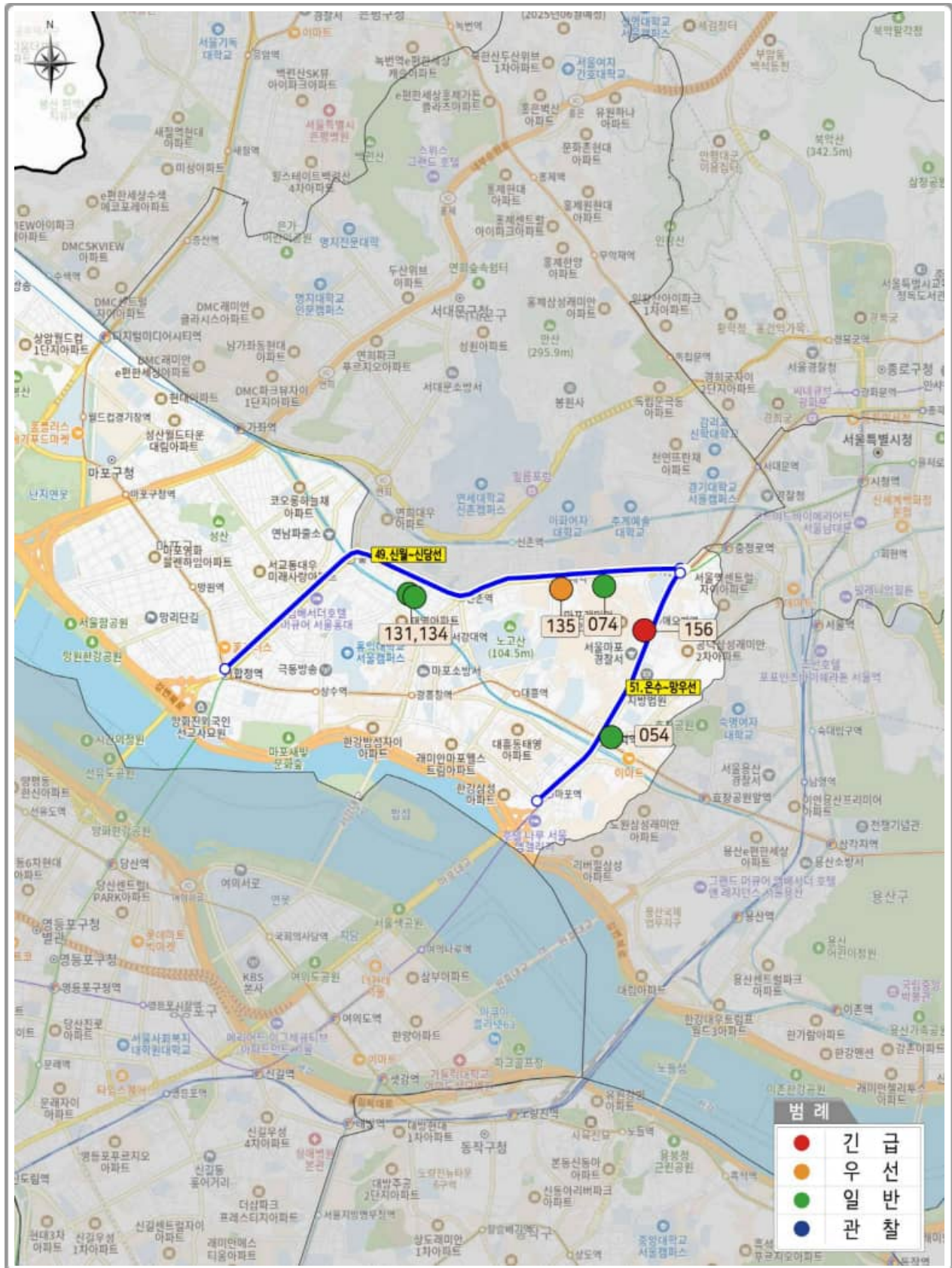
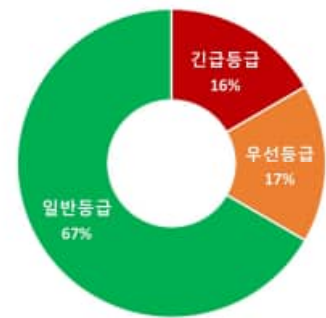
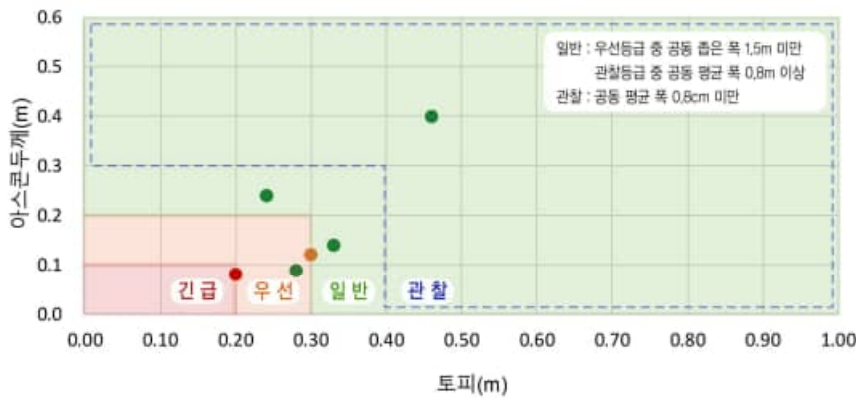


그림 5-15. 마포구 공동분포 현황

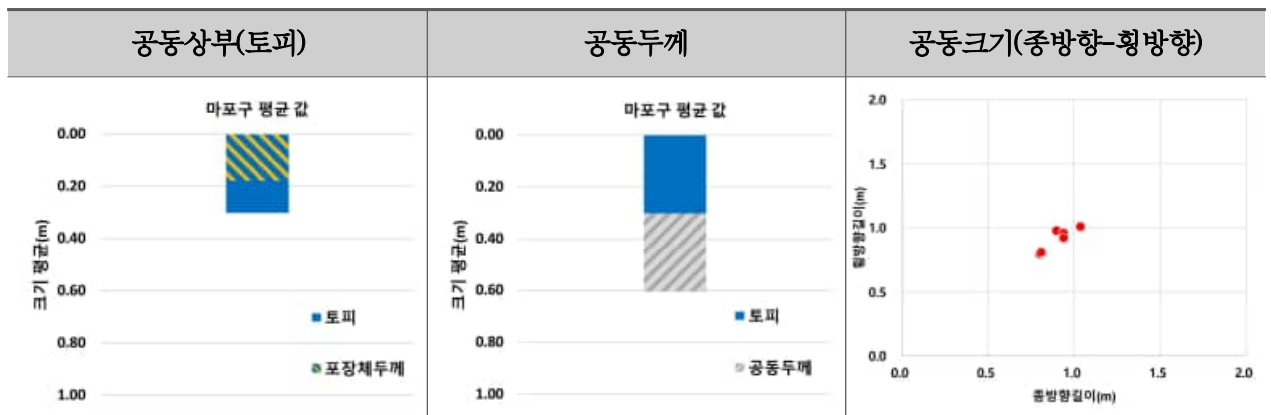
표 5-53. 마포구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
마포구	49	신월~신당선	22.5	4	-	1	3	-
	51	온수~망우선	28.0	2	1	-	1	-
합계			50.5	6	1	1	4	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-54. 마포구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.08~0.40m(평균:0.18m)를 보이고, 토피는 0.20~0.46m(평균:0.30m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.62m 범위를 보이고, 평균 0.30m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.91m, 횡단길이 평균 0.90m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

마포구의 km당 전체 공동발견율은 0.12개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.02개소, 우선등급 0.02개소, 일반등급 0.08개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 온수~망우선에서 상대적으로 낮은 공동발견율을 보인다.

표 5-55. 마포구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
마포구	50.5	긴급등급	1	0.02	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.02 우선등급 0.02 일반등급 0.08 관찰등급 0.00 전체 0.12
		우선등급	1	0.02	
		일반등급	4	0.08	
		관찰등급	-	-	
		전체	6	0.12	

표 5-56. 마포구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
마포구	49	신월~신당선	22.5	4	0.18	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 신월~신당선 0.18 온수~망우선 0.07 전체 0.12
	51	온수~망우선	28.0	2	0.07	
	합계		50.5	6	0.12	

1.2.14 강서구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

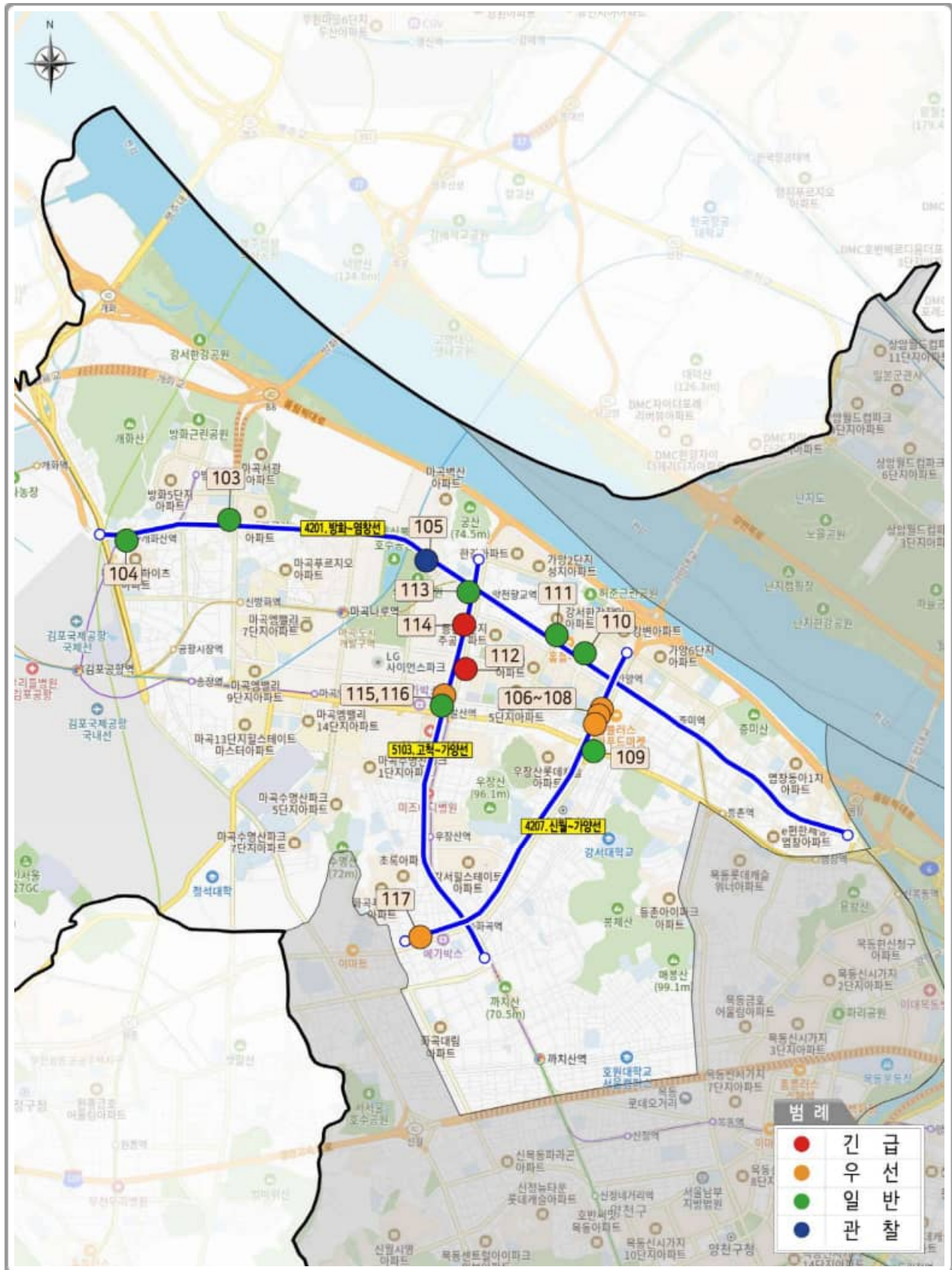
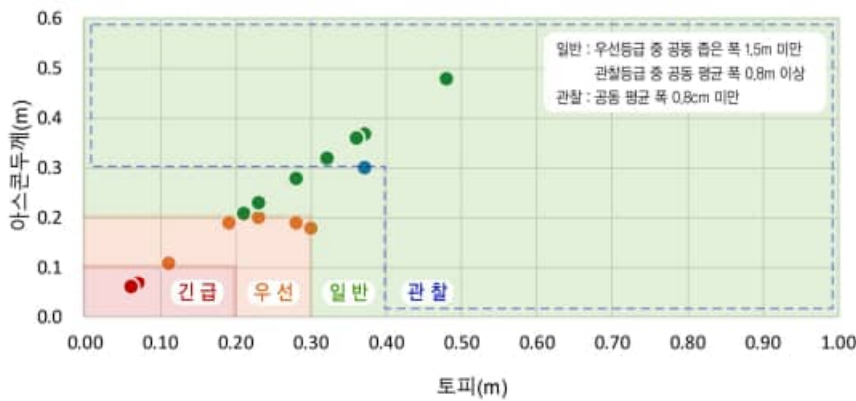


그림 5-16. 강서구 공동분포 현황

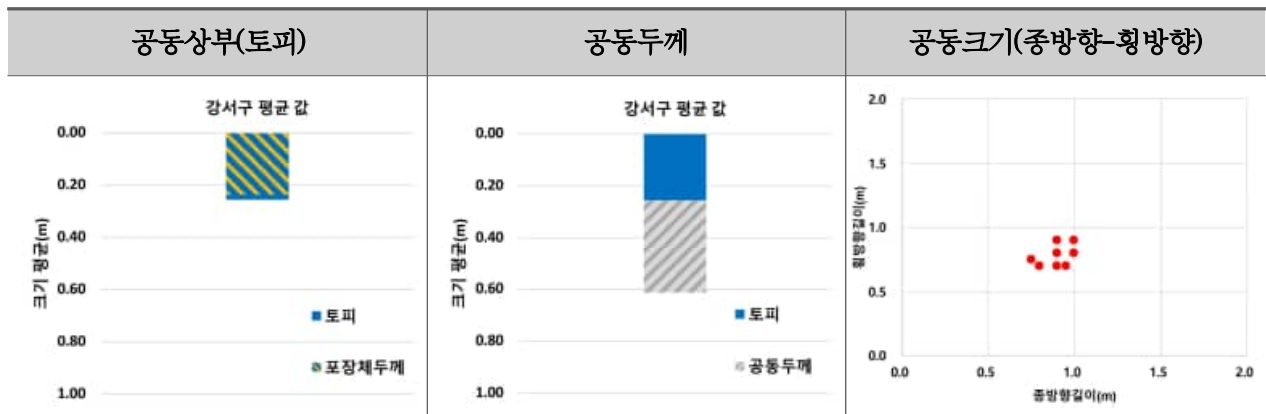
표 5-57. 강서구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
강서구	4201	방화~염창선	49.8	5	-	-	4	1
	4207	신월~가양선	22.2	5	-	4	1	-
	5103	고척~가양선	25.9	5	2	1	2	-
합계			97.9	15	2	5	7	1
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-58. 강서구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.06~0.48m(평균:0.24m)를 보이고, 토피는 0.06~0.48m(평균:0.26m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.82m 범위를 보이고, 평균 0.36m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.89m, 횡단길이 평균 0.77m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

강서구의 km당 전체 공동발견율은 0.15개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.02개소, 우선등급 0.05개소, 일반등급 0.07개소, 관찰등급 0.01개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 신월~가양선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-59. 강서구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
강서구	97.9	긴급등급	2	0.02	
		우선등급	5	0.05	
		일반등급	7	0.07	
		관찰등급	1	0.01	
		전체	15	0.15	

표 5-60. 강서구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
강서구	4201	방화~염창선	49.8	5	0.10	
	4207	신월~가양선	22.2	5	0.23	
	5103	고척~가양선	25.9	5	0.19	
	합계		97.9	15	0.15	

1.2.15 영등포구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

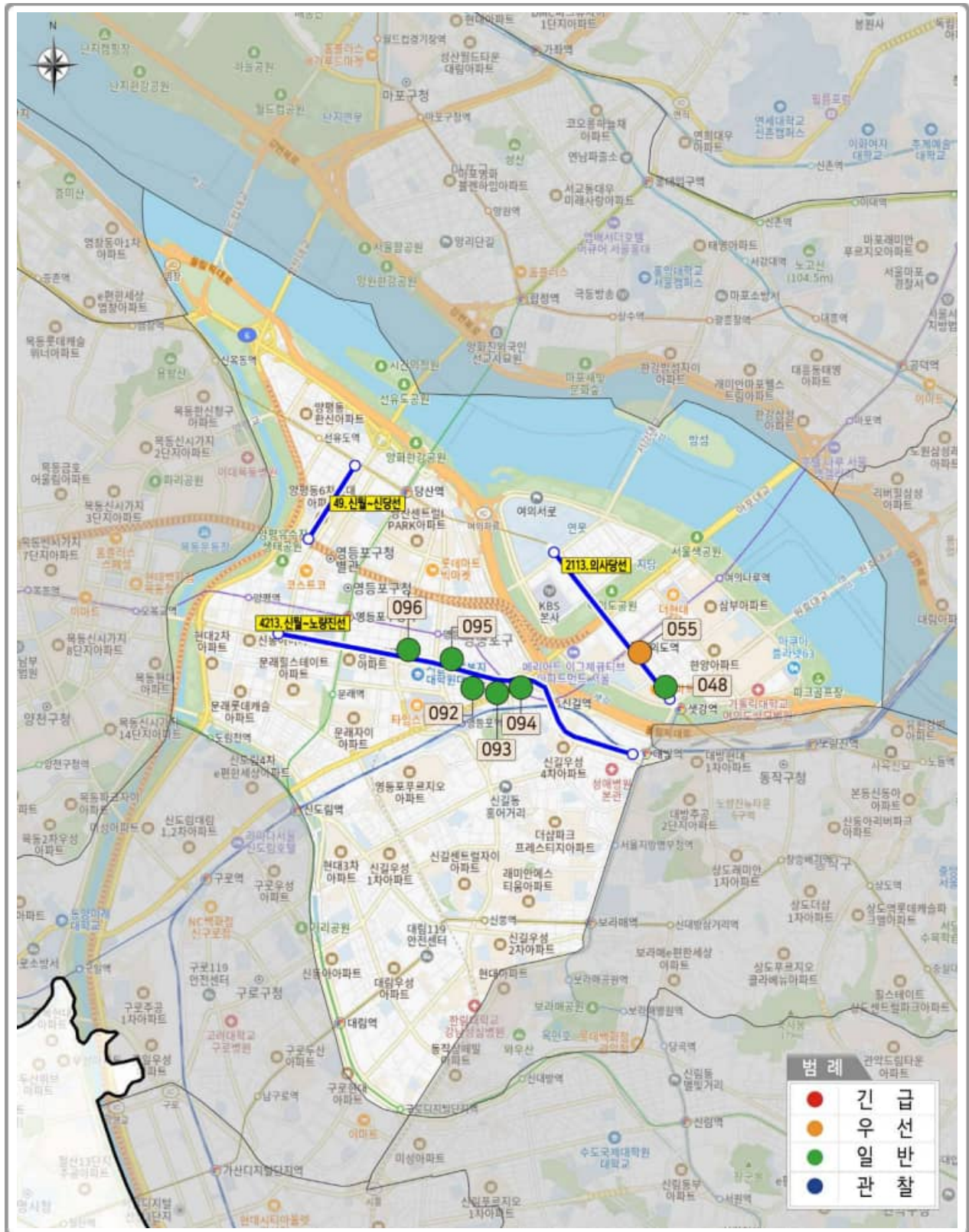
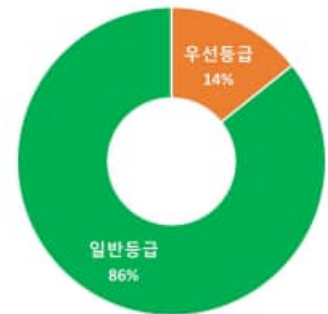
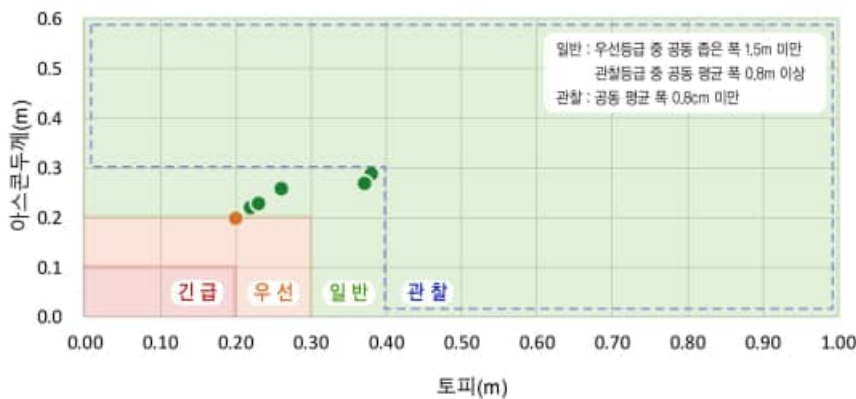


그림 5-17. 영등포구 공동분포 현황

표 5-61. 영등포구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
영등포구	4213	신월~노량진선	23.5	5	-	-	5	-
	49	신월~신당선	7.2	-	-	-	-	-
	2113	의사당선	12.8	2	-	1	1	-
합계			43.5	7	-	1	6	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-62. 영등포구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.20~0.29m(평균:0.25m)를 보이고, 토피는 0.20~0.38m(평균:0.27m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.62m 범위를 보이고, 평균 0.32m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.94m, 횡단길이 평균 0.79m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

영등포구의 km당 전체 공동발견율은 0.16개소이며, 등급별 공동발견율은 우선등급 0.02개소, 일반등급 0.14개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 신월~신당선에는 공동이 없는 것으로 분석되었다.

표 5-63. 영등포구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
영등포구	43.5	긴급등급	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	1	0.02	
		일반등급	6	0.14	
		관찰등급	-	-	
		전체	7	0.16	

표 5-64. 영등포구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
영등포구	4213	신월~노량진선	23.5	5	0.21	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	49	신월~신당선	7.2	-	-	
	2113	의사당선	12.8	2	0.16	
	합계		43.5	7	0.16	

1.2.16 동작구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

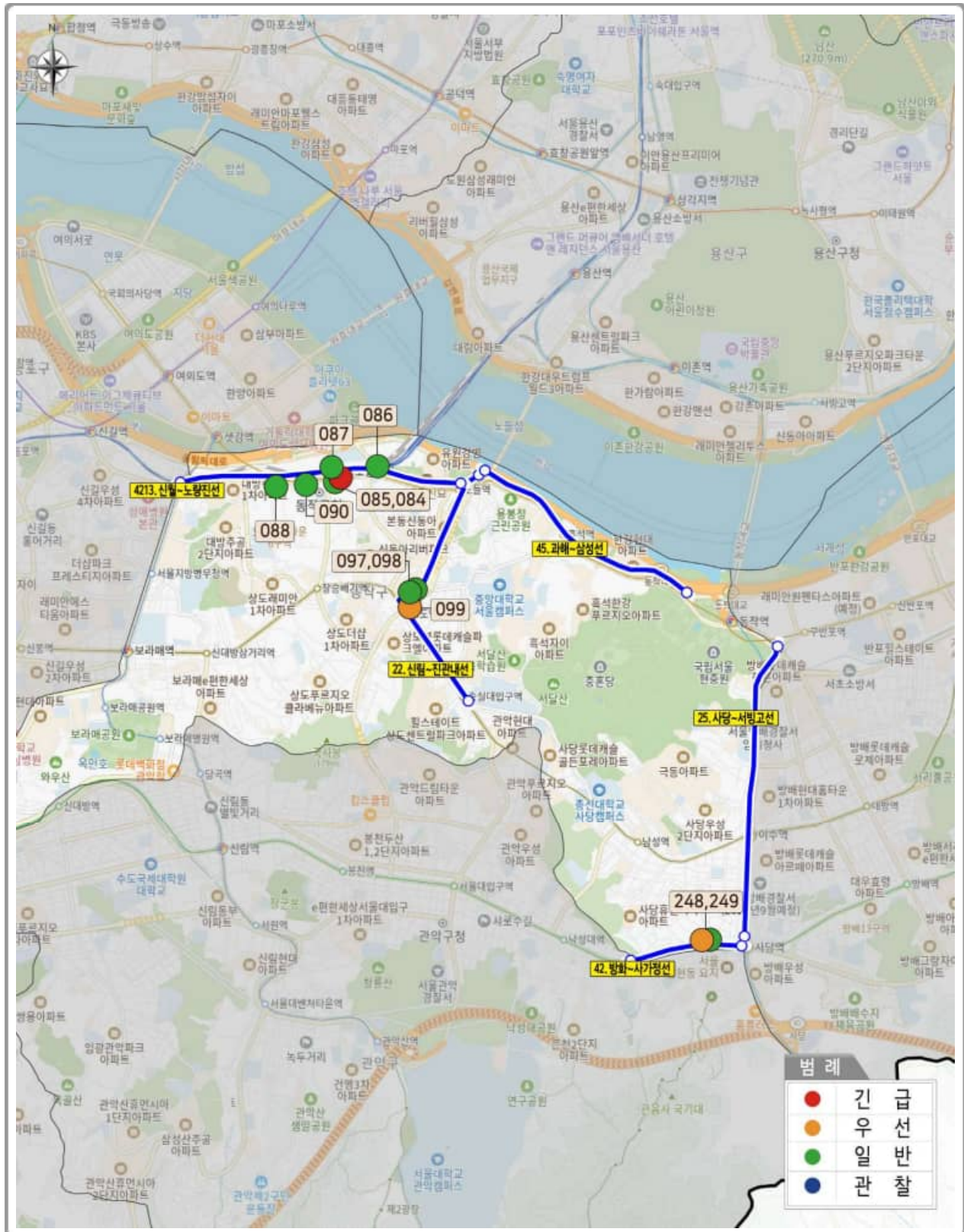
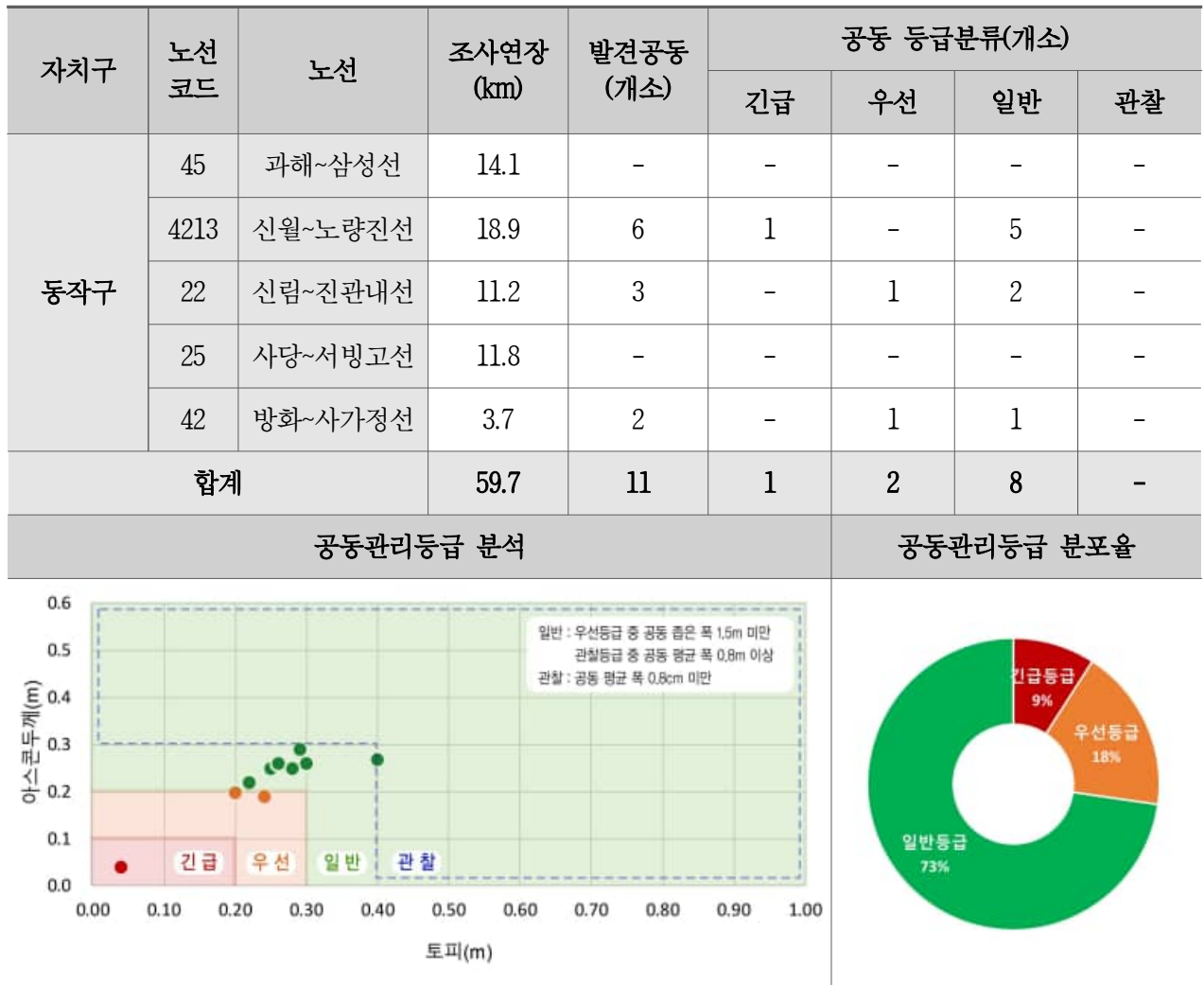


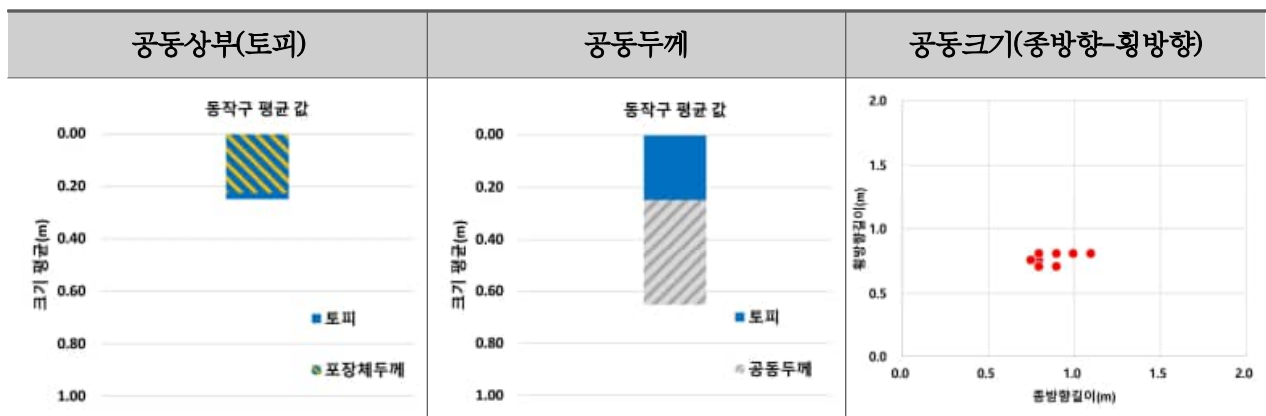
그림 5-18. 동작구 공동분포 현황

표 5-65. 동작구 공동관리등급 현황



(2) 공동 분포특성

표 5-66. 동작구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.04~0.29m(평균:0.23m)를 보이고, 토피는 0.04~0.40m(평균:0.25m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.21~1.20m 범위를 보이고, 평균 0.40m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.88m, 횡단길이 평균 0.76m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

동작구의 km당 전체 공동발견율은 0.18개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.02개소, 우선등급 0.03개소, 일반등급 0.13개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 신월~노량진선, 방화~사가정선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-67. 동작구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
동작구	59.7	긴급등급	1	0.02	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	2	0.03	
		일반등급	8	0.13	
		관찰등급	-	-	
		전체	11	0.18	

표 5-68. 동작구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
동작구	45	과해~삼성선	14.1	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	4213	신월~노량진선	18.9	6	0.32	
	22	신림~진관내선	11.2	3	0.27	
	25	사당~서빙고선	11.8	-	-	
	42	방화~사가정선	3.7	2	0.54	
합계			59.7	11	0.18	전체 0.18

1.2.17 관악구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

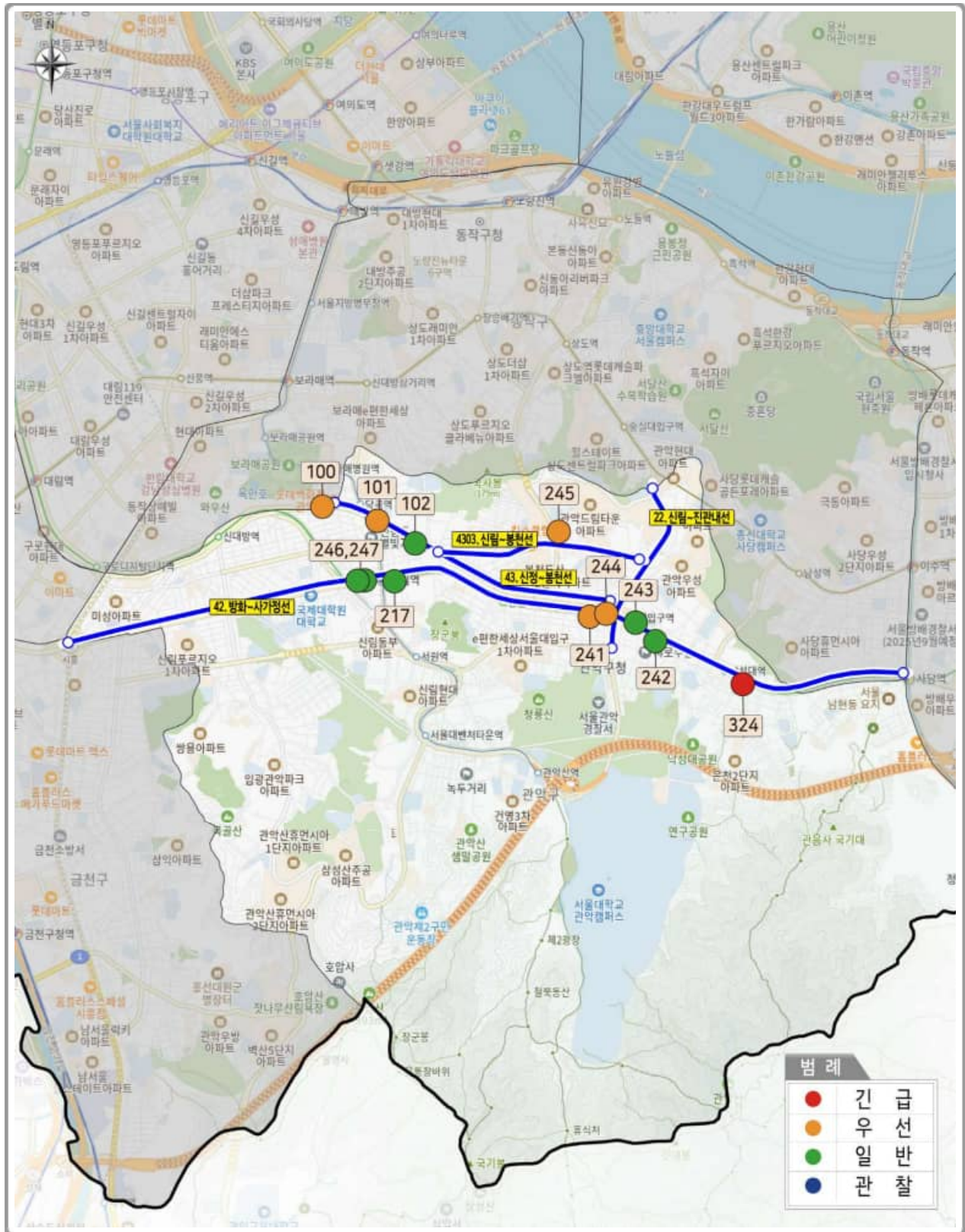
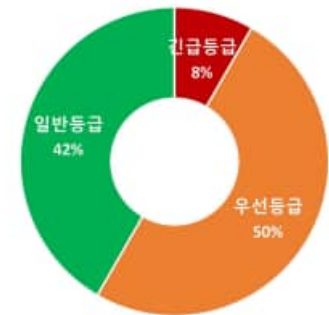
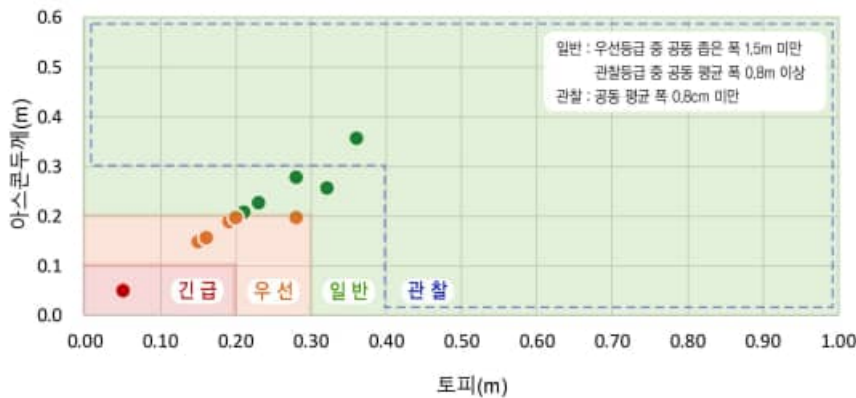


그림 5-19. 관악구 공동분포 현황

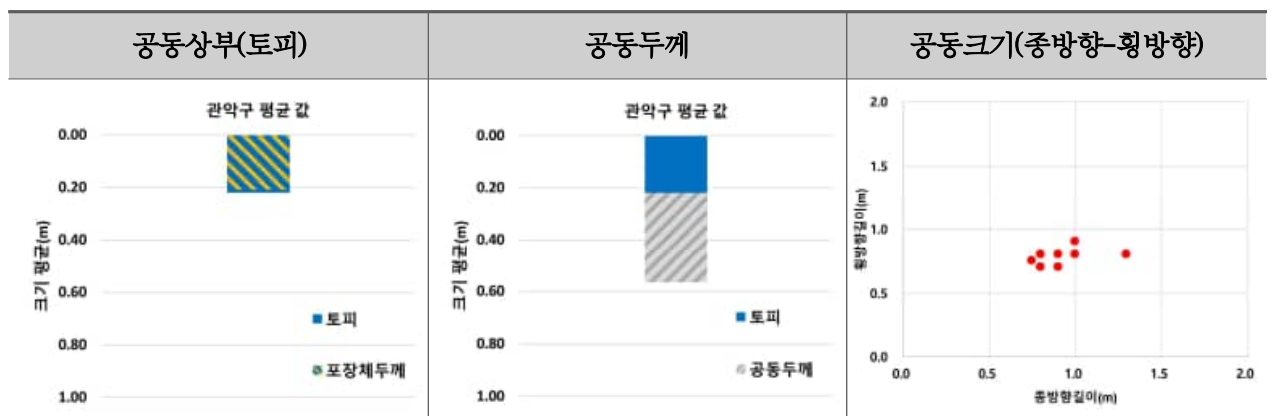
표 5-69. 관악구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
관악구	22	신림~진관내선	15.4	-	-	-	-	-
	42	방화~사가정선	57.0	8	1	3	4	-
	43	신정~봉천선	22.0	3	-	2	1	-
	4303	신림~봉천선	7.7	1	-	1	-	-
합계			102.1	12	1	6	5	-
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-70. 관악구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.05~0.36m(평균:0.21m)를 보이고, 토피는 0.05~0.36m(평균:0.22m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.22~0.65m 범위를 보이고, 평균 0.35m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.90m, 횡단길이 평균 0.78m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

관악구의 km당 전체 공동발견율은 0.12개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.01개소, 우선등급 0.06개소, 일반등급 0.05개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 신림~진관내선에서는 공동이 없는 것으로 분석되었다.

표 5-71. 관악구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
관악구	102.1	긴급등급	1	0.01	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.01 우선등급 0.06 일반등급 0.05 관찰등급 0.00 전체 0.12
		우선등급	6	0.06	
		일반등급	5	0.05	
		관찰등급	-	-	
		전체	12	0.12	

표 5-72. 관악구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
관악구	22	신림~진관내선	15.4	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 신림~진관내선 0.00 방화~사가정선 0.14 신정~봉천선 0.14 신림~봉천선 0.13 전체 0.12
	43	신정~봉천선	22.0	3	0.14	
	42	방화~사가정선	57.0	8	0.14	
	4303	신림~봉천선	7.7	1	0.13	
합계			102.1	12	0.12	

1.2.18 서초구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

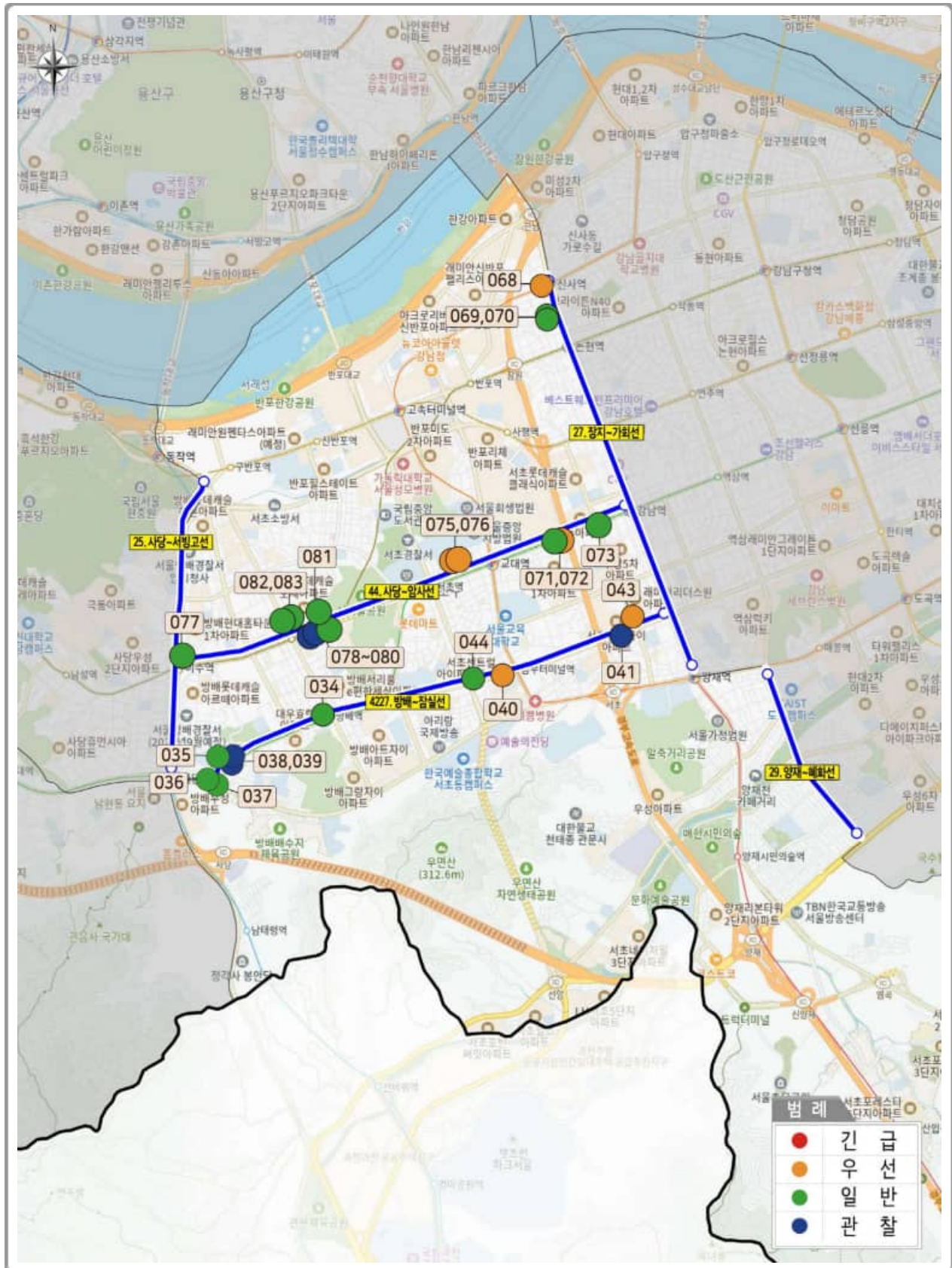
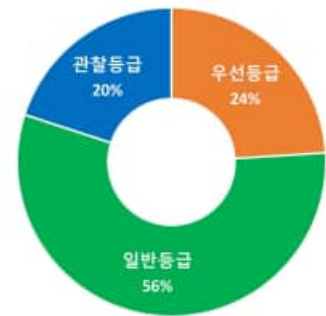
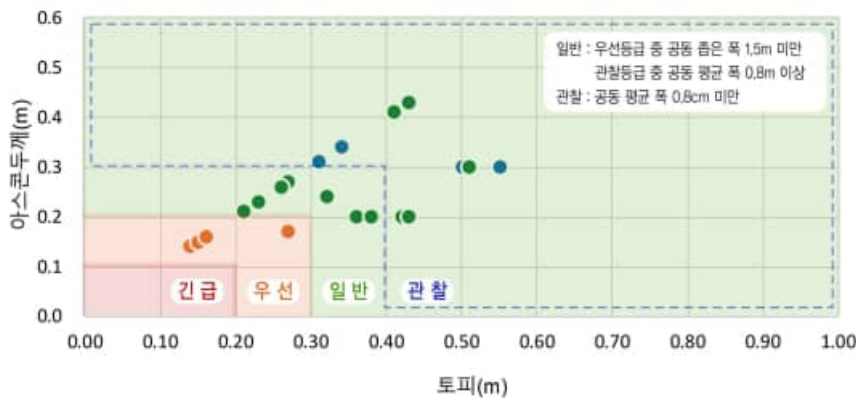


그림 5-20. 서초구 공동분포 현황

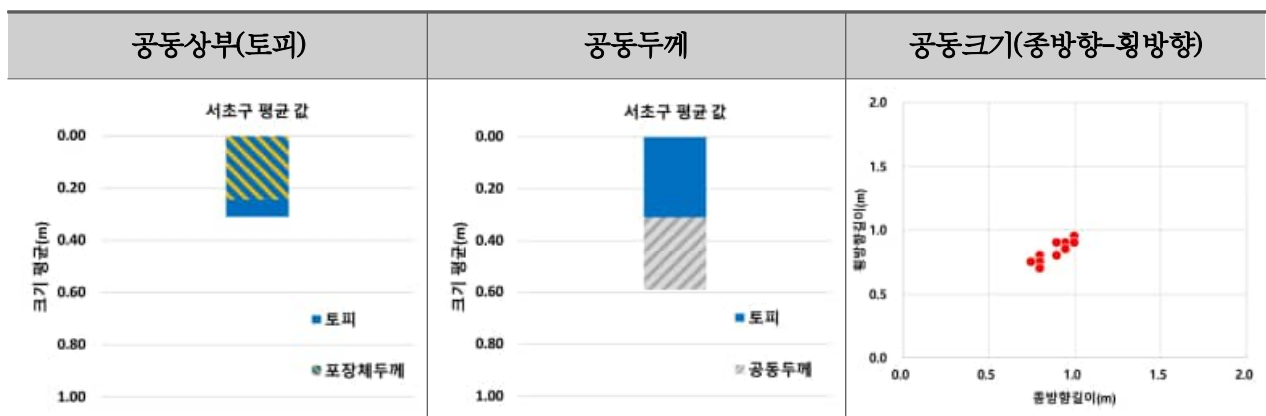
표 5-73. 서초구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
서초구	4227	방배~잠실선	25.9	10	-	2	5	3
	44	사당~암사선	32.6	12	-	3	7	2
	27	장지~가회선	19.4	3	-	1	2	-
	25	사당~서빙고선	11.6	-	-	-	-	-
	29	양재~혜화선	11.0	-	-	-	-	-
합계			100.5	25	-	6	14	5
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-74. 서초구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.14~0.43m(평균:0.24m)를 보이고, 토피는 0.14~0.55m(평균:0.31m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.48m 범위를 보이고, 평균 0.28m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.84m, 횡단길이 평균 0.78m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

서초구의 km당 전체 공동발견율은 0.25개소이며, 등급별 공동발견율은 우선등급 0.06개소, 일반등급 0.14개소, 관찰등급 0.05개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 방배~잠실선, 사당~암사선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-75. 서초구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
서초구	100.5	긴급등급	-	-	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	6	0.06	
		일반등급	14	0.14	
		관찰등급	5	0.05	
		전체	25	0.25	

표 5-76. 서초구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
서초구	4227	방배~잠실선	25.9	10	0.39	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	44	사당~암사선	32.6	12	0.37	
	27	장지~가회선	19.4	3	0.15	
	25	사당~서빙고선	11.6	-	-	
	29	양재~혜화선	11.0	-	-	
합계			100.5	25	0.25	

1.2.19 강남구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

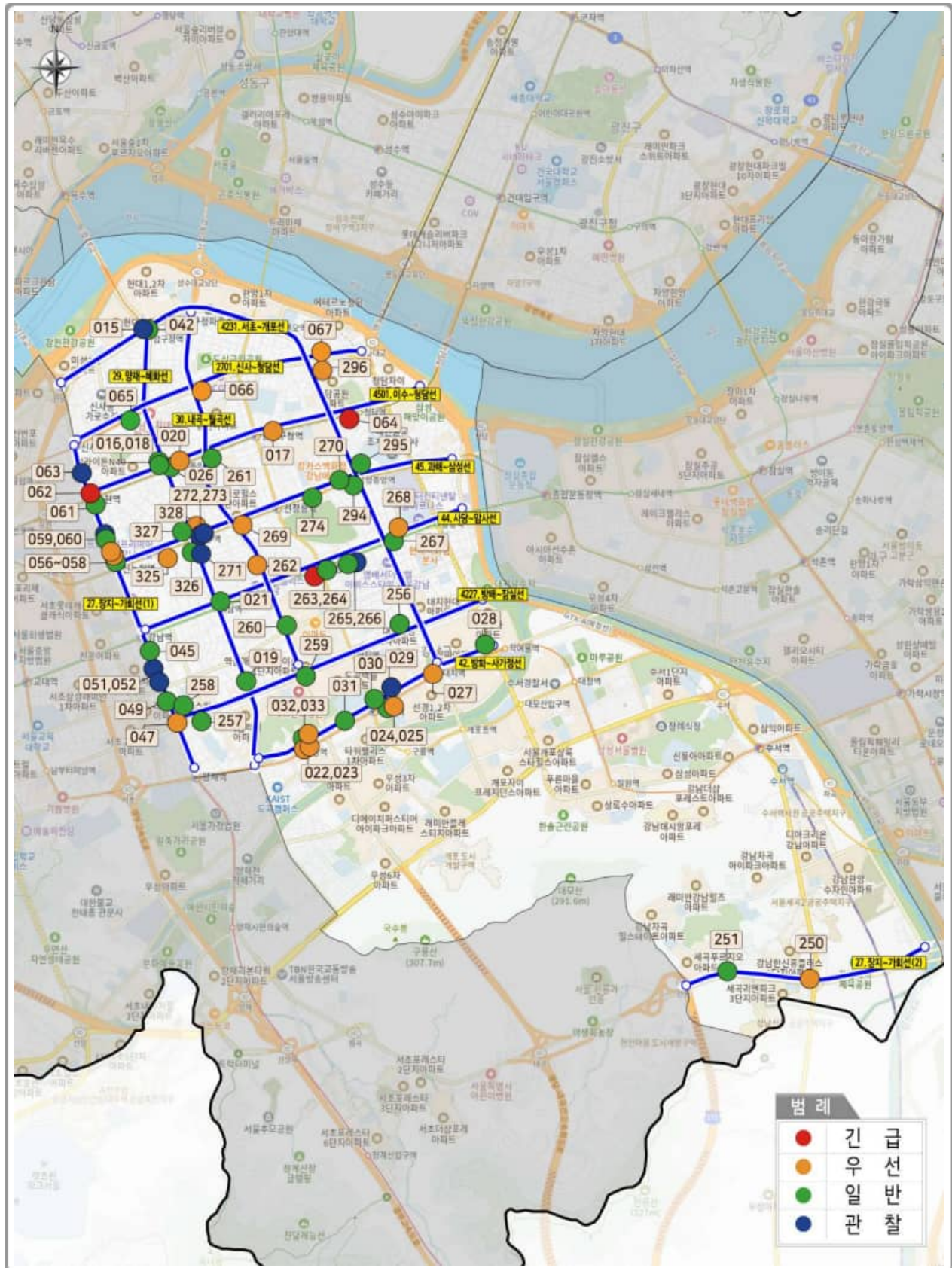
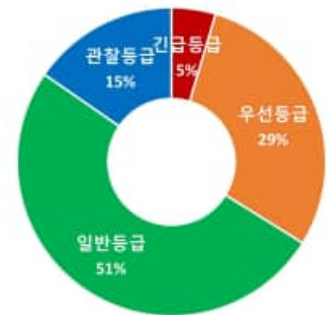
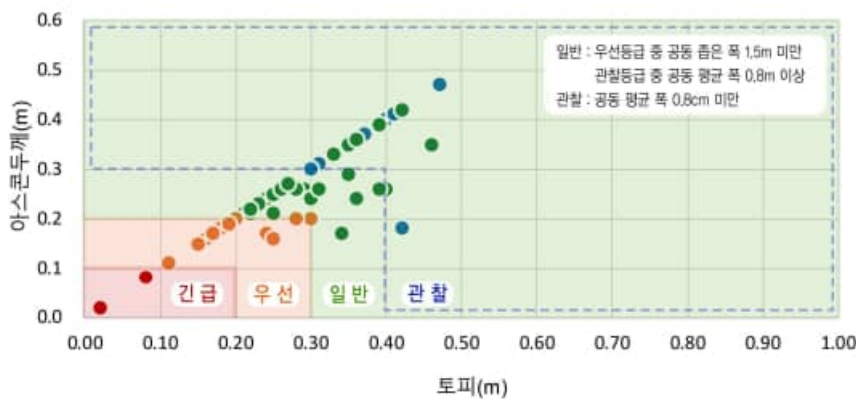


그림 5-21. 강남구 공동분포 현황

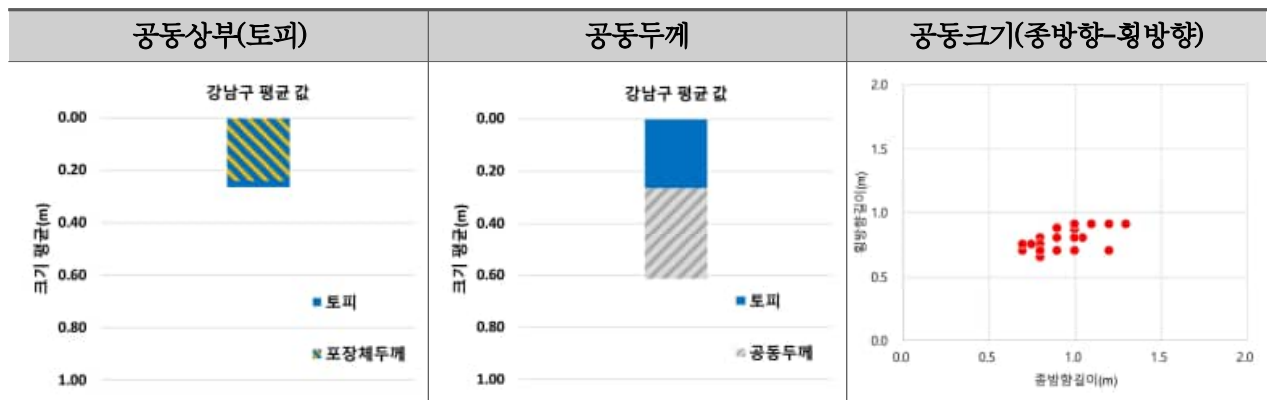
표 5-77. 강남구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
강남구	2701	신사~청담선	37.4	3	-	2	1	-
	4501	이수~청담선	23.3	3	1	2	-	-
	45	과해~삼성선	26.3	10	-	2	5	3
	44	사당~암사선	32.7	5	1	1	2	1
	4227	방배~잠실선	26.6	3	-	-	3	-
	42	방화~사가정선	24.9	11	-	5	5	1
	27	장지~가회선(1)	19.8	13	1	3	5	4
	30	내곡~월곡선	37.3	4	-	1	3	-
	4231	서초~개포선	45.8	3	-	1	2	-
	27	장지~가회선(2)	26.7	2	-	1	1	-
	29	양재~혜화선	32.4	8	-	1	6	1
합계			333.2	65	3	19	33	10
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-78. 강남구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.02~0.47m(평균:0.24m)를 보이고, 토피는 0.02~0.47m(평균:0.27m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~1.48m 범위를 보이고, 평균 0.35m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.86m, 횡단길이 평균 0.77m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

강남구의 km당 전체 공동발견율은 0.20개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.01개소, 우선등급 0.06개소, 일반등급 0.10개소, 관찰등급 0.03개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 방화~사가정선, 장지~가회선, 과해~삼성선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-79. 강남구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
강남구	333.2	긴급등급	3	0.01	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 긴급등급 0.01 우선등급 0.06 일반등급 0.10 관찰등급 0.03 전체 0.20
		우선등급	19	0.06	
		일반등급	33	0.10	
		관찰등급	10	0.03	
		전체	65	0.20	

표 5-80. 강남구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
강남구	2701	신사~청담선	37.4	3	0.08	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 신사~청담선 0.08 이수~청담선 0.13 과해~삼성선 0.38 사당~암사선 0.15 방배~잠실선 0.11 방화~사가정선 0.44 장지~가회선(1) 0.66 내곡~월곡선 0.11 서초~개포선 0.07 장지~가회선(2) 0.07 양재~혜화선 0.25 전체 0.20
	4501	이수~청담선	23.3	3	0.13	
	45	과해~삼성선	26.3	10	0.38	
	44	사당~암사선	32.7	5	0.15	
	4227	방배~잠실선	26.6	3	0.11	
	42	방화~사가정선	24.9	11	0.44	
	27	장지~가회선(1)	19.8	13	0.66	
	30	내곡~월곡선	37.3	4	0.11	
	4231	서초~개포선	45.8	3	0.07	
	27	장지~가회선	26.7	2	0.07	
	29	양재~혜화선(2)	32.4	8	0.25	
	합계		333.2	65	0.20	

1.2.20 송파구 공동 분석

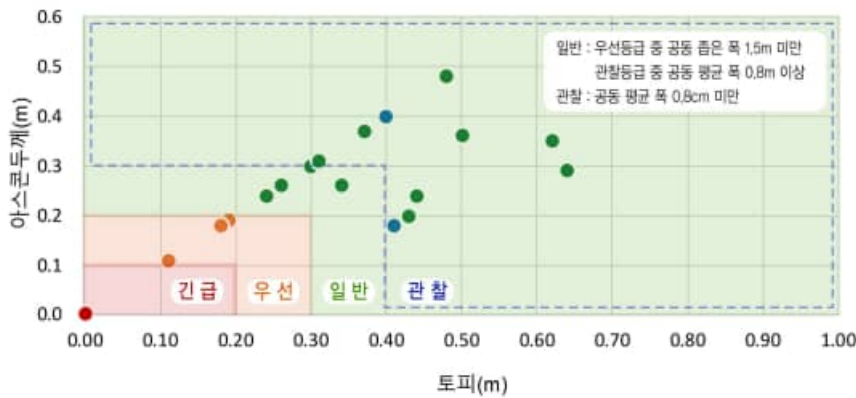
(1) 공동 분포현황



그림 5-22. 송파구 공동분포 현황

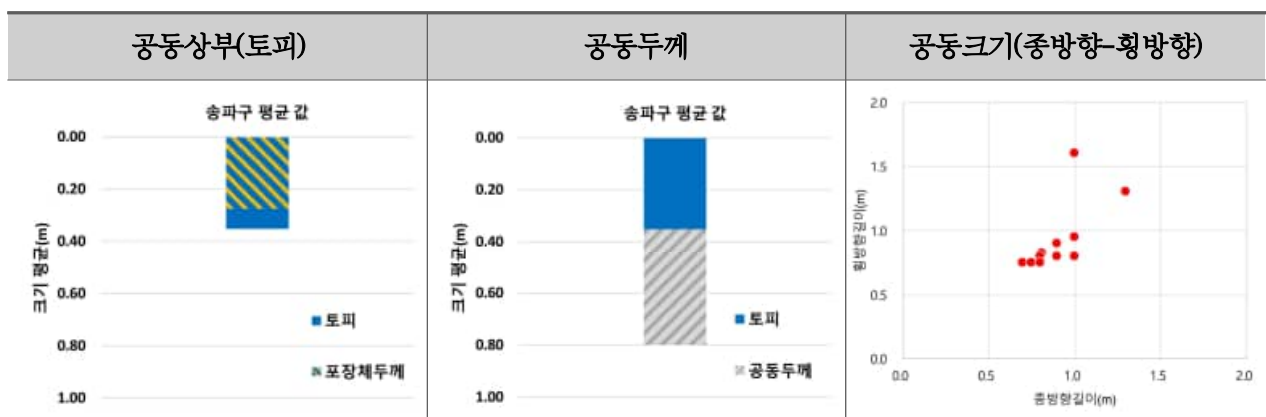
표 5-81. 송파구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
송파구	42	방화~사가정선	40.8	14	-	1	10	3
	44	사당~암사선	63.7	1	-	-	1	-
	4237	방이~마천선	22.9	1	-	1	-	-
	4101	수서~오금선	20.7	4	1	1	2	-
합계			148.1	20	1	3	13	3
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-82. 송파구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.00~0.48m(평균:0.28m)를 보이고, 토피는 0.00~0.64m(평균:0.35m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~1.38m 범위를 보이고, 평균 0.45m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.86m, 횡단길이 평균 0.87m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

송파구의 km당 전체 공동발견율은 0.14개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.01개소, 우선등급 0.02개소, 일반등급 0.09개소, 관찰등급 0.02개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 방화~사가정선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-83. 송파구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
송파구	148.1	긴급등급	1	0.01	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	3	0.02	
		일반등급	13	0.09	
		관찰등급	3	0.02	
		전체	20	0.14	

표 5-84. 송파구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
송파구	42	방화~사가정선	40.8	14	0.34	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	44	사당~암사선	63.7	1	0.02	
	4237	방이~마천선	22.9	1	0.04	
	4101	수서~오금선	20.7	4	0.19	
	합계		148.1	20	0.14	

1.2.21 강동구 공동 분석

(1) 공동 분포현황

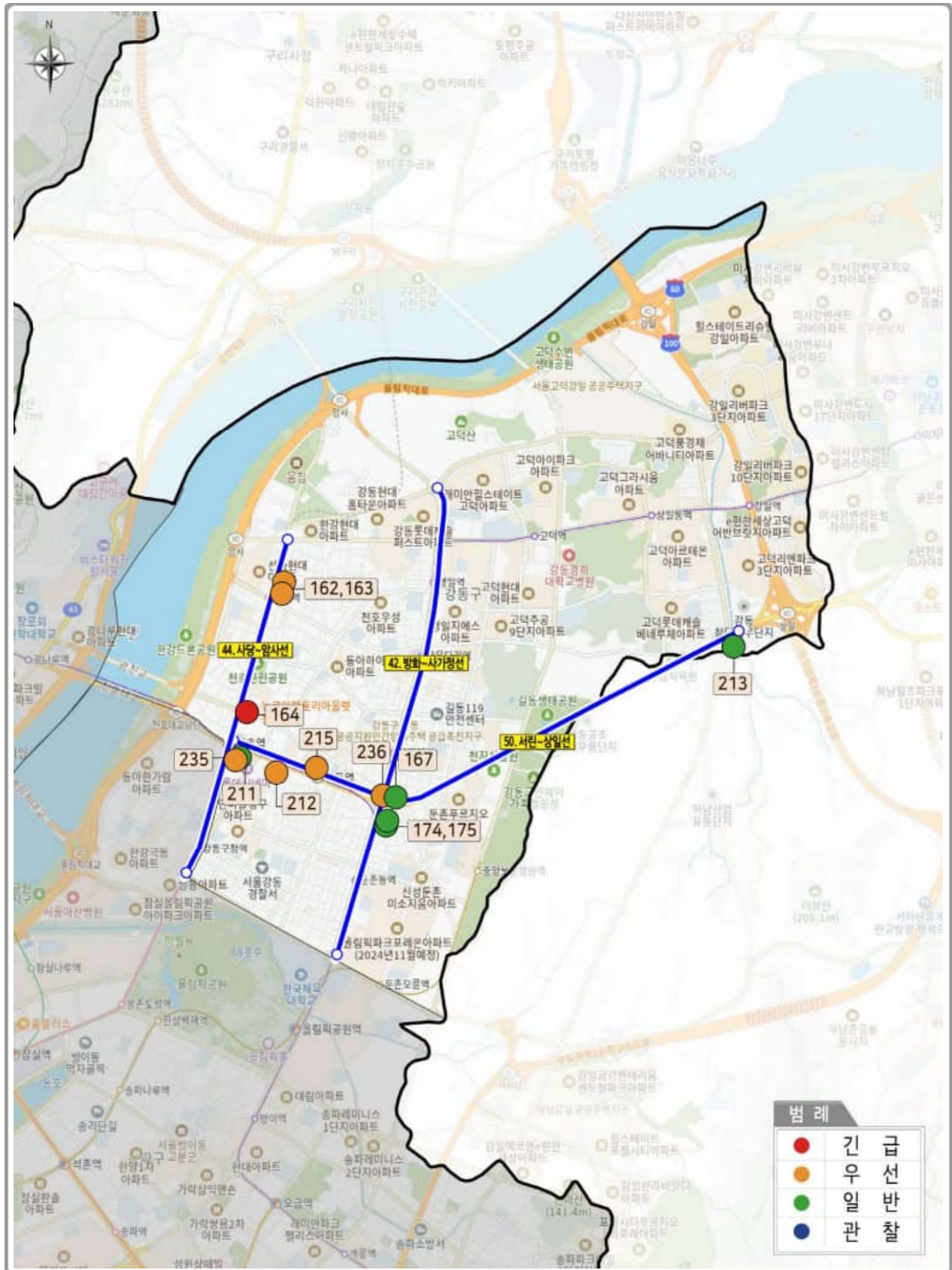
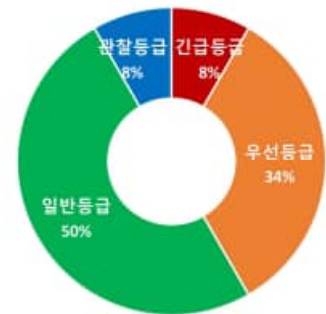
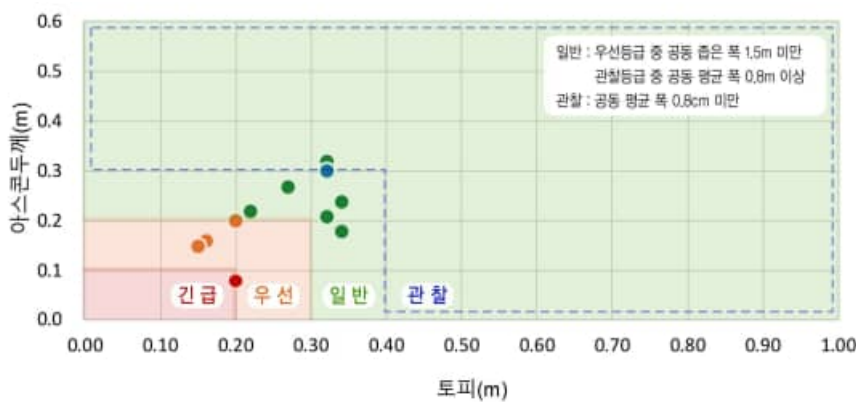


그림 5-23. 강동구 공동분포 현황

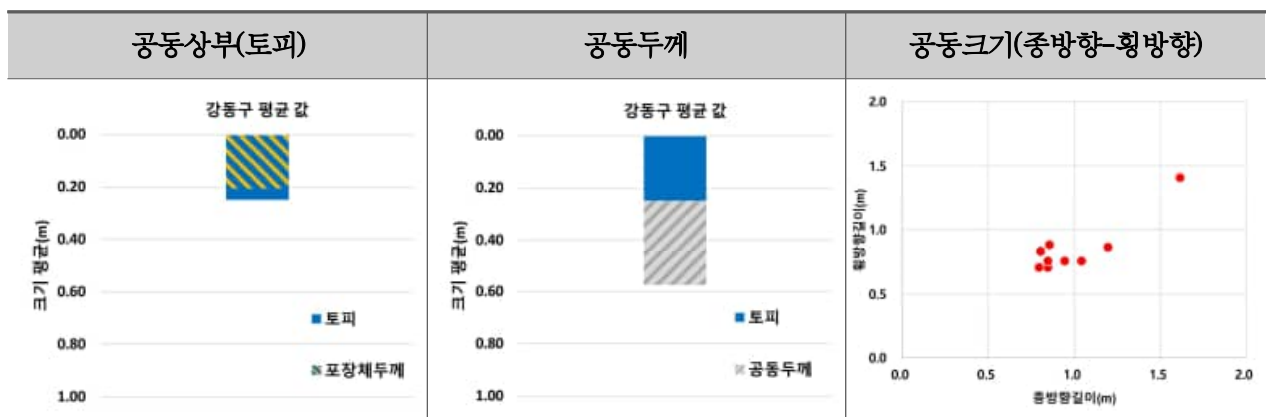
표 5-85. 강동구 공동관리등급 현황

자치구	노선 코드	노선	조사연장 (km)	발견공동 (개소)	공동 등급분류(개소)			
					긴급	우선	일반	관찰
강동구	44	사당~암사선	18.9	4	1	3	-	-
	42	방화~사가정선	34.1	3	-	-	3	-
	50	서린~상일선	52.6	5	-	1	3	1
합계			105.6	12	1	4	6	1
공동관리등급 분석					공동관리등급 분포율			



(2) 공동 분포특성

표 5-86. 강동구 공동 분포특성



- 아스콘 포장 두께는 0.08~0.32m(평균:0.21m)를 보이고, 토피는 0.15~0.34m(평균:0.25m)로 분포한다.
- 공동두께는 0.20~0.62m 범위를 보이고, 평균 0.32m 두께로 분포한다.
- 평면적 공동규모는 종단길이 평균 0.96m, 횡단길이 평균 0.81m로 분포한다.

(3) 공동발견율 분석

강동구의 km당 전체 공동발견율은 0.11개소이며, 등급별 공동발견율은 긴급등급 0.03개소, 우선등급 0.07개소, 일반등급 0.06개소이다.

노선별 공동발견율 분석결과 사당~암사선에서 상대적으로 높은 공동발견율을 보인다.

표 5-87. 강동구 등급별 공동발견율 현황

자치구	조사연장 (km)	공동등급	발견공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)	등급별 공동발견율
강동구	105.6	긴급등급	1	0.01	km당 공동발견율 0.00 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50
		우선등급	4	0.04	
		일반등급	6	0.06	
		관찰등급	1	0.01	
		전체	12	0.11	

표 5-88. 강동구 노선별 공동발견율 현황

자치구	노선 코드	노선	조사 연장 (km)	발견 공동 (개소)	공동 발견율 (개소/km)	노선별 공동발견율
강동구	44	사당~암사선	18.9	4	0.21	km당 공동발견율 0.00 0.20 0.40 0.60 0.80 1.00
	42	방화~사가정선	34.1	3	0.09	
	50	서린~상일선	52.6	5	0.10	
합계			105.6	12	0.11	전체 0.11

2. 공동 신속복구 결과분석

- 신속복구 대상 공동 : 329개소
- 신속복구 결과 : 285개소 채움재 주입 실시(완료 247개소, 중단¹⁾ 38개소), 복구제외²⁾ 44개소

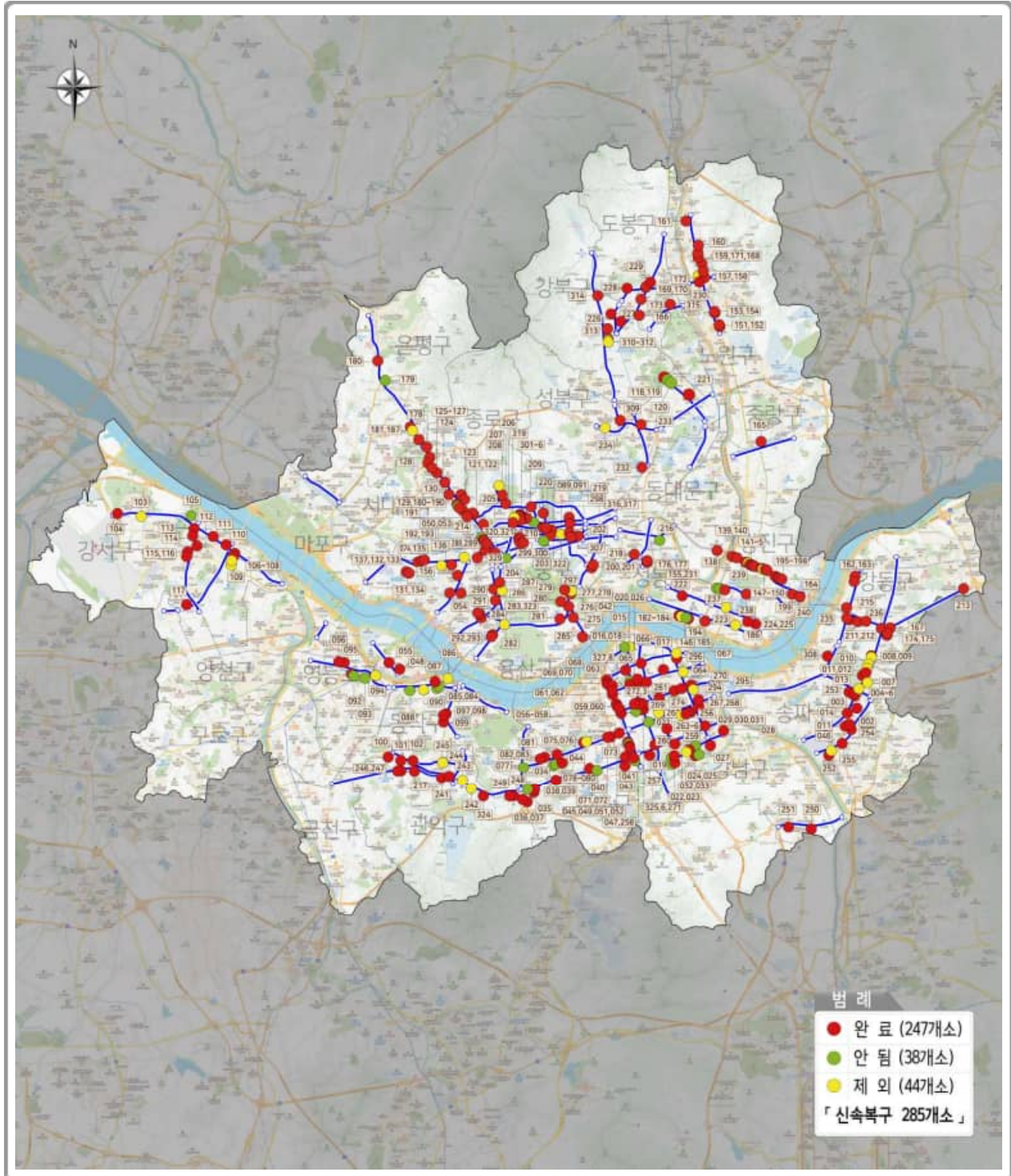


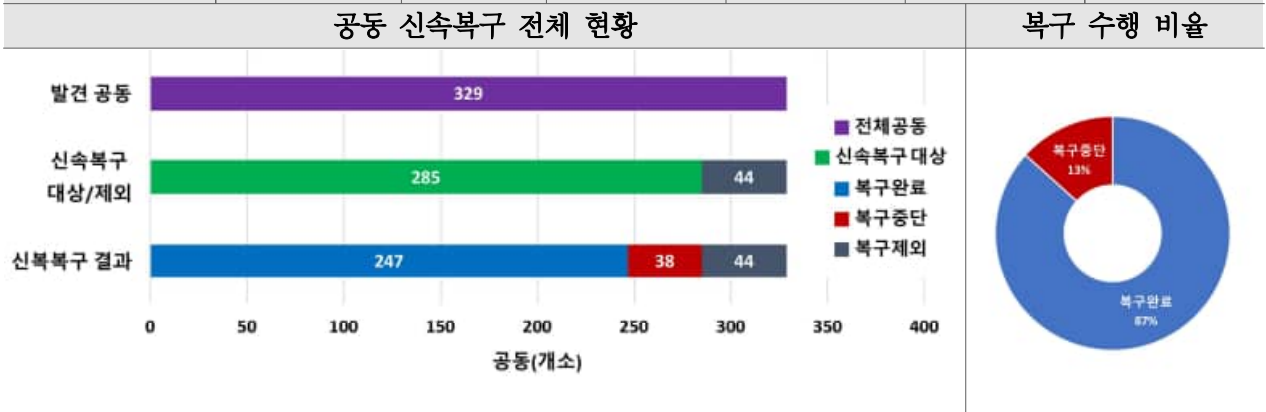
그림 5-24. 공동 신속복구 현황

¹⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

²⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

표 5-89. 자치구별 신속복구 성과분석

자치구	조사 연장 (km)	공동(개소)	공동 신속복구(개소)			복구 ²⁾ 제외 (개소)
			실시			
			계	복구완료	복구중단 ¹⁾	
종로구	114.4	19	18	17	1	1
중구	156.3	21	19	14	5	2
용산구	118.6	18	15	15	-	3
성동구	57.5	10	9	7	2	1
광진구	78.7	28	24	22	2	4
동대문구	8.8	-	-	-	-	-
중랑구	19.7	1	1	1	-	-
성북구	74.0	8	7	5	2	1
강북구	41.8	7	5	5	-	2
도봉구	55.6	7	7	7	-	-
노원구	41.2	13	12	12	-	1
은평구	60.5	4	3	2	1	1
서대문구	55.5	20	19	18	1	1
마포구	50.5	6	5	5	-	1
양천구	4.6	-	-	-	-	-
강서구	97.9	15	12	11	1	3
금천구	2.3	-	-	-	-	-
영등포구	43.5	7	6	4	2	1
동작구	59.7	11	9	6	3	2
관악구	102.1	12	9	9	-	3
서초구	100.5	25	24	19	5	1
강남구	333.2	65	56	45	11	9
송파구	148.1	20	14	14	-	6
강동구	105.6	12	11	9	2	1
합계	1,930.6	329	285	247	38	44



¹⁾ 복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

²⁾ 복구제외 : 공동두께 60cm 이상 및 내시경 촬영 시 지하시설물 파손 확인된 공동

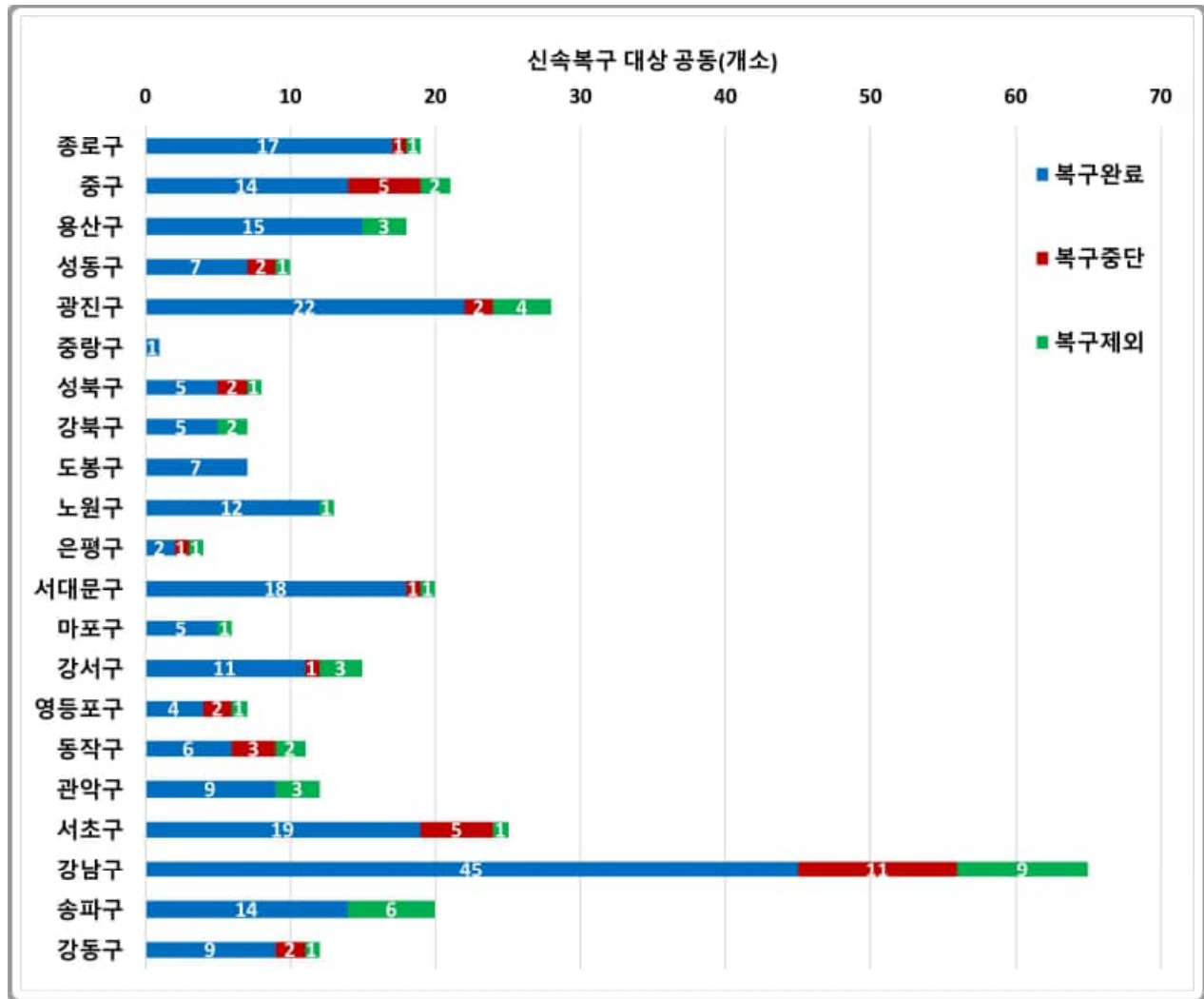


그림 5-25. 자치구별 공동 신속복구 전체현황

공동 신속복구결과 24개 자치구에서 247개소(86.7%)가 복구완료 되었으며, 미복구된 38개소는 유동성 채움재를 주입하였으나 차오르지 않고 전량 유출되어 복구를 중단하였다.

유동성 채움재 주입 시 공동 내부가 충전되지 않는 이유는 주로 다음과 같다.

- ① 주변 관로 파손에 의해 유로가 형성되어 있어서 유동성 채움재가 전량 유출되는 경우
- ② 공동 주변 매립층을 구성하고 있는 물질 중 공극률이 높은 자갈 등으로 구성되어 있는 경우 높은 투수율로 인해 유동성 채움재 유출되는 경우
- ③ 공동 하부 GPR 가탐심도 이하에 또 다른 공동과 꼬리가 연결되어 있어 유동성 채움재가 유출되는 경우

금회 공동신속복구 제외는 공동의 두께가 60cm 이상인 경우와 내시경 촬영 시 지하시설물 파손이 확인된 공동에 대하여 유동성 채움재 주입을 미 실시 하였다.

3. 공동 종합분석

3.1 전체 공동특성 분석

3.1.1 공동 분포구간 포장체 및 토피심도 분석

포장체 두께 분석결과 0.00~0.48m(평균:0.20m), 토피 심도 분석결과 0.00~0.64m(평균:0.25m)로 확인되었다. 발견된 공동의 토피와 포장체 심도가 유사하게 분포한 경우 포장체 직하부에 공동이 분포하는 것으로 파악되었다.

표 5-90. 자치구별 공동상부 아스콘 및 토피 심도

구분	조사연장 (km)	공동 (개소)	포장체 두께(m)		토피 심도(m)	
			범위	평균	범위	평균
종로구	114.4	19	0.06 ~ 0.32	0.16	0.06 ~ 0.44	0.19
중구	156.3	21	0.07 ~ 0.35	0.16	0.07 ~ 0.48	0.20
용산구	118.6	18	0.07 ~ 0.28	0.16	0.07 ~ 0.33	0.21
성동구	57.5	10	0.11 ~ 0.37	0.21	0.11 ~ 0.45	0.30
광진구	78.7	28	0.05 ~ 0.38	0.17	0.05 ~ 0.42	0.23
중랑구	19.7	1	0.20 ~ 0.20	0.20	0.34 ~ 0.34	0.34
성북구	74.0	8	0.10 ~ 0.23	0.17	0.10 ~ 0.40	0.23
강북구	41.8	7	0.05 ~ 0.23	0.15	0.07 ~ 0.25	0.18
도봉구	55.6	7	0.08 ~ 0.20	0.15	0.08 ~ 0.42	0.25
노원구	41.2	13	0.02 ~ 0.28	0.16	0.02 ~ 0.36	0.20
은평구	60.5	4	0.10 ~ 0.20	0.16	0.10 ~ 0.57	0.26
서대문구	55.5	20	0.08 ~ 0.31	0.17	0.08 ~ 0.54	0.24
마포구	50.5	6	0.08 ~ 0.40	0.18	0.20 ~ 0.46	0.30
강서구	97.9	15	0.06 ~ 0.48	0.24	0.06 ~ 0.48	0.26
영등포구	43.5	7	0.20 ~ 0.29	0.25	0.20 ~ 0.38	0.27
동작구	59.7	11	0.04 ~ 0.29	0.23	0.04 ~ 0.40	0.25
관악구	102.1	12	0.05 ~ 0.36	0.21	0.05 ~ 0.36	0.22
서초구	100.5	25	0.14 ~ 0.43	0.24	0.14 ~ 0.55	0.31
강남구	333.2	65	0.02 ~ 0.47	0.24	0.02 ~ 0.47	0.27
송파구	148.1	20	0.08 ~ 0.32	0.21	0.00 ~ 0.64	0.35
강동구	105.6	12	0.00 ~ 0.48	0.22	0.15 ~ 0.34	0.25
전체	1,930.6	329	0.00 ~ 0.48	0.20	0.00 ~ 0.64	0.25

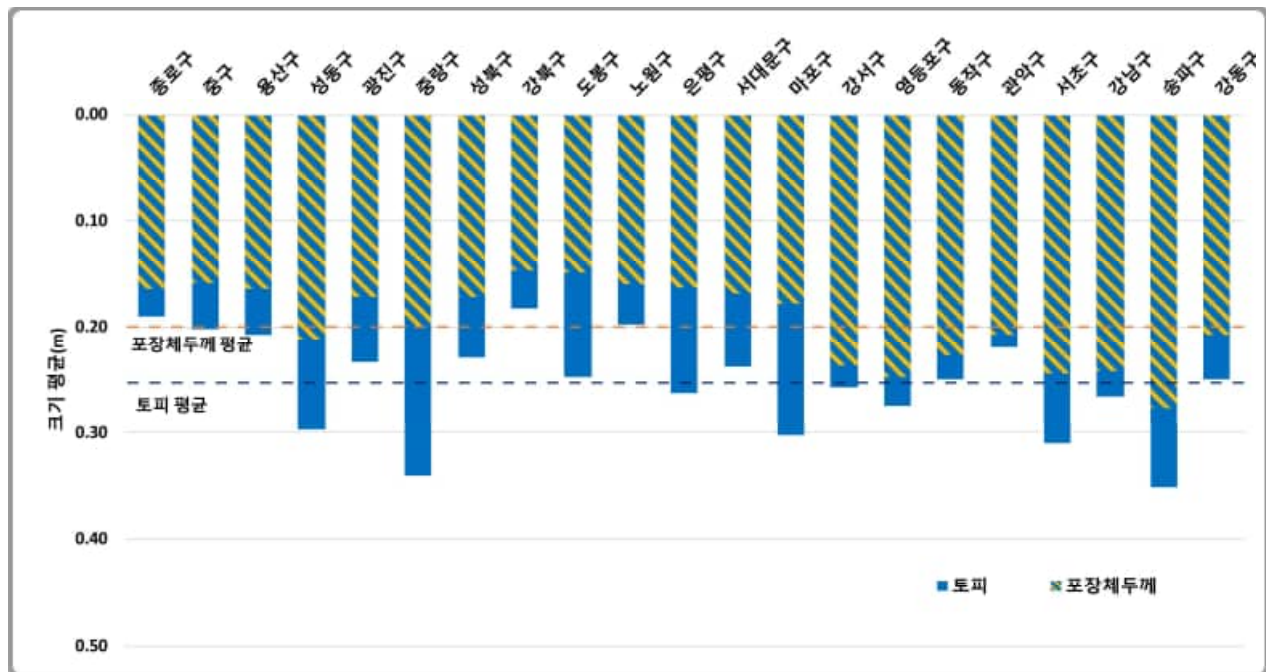


그림 5-26. 자치구별 공동상부 포장체 및 토피 심도 현황

자치구별 포장체 두께 분석결과 강북구에서 토피와 포장체의 두께가 평균적으로 가장 얇게 분포하였고, 송파구에서 가장 두꺼운 토피와 포장체 두께가 분포하는 것으로 파악되었다.

3.1.2 구간별 공동 규모 분석

발견공동의 규모는 종단길이 0.70~1.67m(평균:0.89m), 횡단길이 0.65~1.60m(평균:0.83m)로 분포하며, 공동의 두께는 0.20~1.48m(평균:0.34m) 규모의 공동이 분포하는 것으로 확인되었다.

표 5-91. 자치구별 공동 규모

구분	조사연장 (km)	공동 (개소)	종단길이(m)		횡단길이(m)		공동두께(m)	
			범위	평균	범위	평균	범위	평균
종로구	114.4	19	0.75 ~ 1.67	0.90	0.65 ~ 1.26	0.84	0.21 ~ 0.67	0.28
중구	156.3	21	0.79 ~ 1.06	0.90	0.80 ~ 1.06	0.90	0.22 ~ 0.84	0.34
용산구	118.6	18	0.80 ~ 0.99	0.87	0.80 ~ 0.99	0.87	0.21 ~ 0.89	0.35
성동구	57.5	10	0.85 ~ 1.32	0.99	0.75 ~ 1.29	0.97	0.20 ~ 0.69	0.32
광진구	78.7	28	0.75 ~ 1.14	0.91	0.75 ~ 1.13	0.91	0.20 ~ 1.15	0.35
종랑구	19.7	1	1.43 ~ 1.43	1.43	1.42 ~ 1.42	1.42	0.21 ~ 0.21	0.21
성북구	74.0	8	0.80 ~ 1.05	0.88	0.70 ~ 0.90	0.80	0.23 ~ 0.64	0.34
강북구	41.8	7	0.75 ~ 1.12	0.93	0.75 ~ 0.89	0.80	0.20 ~ 1.40	0.50
도봉구	55.6	7	0.78 ~ 0.97	0.87	0.70 ~ 0.96	0.84	0.22 ~ 0.33	0.28
노원구	41.2	13	0.79 ~ 1.00	0.86	0.80 ~ 0.99	0.85	0.21 ~ 0.43	0.29
은평구	60.5	4	0.82 ~ 0.96	0.91	0.81 ~ 0.97	0.91	0.21 ~ 0.76	0.38
서대문구	55.5	20	0.80 ~ 1.00	0.88	0.70 ~ 0.98	0.86	0.21 ~ 0.74	0.30
마포구	50.5	6	0.80 ~ 1.04	0.91	0.79 ~ 1.00	0.90	0.20 ~ 0.62	0.30
강서구	97.9	15	0.75 ~ 1.00	0.89	0.70 ~ 0.90	0.77	0.20 ~ 0.82	0.36
영등포구	43.5	7	0.85 ~ 1.10	0.94	0.70 ~ 1.00	0.79	0.20 ~ 0.62	0.32
동작구	59.7	11	0.75 ~ 1.10	0.88	0.70 ~ 0.80	0.76	0.21 ~ 1.20	0.40
관악구	102.1	12	0.75 ~ 1.30	0.90	0.70 ~ 0.90	0.78	0.22 ~ 0.65	0.35
서초구	100.5	25	0.75 ~ 1.00	0.84	0.70 ~ 0.95	0.78	0.20 ~ 0.48	0.28
강남구	333.2	65	0.70 ~ 1.30	0.86	0.65 ~ 0.90	0.77	0.20 ~ 1.48	0.35
송파구	148.1	20	0.70 ~ 1.30	0.86	0.75 ~ 1.60	0.87	0.20 ~ 1.38	0.45
강동구	105.6	12	0.80 ~ 1.62	0.96	0.70 ~ 1.40	0.81	0.20 ~ 0.62	0.32
전체	1,930.6	329	0.70 ~ 1.67	0.89	0.65 ~ 1.60	0.83	0.20 ~ 1.48	0.34

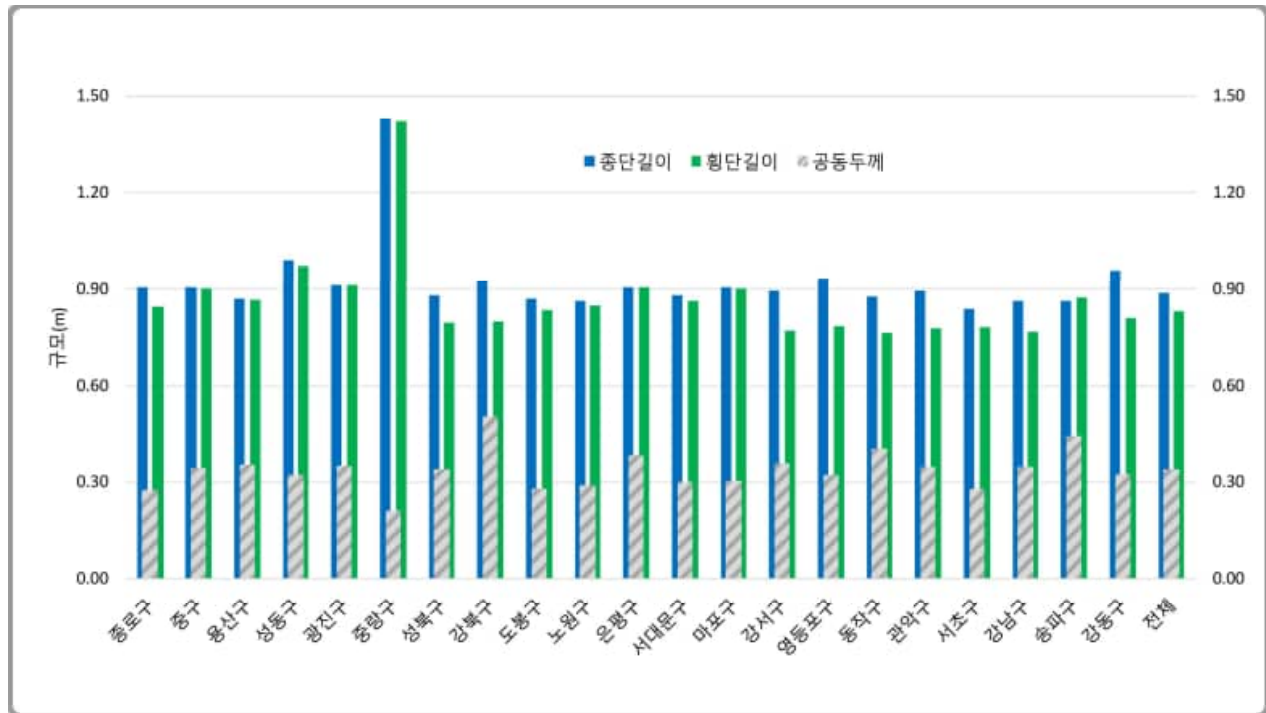


그림 5-27. 자치구별 공동 규모 현황

자치구별 공동 규모 분석결과 중랑구에서 종단-횡단길이가 가장 크게 분포하였고, 중랑구 외 자치구에서는 종단~횡단길이가 유사하게 분포하는 것으로 파악되었다. 공동의 두께는 평균적으로 0.34m 내외로 전 구간 유사하나 중랑구에서 가장 얇은 토피 평균을 보였고, 강북구에서 가장 두꺼운 토피의 평균을 확인하였다.

3.1.3 공동관리등급 분석

사업노선 구간에 분포하는 총 329개소 공동에 대하여 서울시 공동관리등급을 기준으로 분류 결과 긴급등급 13.1%, 우선등급 34.6%, 일반등급 46.5%, 관찰등급 5.8%로 분포하며, 우선 및 일반등급의 공동이 주로 분포하는 것으로 확인되었다.

표 5-92. 자치구별 공동관리등급

구분	조사연장 (km)	공동 (개소)	공동관리등급(개소)			
			긴급등급	우선등급	일반등급	관찰등급
종로구	114.4	19	4	8	7	-
중구	156.3	21	8	6	7	-
용산구	118.6	18	3	6	9	-
성동구	57.5	10	-	4	6	-
광진구	78.7	28	2	16	10	-
중랑구	19.7	1	-	-	1	-
성북구	74.0	8	1	4	3	-
강북구	41.8	7	2	3	2	-
도봉구	55.6	7	1	4	2	-
노원구	41.2	13	3	7	3	-
은평구	60.5	4	1	2	1	-
서대문구	55.5	20	3	8	9	-
마포구	50.5	6	1	1	4	-
강서구	97.9	15	2	5	7	1
영등포구	43.5	7	-	1	6	-
동작구	59.7	11	1	2	8	-
관악구	102.1	12	1	6	5	-
서초구	100.5	25	-	6	14	5
강남구	333.2	65	3	19	33	10
송파구	148.1	20	1	3	13	3
강동구	105.6	12	1	4	6	1
전체	1,930.6	329	38	115	156	20

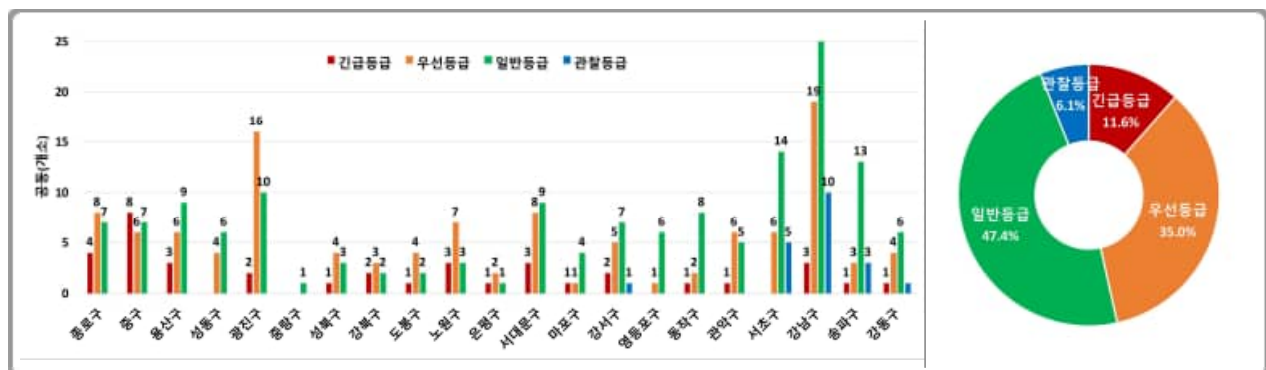


그림 5-28. 자치구별 공동관리등급 현황

3.2 발견공동 분석

3.2.1 공동발견을 현황

본 사업구간 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 자치구별 공동발견을 현황은 다음과 같다.

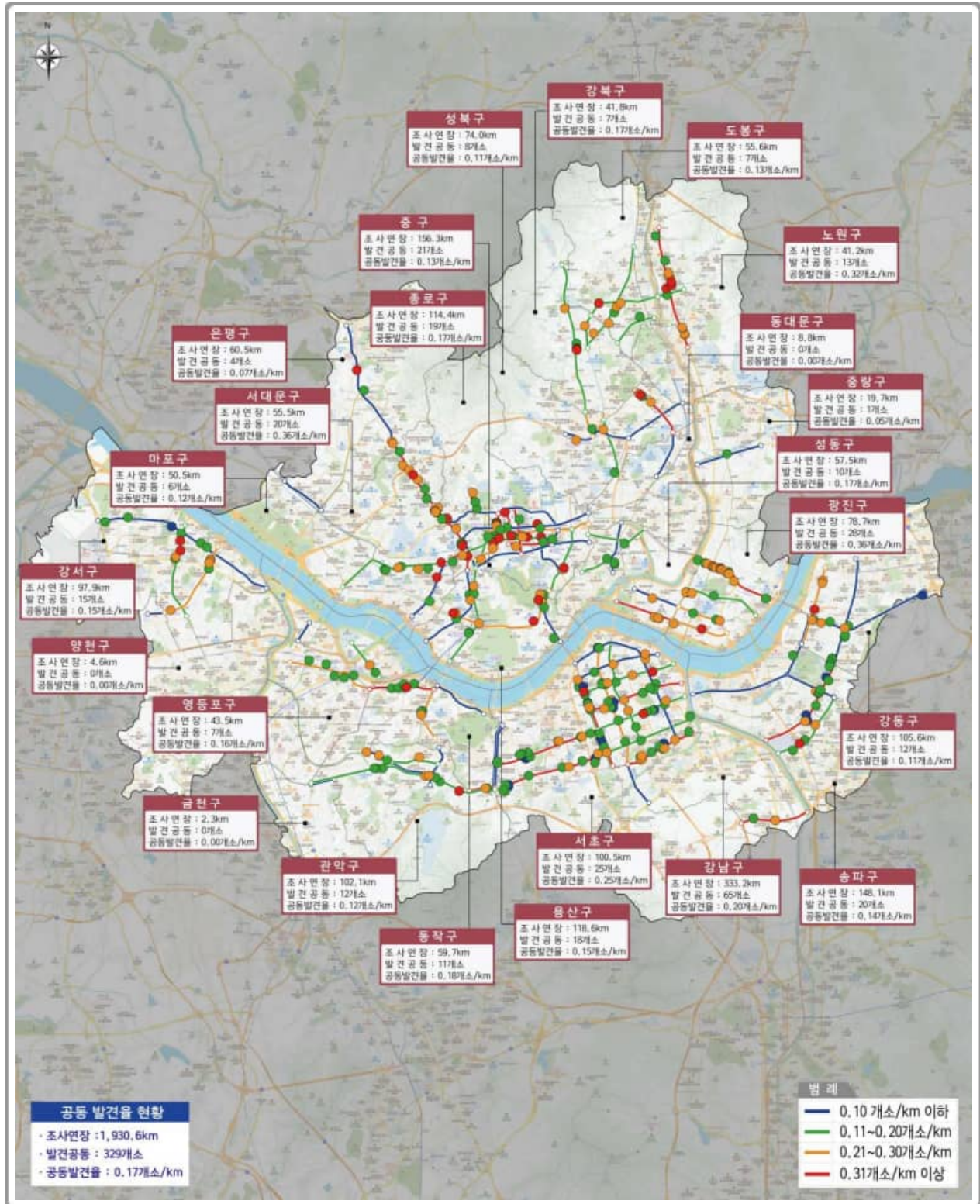


그림 5-29. 공동발견을 현황도

(1) 자치구별 공동발견율 현황

본 사업구간 km당 전체 공동발견율은 0.17개소이며, 사업구간 24개 자치구 중 동대문구, 양천구, 금천구에서는 공동이 발견되지 않았다. 광진구, 서대문구가 0.36개소로 상대적으로 높은 공동발견율을 보였다.

표 5-93. 자치구별 공동발견율

자치구	조사연장 (km)	천공 (개소)	규격미달 공동 (개소)	미공동 (개소)	공동 (개소)	공동발견율 (개소/km)
종로구	114.4	28	4	5	19	0.17
중구	156.3	38	3	14	21	0.13
용산구	118.6	25	2	5	18	0.15
성동구	57.5	23	8	5	10	0.17
광진구	78.7	38	5	5	28	0.36
중랑구	19.7	5	3	1	1	0.05
성북구	74.0	14	1	5	8	0.11
강북구	41.8	9	1	1	7	0.17
도봉구	55.6	17	1	9	7	0.13
노원구	41.2	23	5	5	13	0.32
은평구	60.5	6	1	1	4	0.07
서대문구	55.5	31	4	7	20	0.36
마포구	50.5	20	8	6	6	0.12
강서구	97.9	17	2	-	15	0.15
영등포구	43.5	11	3	1	7	0.16
동작구	59.7	16	3	2	11	0.18
관악구	102.1	15	2	1	12	0.12
서초구	100.5	31	4	2	25	0.25
강남구	333.2	81	13	3	65	0.20
송파구	148.1	25	1	4	20	0.14
강동구	105.6	26	11	3	12	0.11
전체	1,930.6	329	85	85	329	0.17

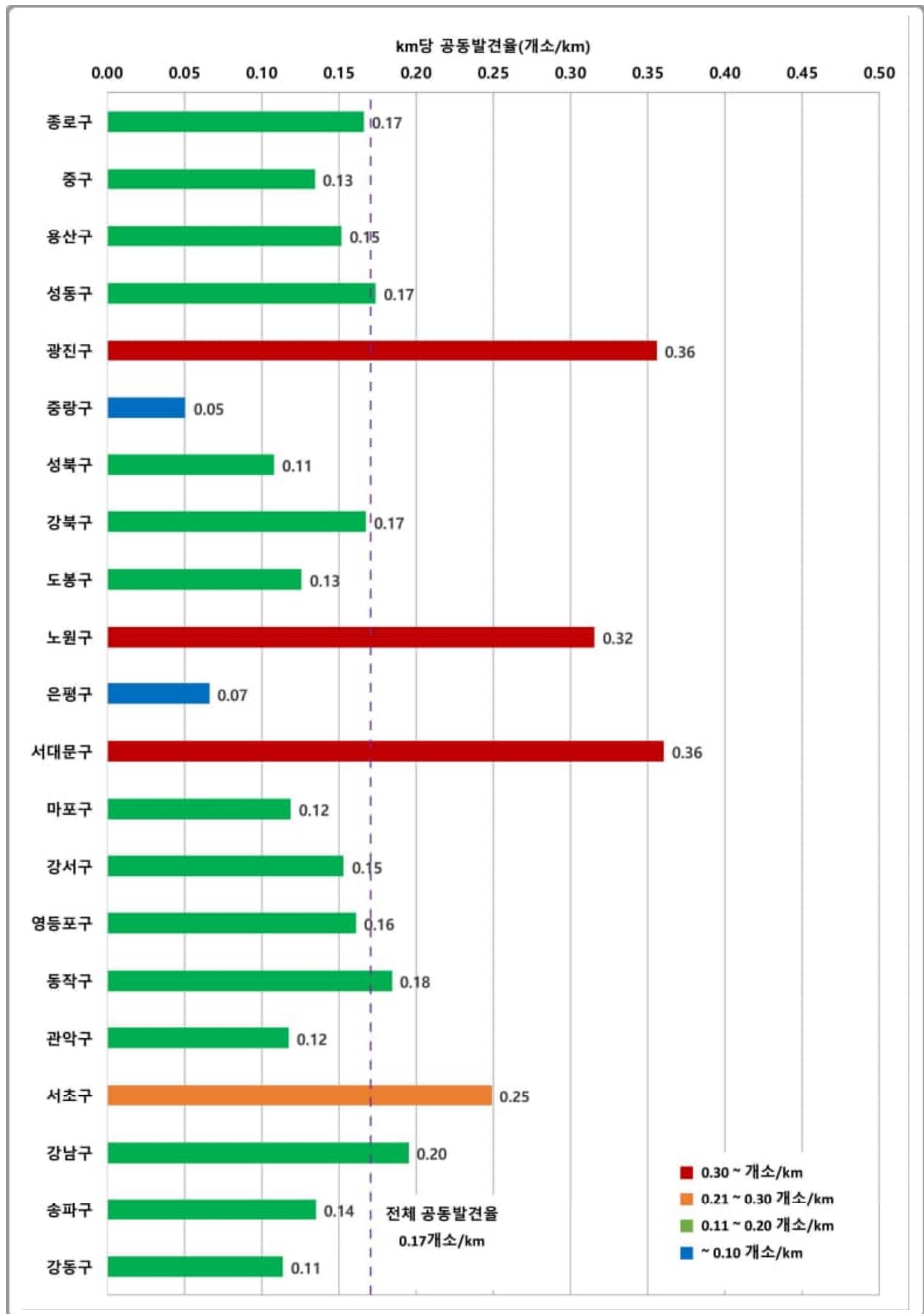


그림 5-30. 자치구별 공동발견율 현황

4. 공동발생 상관성 분석

4.1 공동 발생원인

4.1.1 공동발생 매커니즘

공동발생 매커니즘은 크게 3가지로 분류하며 함몰로 연결되기 쉬운(공동형성 및 확대) 주된 조건은 다음과 같다.

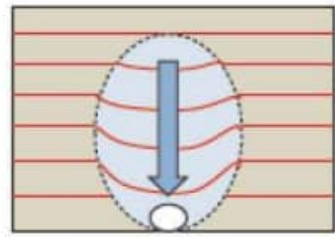
토사유출경로의 존재	유출되기 쉬운 토질	지하수 변동
		
지중 매설관 파손, 다짐불량	입도가 양호한 지반	투수성 높은 균질한 모래지반

그림 5-31. 공동발생 주요원인

4.1.2 인위적 요인에 의한 발생원인

도시노후에 따른 상·하수도 노후화, 대규모 굴착공사 관리미흡, 굴착공사에 따른 지하수위 저감 등 많은 요인에 의해 공동이 발생하고 있다.

표 5-94. 공동발생 인위적 요인

구 분	요 인
굴착공사	• 다짐불량, 흙막이 벽체 불량, 폐자재 매립, 가시설 미제거, 지하수위 저감 등
터널공사	• 쉘터터널 관리소홀, 터널막장 토사유출, 지하수위 저감 등
상하수도	• 이음부 부식, 결함, 관 파손에 따른 누수 및 토사유출 등
기타관로	• 가스, 통신 등 되메우기 부실, 이음부 부실, 시공오차 등

4.1.3 전국 원인별 지반침하 발생 현황

표 5-95. 전국 원인별 지반침하 발생 현황 (단위 : 건, 2023. 기준, 국토안전관리원)

원인별	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	계
계	193	284	142	177	161	957
상수관 손상	8	7	9	7	8	39
하수관 손상	98	134	6	84	69	446
기타매설물 손상	8	19	5	12	20	64
굴착공사 부실	10	17	20	22	13	82
다짐(되메우기) 불량	22	57	28	31	33	171
상하수관공사 부실	3	15	3	4	2	27
기타매설공사 부실	9	1	0	2	7	18
기타	36	34	16	15	9	110

4.2 자연적 요인

4.2.1 노선 주변 지형 특성 분석

금회 지반침하 특별점검 공동조사용역 대상 노선의 주변 지형 특성을 분석하였다. 지형 특성 분석 결과 대상 노선들은 지하수 흐름이 활발한 북개하천과 하천에 인접하게 위치하고 있으며, 산계의 가장자리와도 인접하여 분포하고 있다. 장지~가회선의 강남역과 논현역 일대는 저지대로 상습침수 구역으로 파악된다.

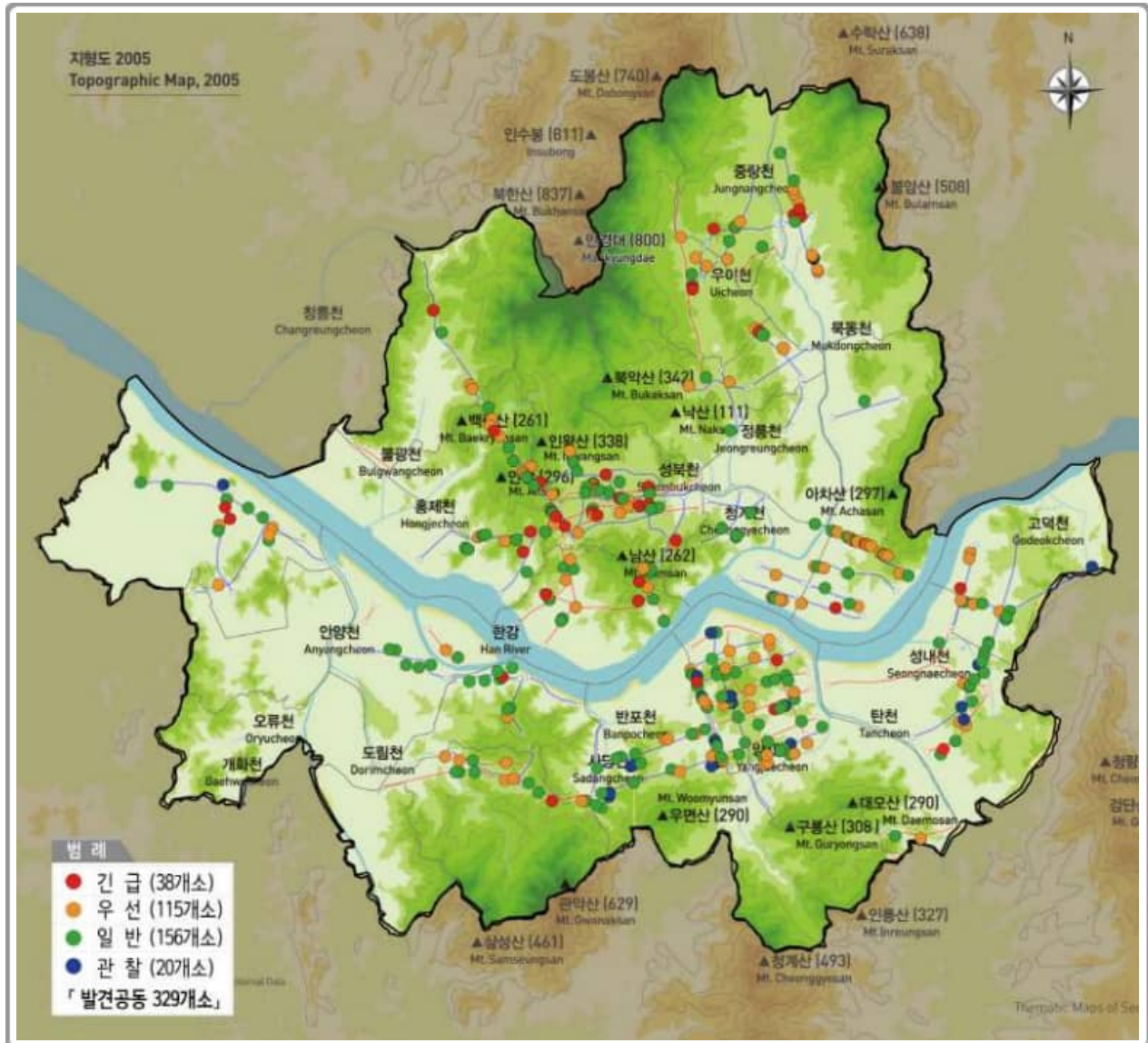


그림 5-32. 주변 지형 특성 분석 현황(서울시정개발연구원 내부자료, 2005)

등급별 공동의 분포 경향 분석결과 우선과 일반등급의 공동은 과업구간 노선 전반에 걸쳐 분포하며, 긴급등급 공동은 인왕산과 남산 등 산계의 가장자리와 성북천 등의 수계의 주변부에 다수 분포함을 확인하였다. 관찰등급의 공동은 강남구, 서초구 등 저지대의 상습침수구간에 분포하는 경향을 보이고 있다.

4.2.2 상습침수구간 분석

금희 발전공동과 상습침수구간(홍수위험지도 정보시스템 도시침수지도 50년 빈도_환경부)과의 상관성 분석을 실시하였다. 침수구간 내 공동의 분포 비율은 전체 발전공동 대비 약 16.7%, 해당노선 대비 약 72%이며, 주로 관악구, 서초구 및 강남구에 분포하는 것으로 분석되었다.

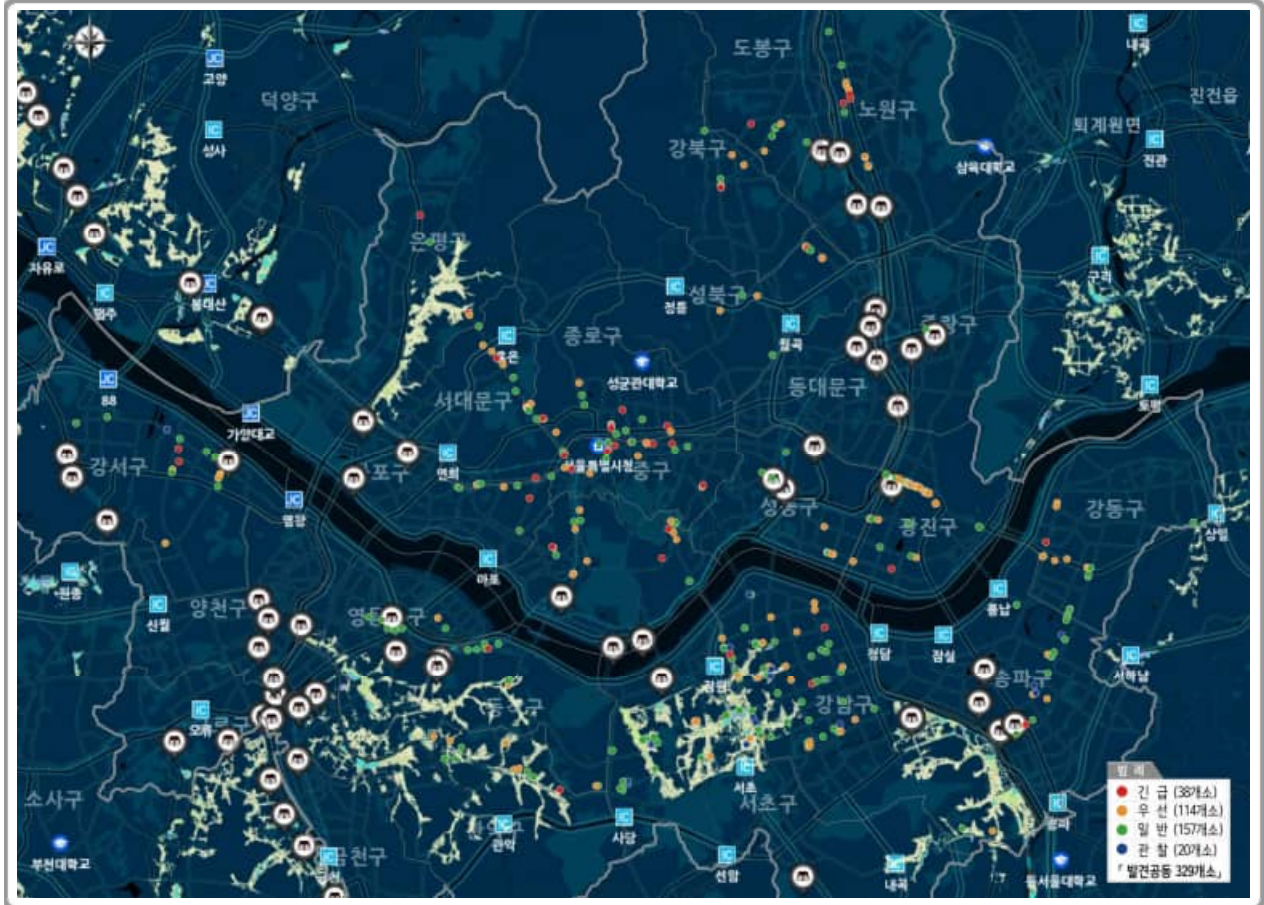


그림 5-33. 상습침수구간 및 공동 위치도(홍수위험지도 정보시스템 도시침수지도_환경부)

표 5-96. 상습침수구간 내 공동

구분	노선번호	노선명	조사연장(km)	발전공동(개소)	침수구간 내 공동(개소)
서대문구	22	신림~진관내선	26.3	12	2
동작구	22	신림~진관내선	11.2	3	3
관악구	42	방화~사가정선	57.0	8	8
	43	신정~봉천선	22.0	3	3
	4303	신림~봉천선	7.7	1	1
서초구	44	사당~암사선	32.6	12	11
	4227	방배~잠실선	25.9	10	5
강남구	27	장지~가회선(북)	19.8	13	12
	29	양재~혜화선	32.4	8	6
	30	내곡~월곡선	37.3	4	3
	27	장지~가회선(남)	26.7	2	1
합계				76	55

4.3 인위적 요인

4.3.1 공동 집중발생구간 분석

금회 지반침하 특별점검 공동조사용역 중 공동의 집중발생구간인 노선코드 50. 서린~상일선 (광진구)의 공동 발생 원인을 분석하였다. 서린~상일선은 광진구에 해당하는 노선으로 공동 19 개소, 규격미달 공동 3개소를 확인하였고, 공동 집중발생구간의 공동 현황은 다음과 같다.



그림 5-34. 서린~상일선 집중발생구간 및 공동분포

표 5-97. 서린~상일선 집중발생 구간 공동 현황

자치구	노선명	조사방향	도로명	차로	발견 공동 (개소)	집중 발생 (개소)	신속복구 현황		
							완료	중단	제외
광진구	50. 서린~상일선	군자역→아차산역	천호대로	4차로	19	16	14	-	2

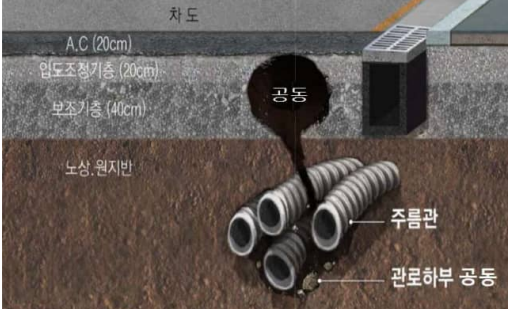
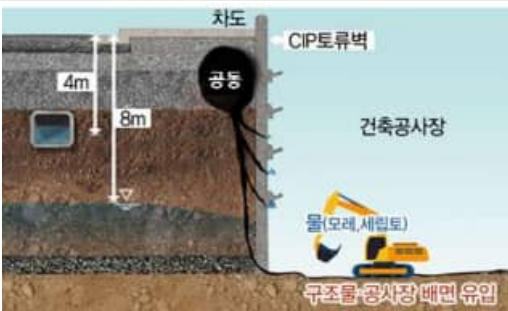
군자역에서 아차산역 방향 4차로 굴착공사 구간을 따라 공동이 집중적으로 발견되었다.

해당 집중발생 구간에 발견된 공동은 공동내부 두께가 60cm 이상인 2개소를 제외하고 14개소 전체 복구 완료되었다. 신속복구 결과로 볼 때 굴착복구 시 다짐불량에 의해 주로 공동이 발생한 것으로 추정된다.

4.3.2 채움재 복구결과에 따른 공동발생 유형 분석

(1) 공동발생 유형별 유동성채움재 복구결과

표 5-98. 공동발생 유형 및 유동성채움재 주입결과 비교

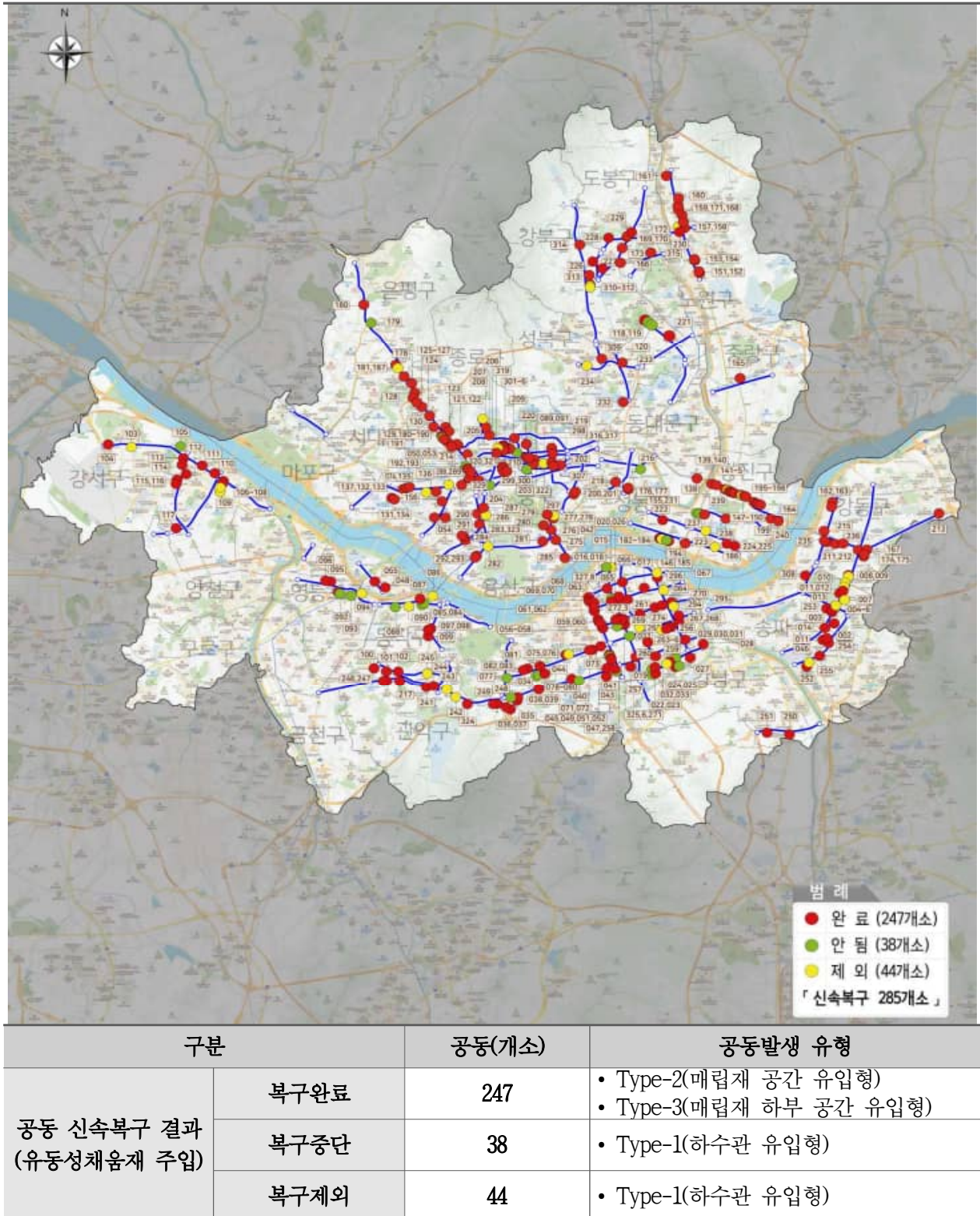
구 분			내 용	유동성채움재 주입결과 추정
매설물 주변	Type-1	하수관 유입형	하수관 접속부, 파손부 빈틈으로 물이 계속해서 유출하면서 관 속으로 토사가 유입되므로 공동 발생 	파손 및 부설 시공 부위로 유동성채움재 유출로 인해 복구 불가
	Type-2	매립재 공간 유입형	불량자재를 매립했을 때 그 사이 공간으로 상부의 토사가 하부로 유입되어 공동 발생 	유동성채움재가 유출되지 않아 복구가능
	Type-3	매립재 하부 공간 유입형	관로 매설시 매설관의 하부를 다지기 힘들기 때문에 공간이 발생하여 상부의 토사가 유입되어 공동 발생 	유동성채움재가 유출되지 않아 복구가능
공사장 주변	Type-4	굴착 공사장 유입형	공사장 토류벽, 터널 상부에서 차수대책 부실로 인해 공사장 내부로 토사가 유입되어 공동 발생 	파손 및 부설 시공 부위로 유동성채움재 유출로 인해 복구 불가
	Type-5	터널 공사장 유입형	터널 상부에 기존 공사로 되메움 재료를 사질토로 채운 경우 순간적인 중력에 의해 떨어지면서 공동 발생 	파손 및 부설 시공 부위로 유동성채움재 유출로 인해 복구 불가

(2) 공동 신속복구 결과에 따른 공동발생 원인 분석

금회 발견한 공동에 유동성채움재를 주입하였으며, 복구결과로 공동발생 유형을 분류하였다.

- 복구완료 247개소(75%) → Type-2 및 Type-3의 공동발생 유형(폐자재 분포 및 다짐불량)
- 복구중단 및 제외 82개소(25%) → Type-1의 공동발생 유형(지하시설물 파손)

표 5-99. 공동 신속복구 결과별 공동발생 유형



Type-1(하수관 유입형)유형으로 분류되는 공동은 총 82개소이다. Type-1유형의 공동은 관로 파손 등으로 인해 다량의 토사 유출되어 공동 규모가 크거나 커질 가능성이 높아 신속한 굴착 복구가 요구된다. 또한 지하시설물의 노후로 추가적인 결함이 발생 할 수 있으므로 발견공동 주변 지반에 대한 주기적인 관찰이 필요하다.

표 5-100. 미복구 공동 현황(1/3)

자치구	노선명	공동 관리번호 (2024-)	공동규모 및 현황(m)						미 복구	
			중단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께	복구 중단	복구 제외
종로구	갈현~적선선	003-208	0.95	0.85	0.67	0.12	0.79	0.12	-	○
	장지~가회선	003-210	1.04	1.00	0.22	0.44	0.66	0.18	○	-
중구	봉래~관훈선	003-319	1.00	1.01	0.84	0.30	1.14	0.22	-	○
	도심순환도로	003-050	0.96	0.97	0.34	0.23	0.57	0.06	○	-
	봉래~세종로선	003-204	0.98	0.99	0.45	0.20	0.65	0.20	○	-
	신월~신당선	003-297	0.81	0.82	0.80	0.07	0.87	0.07	-	○
	저동~을지로선	003-203	0.84	0.81	0.37	0.20	0.57	0.15	○	-
	서린~상일선	003-089	0.99	0.98	0.33	0.24	0.57	0.10	○	-
	서린~상일선	003-091	0.92	0.91	0.30	0.10	0.40	0.10	○	-
용산구	노고산~창신선	003-282	0.93	0.92	0.68	0.16	0.84	0.16	-	○
	노고산~창신선	003-278	0.91	0.90	0.89	0.33	1.22	0.20	-	○
	신림~진관내선	003-286	0.99	0.99	0.60	0.30	0.90	0.26	-	○
성동구	성수~자양선	003-146	0.86	0.87	0.37	0.28	0.68	0.17	○	-
	성수~자양선	003-184	1.32	1.29	0.69	0.37	1.06	0.09	-	○
	홍인~면목선	003-216	1.06	1.07	0.50	0.32	0.72	0.25	○	-
광진구	성수~자양선	003-186	0.83	0.82	0.68	0.14	0.82	0.08	-	○
	을지~둔촌선	003-155	0.93	0.94	0.37	0.23	0.60	0.18	○	-
	을지~둔촌선	003-231	1.00	1.01	0.36	0.36	0.72	0.21	○	-
	서린~상일선	003-148	0.86	0.85	1.15	0.23	1.38	0.14	-	○
	서린~상일선	003-141	1.02	1.01	0.60	0.20	0.80	0.20	-	○
	장지~성수선	003-223	0.80	0.90	0.63	0.25	0.88	0.21	-	○
성북구	동교~월곡선	003-234	1.05	0.90	0.64	0.20	0.84	0.20	-	○
	회기~변동선	003-118	0.90	0.80	0.35	0.10	0.45	0.10	○	-
	회기~변동선	003-120	0.80	0.80	0.23	0.40	0.63	0.16	○	-
강북구	돈암~창동선	003-311	1.07	0.86	0.77	0.07	0.84	0.07	-	○
	돈암~창동선	003-312	0.96	0.79	1.40	0.16	1.56	0.05	-	○
노원구	세곡~상계선	003-172	0.91	0.90	0.21	0.02	0.23	0.02	-	○

표 5-101. 미복구 공동 현황(2/3)

자치구	노선명	공동 관리번호 (2024-)	공동규모 및 현황(m)						미 복구	
			종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토포	바닥 깊이	포장 두께	복구 중단	복구 제외
은평구	신림~진관내선	003-179	0.88	0.87	0.23	0.57	0.80	0.17	○	-
	신림~진관내선	003-187	0.96	0.97	0.76	0.18	0.94	0.18	-	○
서대문구	신림~진관내선	003-188	0.90	0.91	0.45	0.13	0.58	0.13	○	-
	신월~신당선	003-136	0.81	0.83	0.74	0.08	0.82	0.08	-	○
마포구	신월~신당선	003-135	0.94	0.91	0.62	0.30	0.92	0.12	-	○
강서구	방화~염창선	003-105	0.80	0.70	0.36	0.37	0.73	0.30	○	-
	방화~염창선	003-103	0.90	0.80	0.60	0.32	0.92	0.32	-	○
	신월~가양선	003-108	0.90	0.80	0.62	0.28	0.90	0.19	-	○
	신월~가양선	003-117	0.90	0.80	0.82	0.30	1.12	0.18	-	○
영등포구	신월~노량진선	003-092	0.85	0.80	0.24	0.26	0.50	0.26	○	-
	신월~노량진선	003-093	0.95	0.80	0.21	0.26	0.47	0.26	○	-
	신월~노량진선	003-094	0.90	0.70	0.62	0.38	1.00	0.29	-	○
동작구	신월~노량진선	003-088	0.80	0.75	0.29	0.29	0.58	0.29	○	-
	신월~노량진선	003-090	0.90	0.80	1.20	0.25	1.45	0.25	-	○
	신월~노량진선	003-085	0.90	0.80	0.27	0.40	0.67	0.27	○	-
	신월~노량진선	003-086	0.80	0.80	0.78	0.22	1.00	0.22	-	○
	신월~노량진선	003-084	0.75	0.75	0.28	0.04	0.32	0.04	○	-
관악구	방화~사가정선	003-242	1.30	0.80	0.65	0.32	0.97	0.26	-	○
	방화~사가정선	003-243	0.75	0.75	0.61	0.28	0.89	0.28	-	○
	신림~봉천선	003-245	1.00	0.80	0.65	0.16	0.81	0.16	-	○
서초구	방배~잠실선	003-040	0.95	0.90	0.28	0.27	0.55	0.17	○	-
	방배~잠실선	003-035	0.95	0.85	0.28	0.27	0.55	0.27	○	-
	사당~암사선	003-078	0.75	0.75	0.48	0.31	0.79	0.31	○	-
	사당~암사선	003-079	0.80	0.75	0.29	0.34	0.63	0.34	○	-
	사당~암사선	003-075	1.00	0.90	0.41	0.14	0.55	0.14	-	○
	사당~암사선	003-077	0.80	0.70	0.29	0.21	0.50	0.21	○	-
강남구	신사~청담선	003-067	0.80	0.80	0.61	0.24	0.85	0.17	-	○
	이수~청담선	003-064	1.05	0.80	0.66	0.08	0.74	0.08	-	○
	과해~삼성선	003-294	1.30	0.90	0.64	0.46	1.10	0.35	-	○
	과해~삼성선	003-325	0.80	0.75	0.43	0.17	0.60	0.17	○	-
	과해~삼성선	003-272	0.70	0.75	0.57	0.37	0.94	0.37	○	-

표 5-102. 미복구 공동 현황(3/3)

자치구	노선명	공동 관리번호 (2024-)	공동규모 및 현황(m)						미 복구	
			종단 길이	횡단 길이	내부 높이	공동 토피	바닥 깊이	포장 두께	복구 중단	복구 제외
강남구	사당~암사선	003-263	1.00	0.80	1.48	0.02	1.50	0.02	-	○
	방화~사가정선	003-022	0.80	0.80	0.26	0.15	0.41	0.15	○	-
	방화~사가정선	003-023	0.75	0.75	0.60	0.15	0.75	0.15	-	○
	방화~사가정선	003-025	0.80	0.80	0.32	0.20	0.52	0.20	○	-
	방화~사가정선	003-029	0.75	0.75	0.29	0.30	0.59	0.30	○	-
	방화~사가정선	003-031	1.00	0.80	0.61	0.21	0.82	0.21	-	○
	방화~사가정선	003-032	0.80	0.70	0.24	0.18	0.42	0.18	○	-
	방화~사가정선	003-033	1.00	0.90	0.62	0.23	0.85	0.23	-	○
	장지~가회선	003-047	0.75	0.75	0.25	0.20	0.45	0.20	○	-
	장지~가회선	003-051	0.75	0.75	0.27	0.47	0.74	0.47	○	-
	내곡~월곡선	003-262	0.80	0.70	0.69	0.19	0.88	0.19	-	○
	내곡~월곡선	003-015	0.80	0.70	0.34	0.42	0.76	0.18	○	-
	내곡~월곡선	003-016	0.80	0.65	0.35	0.22	0.57	0.21	○	-
	내곡~월곡선	003-021	0.80	0.70	0.29	0.25	0.54	0.21	-	○
	내곡~월곡선	003-042	1.00	0.70	1.09	0.36	1.45	0.36	○	-
송파구	방화~사가정선	003-006	0.90	0.90	0.77	0.50	1.27	0.36	-	○
	방화~사가정선	003-007	1.30	1.30	1.38	0.64	2.02	0.29	-	○
	방화~사가정선	003-008	0.80	0.80	0.61	0.43	1.04	0.20	-	○
	방화~사가정선	003-010	0.80	0.80	0.64	0.40	1.04	0.40	-	○
	방화~사가정선	003-011	0.90	0.90	0.86	0.30	1.16	0.30	-	○
	수서~오금선	003-046	1.00	1.60	1.10	0.00	1.10	0.00	-	○
강동구	사당~암사선	003-163	0.86	0.87	0.62	0.16	0.78	0.16	-	○
	사당~암사선	003-235	0.80	0.70	0.38	0.15	0.53	0.15	○	-
	방화~사가정선	003-167	0.95	0.75	0.21	0.34	0.55	0.18	○	-

4.3.3 공동발견 위치 분석

전체 발견공동 329개소 공동의 분포 위치(차로별, 도로 측구, 맨홀, 교차로, 안전지대)에 대하여 분석을 실시하였다.

표 5-103. 차로 위치별 분석결과

구분	위치	공동(개소)		분포비율	분석결과
차로(편도)		좌측	81	24.6%	지하매설물이 집중 설치되어있는 중앙 및 우측 차로에서 다수 분포
		중앙	138	42.0%	
		우측	110	33.4%	
		전체	329	100.0%	

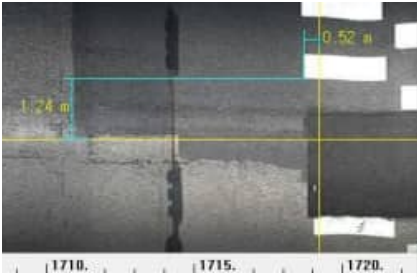
표 5-104. 공동 위치별 분석결과

구분	위치	공동(개소)	분포비율	분석결과
도로 측구 0.5m 이내		22	6.7%	도로 가장자리 빗물 배수로에 인접하여 일부 분포
맨홀 1.5m 이내		29	8.8%	맨홀에 인접하여 일부 분포
교차로내		36	10.9%	지하매설물이 서로 교차하는 교차로 내 일부 분포
안전지대 내		9	2.7%	공동조사 사각지대인 안전지대 내 일부 분포
합계		96	29%	전체 공동의 29% 에 해당됨

4.3.4 굴착복구(패칭)구간 공동 재발생 분석

기존 지반침하 구간 및 공동조사 시 신속복구 안됨, 신속복구 제외에 대해 굴착복구를 실시하였으나 금회 조사 시 공동이 재발생된 구간에 대하여 분석을 실시하였다.

표 5-105. 자치구별 굴착복구(패칭)구간 공동 재발생 현황

구분	합계	강남구	강동구	강서구	관악구	광진구	동작구	서대문구	서초구	송파구	종로구	중구
공동(개소)	30	10	4	2	2	1	1	2	3	2	1	2
노명영상				2차조사 완료 전경				분포현황				
												

분석결과 발견공동 총 329개소 중 굴착복구(패칭)구간에 30개소(8.4%)가 재발생되었으며, 재발생원인은 복구시 원인자 제거 미흡 또는 경계부 다짐불량 등으로 판단된다.

4.3.5 지하철 노선과 상관성 분석

기존 및 금회 발견된 공동의 지하철 노선과의 상관성 분석을 실시하여 대형 지하구조물과 공동발생과의 연관성을 파악하였다.

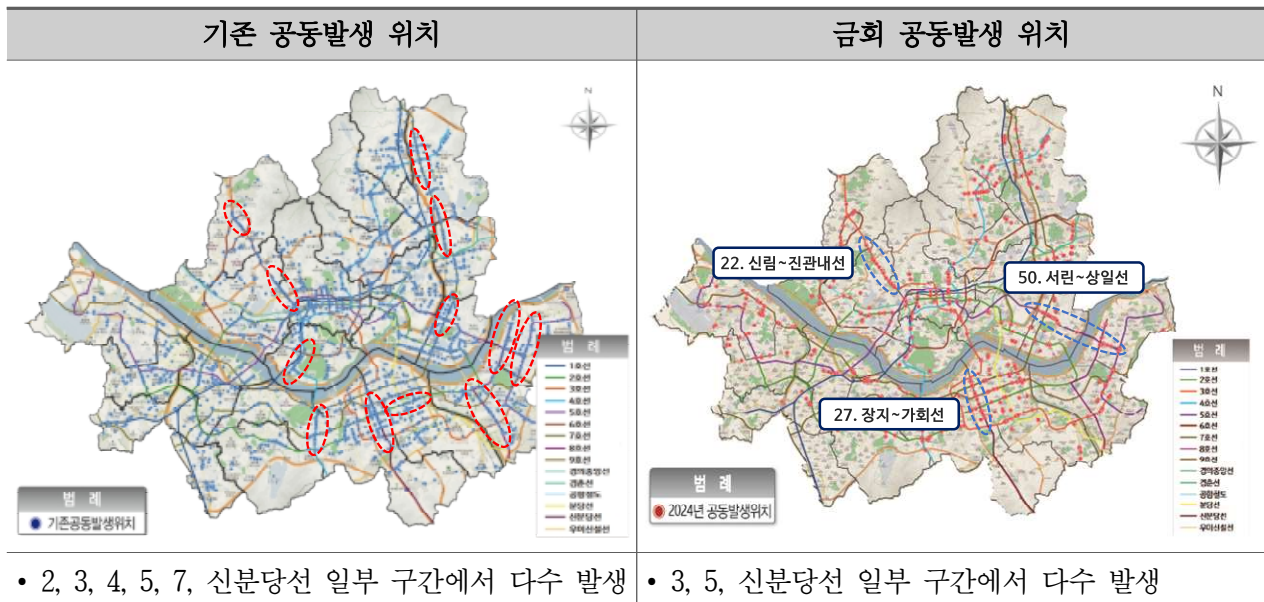


그림 5-35. 지하철 노선과 공동발생 위치

분석 결과 기존 발생공동은 2호선, 3호선, 4호선, 5호선, 7호선, 신분당선의 일부구간에서 집중발생되었고, 금회는 3호선(신림~진관내선, 통일로), 5호선(서린~상일선, 천호대로), 신분당선(장지~가회선, 강남대로)에서 집중적으로 재발생되는 것으로 분석되어 지속적인 관리가 요구된다.

4.3.6 기존 공동자료 및 금회 결과 비교분석

최근 10년간(2014년~2023년) 발견된 기존 공동의 위치와 금회 지반침하 특별점검 공동조사구역에서 발견된 공동의 위치에 대한 밀도를 비교분석 하였다.

기존 높은 밀도구간 중 금회 조사노선인 신림~진관내선, 장지~가회선, 서린~상일선의 밀도가 동일하게 높게 분석되었고, 금회 전체 발견공동 중 약 13.4%의 비율을 보이며, 기존 공동밀도가 높은 구간에서 재발생되는 경향을 보이고 있다.

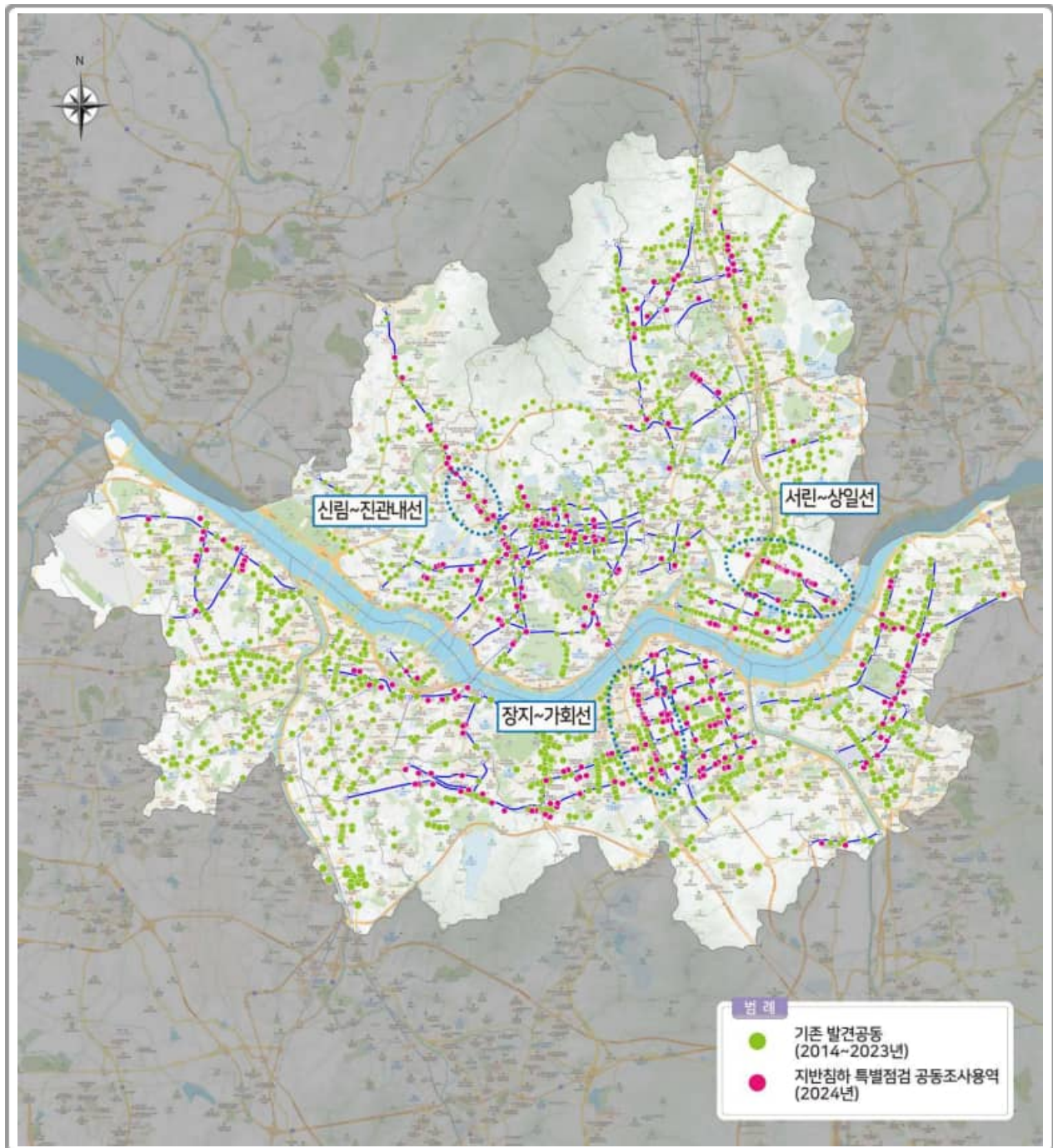


그림 5-36. 기존 지반침하 및 금회 발견공동 위치도

5. 결론

5.1 사업개요

(1) 사 업 명 : 지반침하 특별점검 공동조사용역

(2) 계약기간 : 2024년 04월 29일 ~ 2024년 10월 15일

(3) 사업내용

① 1차 탐사 및 분석

- 계획 : 1,907.4km(24개 자치구)
- 수행 : 1,930.6km(24개 자치구)

② 2차 조사 및 확인

- 목표 공동 : 282개소(km당 0.15개소)
- 발견 공동 : 329개소(km당 0.17개소), 규격미달 공동¹⁾ 85개소

¹⁾규격미달 공동 : 두께 20cm미만의 공동

③ 공동 신속복구

- 계획 : 254개소(목표공동의 90%)
- 수행 : 285개소 채움재 주입 실시(복구완료 247개소, 복구중단²⁾ 38개소),
복구제외³⁾ 44개소

²⁾복구중단 : 추정부피의 2배 이상 주입하여도 채움재가 차오르지 않는 공동

³⁾복구제외 : 내시경 촬영 시 지하시설물파손 확인, 공동 두께 60cm이상

5.2 공동조사 결과 분석

지반침하 특별점검 공동조사용역인 24개 자치구, 조사연장 1,930.6km에 대하여 1차 탐사 및 분석을 실시한 후 총 499개소에 대하여 천공 확인조사를 수행하였다. 천공 결과 확인된 공동은 329개소, 규격미달 공동 85개소를 확인하였고, 85개소는 미공동으로 확인되었다. 서울시 공동관리등급 기준에 따라 등급분류 하였고, 긴급등급 38개소, 우선등급 115개소, 일반등급 151개소, 관찰등급 20개소로 확인되었으며, 우선 및 일반등급 공동이 높은 비율을 보인다. 사업구간의 자치구별 km당 공동발견율은 종로구 0.17개소, 중구 0.13개소, 용산구 0.15개소, 성동구 0.17개소, 광진구 0.36개소, 중랑구 0.05개소, 성북구 0.11개소, 강북구 0.17개소, 도봉구 0.13개소, 노원구 0.32개소, 은평구 0.07개소, 서대문구 0.36개소, 마포구 0.12개소, 강서구 0.15개소, 영등포구 0.16개소, 동작구 0.18개소, 관악구 0.12개소, 서초구 0.25개소, 강남구 0.20개소, 송파구 0.11개

소, 강동구 0.11개소의 공동발견율을 보인다. km당 공동발견율이 0.3개소 이상인 자치구는 광진구, 노원구, 서대문구이며 해당 자치구에 속한 노선은 주기적인 공동조사 및 육안관찰 등 집중 관리가 필요할 것으로 보인다. 총 조사연장 1,930.6km에 대한 공동발견율은 km당 0.17개소이다.

5.3 공동 신속복구 분석

발견공동 329개소 중 내시경 촬영 시 공동의 두께가 60cm 이상인 공동 또는 지하시설물 파손이 확인된 44개소 공동을 제외한 285개소에 대하여 공동 신속복구를 실시하였다. 복구 완료된 공동은 247(86.7%)개소이며, 공동 추정부피의 2배 이상을 주입하였으나 채움재가 차오르지 않아 복구를 중단한 공동은 38개소이다.

5.4 공동 특성분석

발견공동의 규모 분석결과 대체로 종방향 길이는 0.70~1.67m(평균:0.89m), 횡방향 길이는 0.65~1.60m(평균:0.83m)로 나타났다. 공동두께는 0.20~1.48m(평균:0.34m) 규모로 분포한다. 사업구간의 공동을 서울시 공동관리등급 기준으로 분류한 결과 긴급등급 12%, 우선등급 35%, 일반등급 47%, 관찰등급 6%의 비율로 분포하는 것으로 파악되었다.

5.5 공동발생 상관성 분석

5.5.1 노선 주변 지형 특성 분석

과업 노선 주변 지형 특성 분석결과 대상노선들은 하천, 복개도로에 인접하며, 산계 가장자리와도 인접하여 위치하고 있다. 등급별 공동의 분포 경향 분석결과 우선과 일반등급의 공동은 과업구간 노선 전반에 걸쳐 분포하며, 긴급등급 공동은 인왕산과 남산 등 산계의 가장자리와 성북천 등의 수계의 주변부에 다수 분포함을 확인하였다. 관찰등급의 공동은 강남구, 서초구 등 저지대의 상습침수구간에 분포하는 경향을 보이고 있다.

5.5.2 상습침수구간 분석

금회 발견공동과 상습침수구간(홍수위험지도 정보시스템 도시침수지도 50년 빈도_환경부)과의 상관성 분석을 실시하였다. 침수구간 내 공동의 분포 비율은 전체 발견공동 대비 약 16.7%, 해당노선 대비 약 72%이며, 주로 서대문구, 동작구, 관악구, 서초구 및 강남구에 분포하는 것으로 분석되었다.

5.5.3 공동 집중발생구간 분석

공동 집중발생구간은 광진구 [50] 서린~상일선이고, 공동 19개소, 규격미달 공동 3개소를 확인하였으며, 군자역에서 아차산역 방향 4차로 굴착공사 구간을 따라 공동이 집중적으로 발견되었다. 해당 집중발생 구간에 발견된 공동은 공동내부 두께가 60cm 이상인 2개소를 제외하고 14개소 전체 복구 완료되었다. 신속복구 결과로 볼 때 굴착복구 시 다짐불량에 의해 주로 공동이 발생한 것으로 추정된다.

5.5.4 채움재 복구결과에 따른 공동발생 유형 분석

금회 실시한 공동 신속복구 결과에 따라 유형별로 공동 발생원인을 분석하였으며, 공동발생 유형 중 Type-2(매립재 공간 유입형) 및 Type-3(매립재 하부 공간 유입형) 유형이 247개소(75%)이고 Type-1(하수관 유입형)유형이 82개소(25%)로 분석되었다. Type-1유형의 공동은 관로 파손 등으로 인해 다량의 토사가 유출되어 공동 규모가 크거나 커질 가능성이 높아 신속한 굴착복구가 요구된다.

5.5.5 공동발견 위치 분석

전체 발견공동 329개소의 공동 위치를 분석하였다. 차로별 분석결과 중앙 및 우측 끝차로에 248개소(75.4%)로 주로 분포하였으며, 중앙 및 우측 끝차로는 지하매설물이 집중설치된 차로로 지하매설물의 영향으로 판단된다. 공동 위치별 분석결과 도로 측구 0.5m 이내 6.7%, 맨홀 1.5m 이내 8.8%, 교차로내 10.9%, 안전지대 내 2.7%로 전체 발견 공동의 약 29%에 해당된다.

5.5.6 굴착복구(패칭)구간 공동 재발생 분석

기존 지반침하 구간 및 공동조사 시 신속복구 안됨, 신속복구 제외에 대해 굴착복구를 실시하였으나 금회 조사 시 공동이 재발생된 구간에 대하여 분석을 실시하였으며, 분석결과 발견공동 총 329개소 중 굴착복구(패칭)구간에 30개소(8.4%)가 재발생되었으며, 재발생원인은 복구시 원인자 제거 미흡 또는 경계부 다짐불량 등으로 판단된다.

5.5.7 지하철 노선과 상관성 분석

기존 및 금회 발견된 공동의 지하철 노선과의 상관성 분석을 실시하여 대형 지하구조물과 공동발생과의 연관성을 파악하였으며, 기존 발생공동은 2호선, 3호선, 4호선, 5호선, 7호선, 신분당선의 일부구간에서 집중발생되었고, 금회는 3호선(신림~진관내선, 통일로), 5호선(서린~상일선, 천호대로), 신분당선(장지~가회선, 강남대로)에서 집중적으로 재발생되는 것으로 분석되어 지속적인 관리가 요구된다.

5.5.8 기존 공동자료 및 금회 결과 비교분석

최근 10년간(2014년~2023년) 발견된 기존 공동의 위치와 금회 지반침하 특별점검 공동조사용역에서 발견된 공동의 위치에 대한 밀도를 비교분석 하였다. 기존 높은 밀도구간 중 금회 조사 노선인 신림~진관내선, 장지~가회선, 서린~상일선의 밀도가 동일하게 높게 분석되었고, 금회 전체 발견공동 중 약 13.4%의 비율을 보이며, 기존 공동밀도가 높은 구간에서 재발생되는 경향을 보이고 있다.

5.6 공동 관리 및 복구방안

본 사업은 “서울시 공동등급 분류기준(2016.11 기준)”을 적용하였다. 또한 공동등급에 따라 총 4단계의 복구기준이 있으며, 복구방법은 굴착복구에 해당된다. 본 사업에서는 발견한 공동에 대해 비굴착복구 방법인 공동신속복구를 실시하였다. 발견 공동 329개소 중 공동두께 60cm 이상 또는 내시경 촬영 시 지하시설물 파손이 확인된 공동 44개소를 제외한 285개소에 유동성 채움재를 주입하였으며, 247개소의 공동이 복구되었다. 금회 미복구 공동 82개소에 대해서는 굴착복구를 실시하여 공동 발생원인 파악이 필요하다.

표 5-106. 서울시 공동등급 별 복구기준 및 굴착복구 수량

등급	복구기준	미복구 공동(82개소)
긴급 복구	• 침하 가능조건이 충족된 공동, 조사중에 공동이 확인되면 즉시 복구(4시간 이내)가 필요	12개소
우선 복구	• 침하 가능조건을 만나는 경우(돌발강우 등) 침하되는 공동이며, 신속한 조치계획 수립과 복구가 필요	27개소
일반 복구	• 일정기간 공동이 추가 확대로 침하 가능 조건 충족 시 침하되는 공동이며, 우기철 이전까지 복구가 필요	36개소
관찰	• 공동 상부 지반 두께가 튼튼하여 침하될 위험이 낮은 공동이지만 일정기관 관찰 후 반복탐사 시작년도의 우기 이전까지 복구가 필요	7개소

참 여 기 술 자 명 단

- 용 역 명 : 지반침하 특별점검 공동조사
- 용역기간 : 2024년 04월 29일 ~ 2024년 10월 15일

업무분야	담당업무	성명	경력	기술등급	직위	최종학력	자격증
사업책임자	사업총괄, 업무보고	윤현익	14.12년	기술사/특급	소장	석사	토질 및 기초 기술사
1차 탐사/ 분석 분야	탐사분야 책임	장창곤	19.57년	기술사/특급	상무	석사	지질 및 지반 기술사
	탐사/분석	임으뜸	8.01년	특급	차장	석사	응용지질기사
	탐사/분석	전재학	4.97년	고급	대리	학사	응용지질기사
	탐사/분석	허승수	3.20년	초급	대리	학사	응용지질기사
	탐사/분석	권성현	-	-	과장	학사	-
	탐사/분석	강태성	-	-	과장	학사	-
	탐사/분석	박승환	-	-	과장	학사	-
공동확인 조사분야	천공분야 책임	강상운	19.02년	고급	전무	학사	-
	분석/조사	박성수	18.77년	중급	이사	학사	-
	분석/조사	강민석	4.67년	초급	대리	학사	-
	분석/조사	권다솜	4.42년	초급	대리	학사	-
	분석/조사	이하나	6.22년	중급	과장	학사	-
	분석/조사	유혁	-	-	과장	학사	-
	분석/조사	조근호	-	-	사원	학사	-
신속복구/ 안전관리 분야	복구분야 책임	이용운	5.79년	초급	과장	학사	-
	신속복구	방순필	3.10년	초급	대리	학사	-
	신속복구	김대호	4.30년	초급	대리	학사	-
	신속복구	김태규	-	-	대리	학사	-
	신속복구	문승훈	-	-	이사	학사	-
	안전관리	천윤진	-	-	차장	학사	-
	안전관리	이혜은	-	-	사원	-	-

참고문헌

- 1) 한국지하안전협회, 2024, “지하안전관리에 관한 특별법”, 지하안전관리에 관한 특별법령집(제1장, p.8, 11-12)
- 2) 한국지하안전협회, 2024, “지하안전관리에 관한 특별법 시행령”, 지하안전관리에 관한 특별법령/시행령/시행규칙(제1장, p.8, 11-12)
- 3) 국토교통부, 2023, “지하안전정보시스템_지반침하사고 현황” (제1장, p.8)
- 4) 김기영외, 2011.10, “물리탐사 길라잡이”, (사)한국지구물리·물리탐사학회(제2장, p14)
- 5) 백종은, 2012.11, “확장형 공동중간점법 기반 지표투과레이더를 이용한 콘크리트 교량 바닥판 열화상태 평가”, 한국구조물진단유지관리공학회 논문집 제16권 제6호(제2장, p16-18)
- 6) Reynolds, 1997, “Ground penetrating radar”, An Introduction to Applied and Environmental Geophysics(제2장, p18)
- 7) 백종은, 최재순, 2014.09, “GPR을 이용한 도로하부 탐사기술”, 한국도로학회지 제16권 제13호(제2장 p.20)
- 8) 김창렬외, 2015.12, “도심지 지하공동 탐지 다중 채널 3차원 GPR 시스템 개발”, 한국지질자원연구원(제2장, p20-21)
- 9) 서울시 품질시험소, 2017, “멀티채널 GPR 통합자료처리 시험” (제2장, p.22)
- 10) 국토안전관리원, 2018, “지하안전점검 표준매뉴얼” (제3장, p23, 51)
- 11) 국토안전관리원, 2022, “공동조사 실무 편람” (제3장, p24-31, 50, 231, 235)
- 12) 법제처, 2024.7, “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙”, 국가법령정보센터(제3장, p36)
- 13) 윤진성외, 2016, “도로동공 탐지를 위한 지표투과레이더의 신호패턴에 관한 연구”, 한국도로학회논문집(제3장, p37-38)
- 14) 법제처, 2024.10, “도로법, 도로법 시행령”, 국가법령정보센터(제3장, p41-42, 45)
- 15) 국토해양부, 2012.9, “도로공사장 교통관리 지침” (제3장, p43-44)
- 16) 이대영외, 2016.10, “도로함몰 방지를 위한 유동성 채움재 공동충진 현장적용성 평가”, 대한토목학회논문집(제3장, p52-53)
- 17) 정민지외, 2024.4, “유동성 채움재의 공학적 특성 연구”, 한국지반공학회논문집(제3장, p54-55)
- 18) 서울특별시 교통정보센터, “통행차량 속도 분포도” (제4장, p81)
- 19) 서울연구원, 2005, “서울시정개발연구원 내부자료” (제5장, p232)
- 20) 환경부, 2024, “홍수위험지도 정보시스템 도시침수지도” (제5장, p233)
- 21) 서울시, 2014~2023, “공동조사용역 최종보고서” (제5장, p242)

지반침하 특별점검 공동조사 용역
최 종 보 고 서

인쇄 : 2024년 10월

발행 : 2024년 10월

발행부서 : 서울특별시 도로관리과

전화 : 02-2133-8196

본 저작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.

