

시 민

문서번호	도로관리과-9046
결재일자	2015.6.10.
공개여부	비공개
방침번호	

주무관	도로포장안전팀장	도로관리과장	도시안전기획관	도시안전본부장
김종민	최연우	송상영	권기욱	06/10 조성일
협 조				
	주무관			최현

동공발생 원인조사 연구결과 및 관리방안 보고



도시안전본부
(도로관리과)

사전 검토항목

☞ 해당사항이 있는 부분에 ‘■’ 표시하시기 바랍니다. (※ 비고 : 필요시 검토내용 기재)

구 분	사전 검토항목 점검 사항	검토 완료	해당 없음	비 고
시 민 참 여	<ul style="list-style-type: none"> ● 시민 의견 반영 및 사업 참여 방안을 검토하였습니까? 예) 청책토론회, 설문조사, 시민공모 등 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
전 문 자 문	<ul style="list-style-type: none"> ● 관련 전문가 의견을 반영하였습니까? 예) 자문위원회 개최, 타당성 검토, T/F 운영 등 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	외부전문가 자문
갈 등	<ul style="list-style-type: none"> ● 이해 당사자 간 갈등발생 가능성을 검토하였습니까? 예) 주택가 공공주차장 조성, 택시 불법영업 단속 등 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
사 회 적 배 려	<ul style="list-style-type: none"> ● 사회적 약자에 대한 배려를 검토하였습니까? 예) 여성, 아동, 장애인, 한부모 가정 등 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
선 거 법	<ul style="list-style-type: none"> ● 공직선거법에 저촉 여부를 검토하였습니까? 예) 홍보물 배포, 표창수여, 경품지급, 기부행위 등 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
안 전	<ul style="list-style-type: none"> ● 시민 안전 위험요인과 안전대책을 검토하였습니까? 예) 장소·시설물 점검, 안전관리 인력확보 등 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	도로함몰 관리대책
타 기 관	<ul style="list-style-type: none"> ● 타 기관 협의·협력(타 자원 활용 등)을 하였습니까? 예) 중앙부처, 타 지자체, 투자·출연기관, 민간단체 등 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	일본 지오서치(주) 탐사 도로사업소(5개소), 영등포구
홍 보	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업홍보 방안을 검토하였습니까? 예) 보도자료, 기자 설명회, 현장 설명회 등 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	보도자료 기배포
바 른 우 리 말	<ul style="list-style-type: none"> ● 서울시 행정 순화어 목록을 확인하였습니까? 예) 별첨, 첨부 ⇒ 붙임, 가이드라인 ⇒ 지침 등 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	확인 완료

동공발생 원인조사 연구결과 및 관리방안 보고

도로함몰의 예방과 동공탐사 선진기술 확보를 위해 일본 탐사업체를 초빙하여 동공탐사 및 원인조사를 실시하고 그 연구결과를 보고 드림

□ 조사개요

- 기 간 : '15.2.7 ~ 3.29(동공탐사 '14.11.30~12.2)
 - ※ 동공탐사 : 지오서치(주), 참여인력 총 9명(조사팀 4명, 참관 사장 포함 5명)
- 대 상 : 동공 41개소 중 29개소(A급 18, B급 11)
- 조사방법 : 총괄-도로관리과, 굴착-도로사업소, 조사자문-내·외부전문가
- 조사자문위원 : 내·외부전문가 10명(연인원 29명)

[추진경과]

- '14.9.23 ~ 9.26 : 도쿄도청 및 지오서치(주) 방문·견학, 탐사업무 협상
- '14.11.30 ~ 12. 2 : 지오서치(주) 차량탐재형GPR 탐사 실시(서울 도심 4개지역)
- '14.12. 3 ~ 12.19 : 동공 2개소 천공 및 탐사결과분석(보고서 제출일 12.19)
- '15.2.7 ~ 3.29 : 지오서치(주)의 탐지동공에 대한 굴착원인조사 실시

□ 조사내용

- 조사 결과 : 25개소 동공 확정, 4개소 동공 없음
- 발생 현황
 - 물이 흐르는 관로 연결부 결함 : 11개소(전체의 44%)
 - ▶ 하수관 9개소(전체의 36%), 전력관 1개소, 통신관 1개소
 - 굴착복구 미흡으로 인한 장기침하 : 14개소(전체의 56%)
 - ▶ 전력관 4개소, 지하철 4개소, 상수관 4개소, 하수박스 1개소, 통신관 1개소
 - 동공이 없는 개소 : 4개소(특정 물체의 검출 신호에 대한 분석 오류)
 - ▶ 매립된 순수 자갈층, 아스팔트덩이, 흙시멘트, 전력관 보호커버

○ 발생 형태



○ 동공 파괴실험

- 일시 및 환경 : '15.2.28(토) 20:00, 아스팔트 표면온도 - 8.3℃
- 실험장소 : 5호선 종로3가역 사거리, 돈화문로(A급 동공)
- 동공규모 : 면적 1.5m×4.3m, 토피 0.3m, 심도 0.6m
- 통과중량 : 총 47톤(최대 과적상태), 바퀴 1개의 최대 하중 6.3톤
 - ※ 반입차량 : 2대 차량 동원(허용 최대적재중량 39톤 1대, 추가적재 1대)
- 실험결과 : 동공 상부에 균열이나 손상은 없었음
 - ※ 하절기의 AC포장층 강도차이를 감안하여 하절기 파괴실험 실시 예정

□ 동공발생 메커니즘

○ 발생 특성

- **동공의 천단** : 사질층으로 구성된 AC포장층 직하부까지 대부분 도달
 - ▶ 모래질이 대부분인 AC 포장층 하부 혼합기층은 투수계수(1cm/s 내외)가 높아 일시에 토사가 유실되므로 동공 발달이 AC포장층 아래까지 쉽게 도달
- **동공의 몸체** : 투수성이 높은 곳에 주로 발생(모래자갈층, 사질층)
 - ▶ 투수계수 : 모래자갈층 1cm/s, 사질토 10^{-3} cm/s, 점토질실트 10^{-5} cm/s 이하
- **동공의 꼬리** : 투수성이 낮은 곳에 발생(점토질층은 유실 속도가 낮음)

○ 발생 원인 : 3개 Type



① 관로의 손상
(관로 연결부 틈새 방치 등)



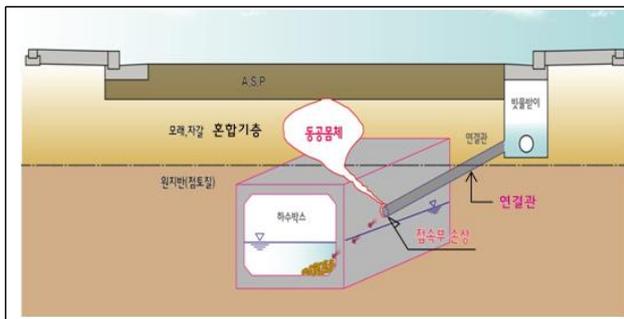
② 되메우기시 공간 방치
(토류관, 콘크리트덩이 등 매몰)



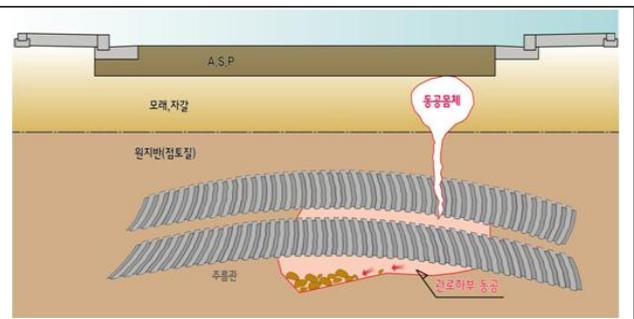
③ 굴착공사중 토류벽 차수 미흡
(토류벽 배면에서 물·토사 유입)

※ 동공 굴착조사 외 굴착공사장 함몰사례 포함

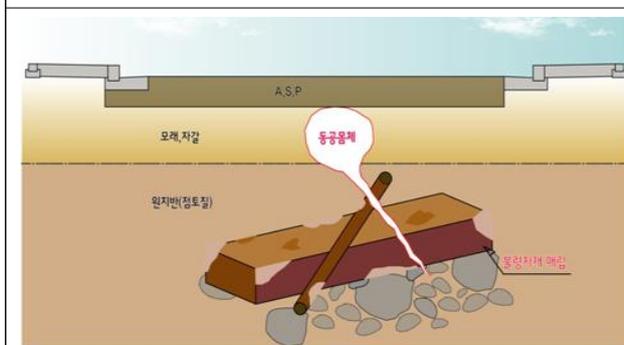
○ 동공에서의 토사유출 경로 : 4개 Type



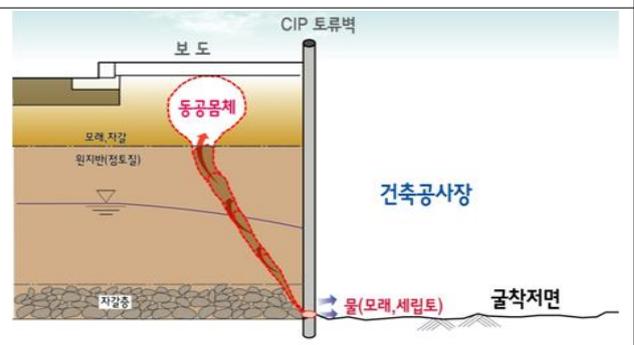
① 하수관 유입형



② 매설관 하부공간 유입형



③ 매립재 사이 형성된 공간 유입형



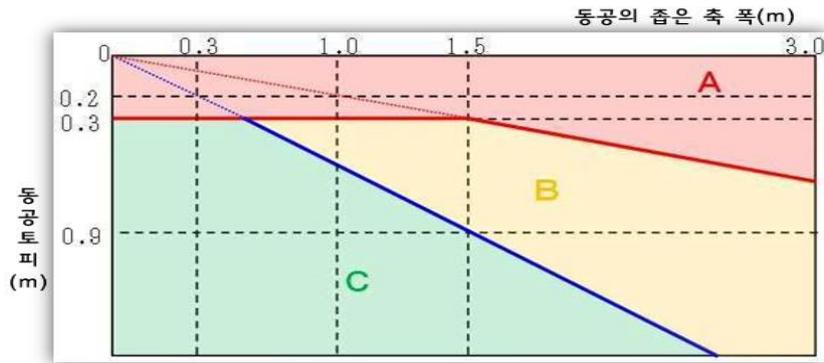
④ 구조물·토류벽 배면에서 내부로의 유입형

□ 관리방안

○ 위험도 등급별 관리 : 위험도를 A, B, C 등급으로 구분

- A등급(긴급보수) : 토피 0.3m이내, 토피 0.3m이상 & 폭 1.5m이상
- B등급(일반보수) : 토피 0.3m이상 & 폭 0.5~1.5m, 폭 1.5m이상은 그래프에서 산출
- C등급(경과관찰) : 토피 0.3m이상 & 폭 0.5m이내, 폭 0.5m이상은 그래프에서 산출

- 일본 간선도로의 동공관리기준 우선 적용(추후 서울형 기준 마련)



○ 동공원인 예방대책

- 공사관리 : 시공법 의무 준수

- ▶ 물이 흐르는 관로의 부설공사 : 관로 접합부 처리, 기초부설 등
- ▶ 도로 및 인접구간 굴착공사 : 지반조사, 차수대책, 복구재료, 다짐 등

- 유지관리

- ▶ AC 포장체 손상부를 통한 물 침투 방지 : 노면상태 정기조사로 균열, 파손, 노화 방지
- ▶ 각종 매설관로 및 구조물 손상부를 통한 물의 침투 방지 : 정기조사, 틈새 충전

○ 동공조사서 표준안

동공 조사서

탐사일시	141130_120521(천장일시 141204_143030)	위	위도	N37° 30' 22.54"	동공	토괴(cm)	35	동공번호	No.9
동공주소	서울시 강남구 대치동 1011-3	경	경도	E127° 3' 17.31"	규	도로종단 길이(cm)	60	(15년 1차 용역)	
도로명	테헤란로 432	차	차선	중앙선 기준 4차로	모	도로횡단 폭(cm)	150	동공등급	B급
탐사방향	동향(선릉역 → 삼성역)	지	지점	맨홀 후방 6.4m	고	바닥 깊이(cm)	GL-70 (위현도)	(우기전 복구)	

위 치 도

분석사 종합의견

동공위치 주변사진

노면 영상

1차조사 영상

2차조사 영상

- 붙임 : 1) 동공발생 원인조사 연구결과 및 관리방안 1부.
 2) 동공발생 원인조사결과 요약표 1부.
 3) 동공조사서(41개소) 1부. 끝.