

제 5장

보수·보강 방안

5.1 개 요

5.2 보수·보강 공법

5.3 보수·보강 대책

제 5 장 보수·보강 방안

5.1 개 요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러 가지 원인에 의해 손상이나 결함이 발생하게 되고, 작은 결함이라도 그대로 방치해 두면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수도 있다. 따라서, 구조물에 대한 보수·보강은 구조물의 기능성 및 안전성을 유지하고 필요에 따라 그 기능의 강화를 도모하기 위해 실시하여야 한다.

본 장에서는 외관조사, 내구성조사, 상태평가 및 정비등급 평가 결과 등을 종합적으로 검토하고 시공성, 경제성 등을 고려하여 적합한 재료와 보수·보강공법을 선정하였으며, 그에 따라 보수·보강의 우선순위는 결함, 손상, 열화의 상태에 따라서 구조적 안전성, 사용성 및 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

<표 5.1.1>보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	- 외관 및 내구성조사, 상태평가 ⇒ 종합 분석 후, 보수·보강 여부 판단
보수·보강 공법의 선정	- 구조물의 기능 및 중요도 - 구조물의 형식과 환경조건 - 보수 후의 요구 내용 년 수 - 공법의 시공성과 경제성
보수·보강의 수준 결정	- 국부적인 보수 또는 전반적 보수여부 결정 - 구조물 수명과 장·단기 대책을 고려한 보수·보강 범위 산정
보수·보강 우선순위 결정	- 결함, 손상, 열화의 중요도 - 구조적 안전성, 사용성, 내구성

5.1.1 보수·보강 공법 선정 및 수준 결정

가. 보수·보강 공법의 선정

우수한 성능을 가진 보수·보강 공법도 적용 구조물의 형식과 환경조건에 따라서 그 성능이 충분히 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 보수·보강공법 선정 시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용 년 수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분히 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

나. 보수·보강의 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포유형, 시설물의 안전성, 현상태의 내구성능, 보수 후의 회복 목표수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 아래의 경우 중에서 결정한다.

- (1) 현상유지
- (2) 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- (3) 초기 수준이상으로 개선
- (4) 개축

5.1.2 보수재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

가. 보수재료의 기본 특성 설정

보수재료의 선정을 위한 기본은 구조물의 종류 및 기능, 보수재료의 종류 및 성능 규격치, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용 년 수 등을 설정한다.

나. 보수재료의 요구 성능 설정

보수재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 등의 기본적으로 필요한 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수재료에 요구되는 성능으로는 시공성능과 내구성능이다. 보수재료는 재료자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능이다. 재료자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는 그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

다. 적용 가능한 보수재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단,

재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구 성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택, 혹은 요구 성능을 만족하도록 복수의 시판재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의 가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다.

라. 보수재료의 성능조사

보수재료가 요구 성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능평가 값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성 값을 사용해서 요구 성능을 직접 평가하고 그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다.

또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.

5.1.3 보수·보강 우선 순위 결정

<표 5.1.2>보수·보강 우선 순위 결정

우선순위	선 정 기 준	비 고
1순위	결함 및 손상이 심하여 장기적인 안전성 및 내구성 저하에 큰 영향을 미치는 경우	
2순위	결함 및 손상이 비교적 심하여 내구성 저하에 영향을 미치는 경우	
3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)	

<표 5.1.3>손상 종류 및 보수·보강 우선 순위

우선순위	손상종류	규격	비고
1순위	침식(벽체하단부, 바닥슬래브)	손상깊이 t=50mm이상	
	철근노출(상부슬래브, 벽체)	철근전체 노출 및 부식	
	균열(cw=0.3mm이상)	-	
2순위	철근노출(상부슬래브, 벽체)	철근직경 1/2이하 노출 및 부식	
	침식(벽체, 바닥슬래브)	손상깊이 t=50mm미만	
	재료분리(벽체, 슬래브), 파손	손상깊이 t=30mm이상	
	균열 및 백태	cw=0.3mm이상 균열	
3순위	재료분리(벽체, 슬래브)	손상깊이 t=30mm미만	
	침식((벽체, 바닥슬래브)	손상깊이 t=30mm미만	
	유입관주변 마감불량	-	
	토사퇴적	-	

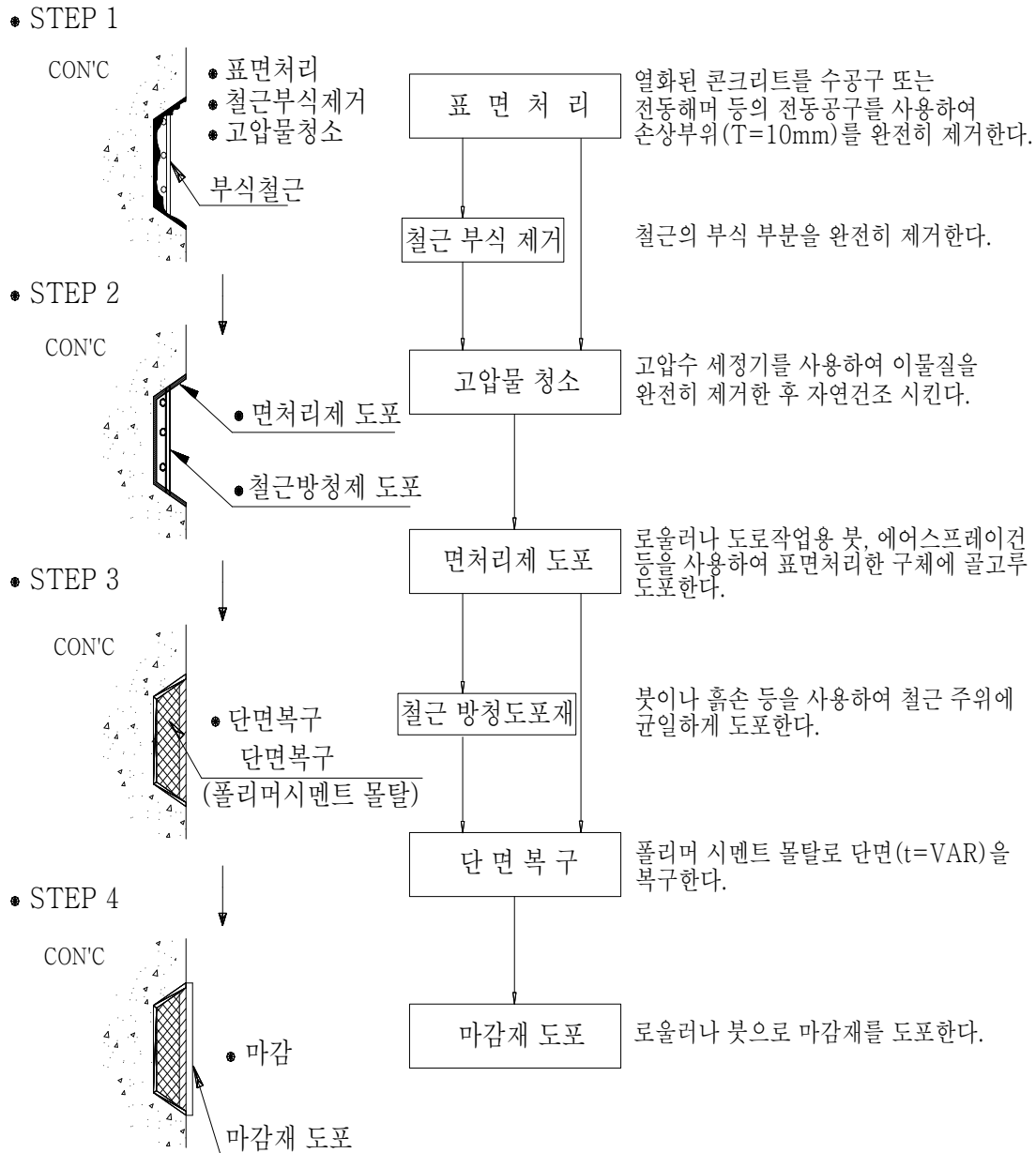
5.2 보수·보강 공법

5.2.1 단면복구공법

가. 개요

외관조사 결과, 재료분리, 피복두께 부족으로 인한 철근노출, 벽체 하단부 침식, 유입구 주변 마감불량, 파손 등이 부분적으로 발생한 상태로 향후 철근 부식에 따른 콘크리트 및 철근의 단면 손실 가능성이 있으므로, 내구성 및 사용성 확보를 위해 단면보수를 실시하여야 한다.

나. 시공개요도



<그림 5.2.1> 단면복구공법 시공개요도

다. 단면복구공법의 선정 방법

단면복구공법은 손상이 발생한 기존콘크리트 부분을 폴리머몰탈 등의 재료로 치환하여 단면의 건전성을 회복하는 공법으로서, 현장 적용성, 시공성, 경제성, 유지관리 측면 등을 고려하여 적합한 공법을 선정하도록 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 사용재료의 선정

<표 5.2.1> 단면복구 사용재료 비교

구 분	1안 : 폴리머 몰탈 단면복구	2안 : 에폭시 수지 몰탈 단면복구
장 점	· 콘크리트 중성화 방지 효과가 우수 · 품질관리가 용이, 시공공정에 대한 재료 및 시방확보 · 콘크리트와 물성치가 비슷하여 모체와 일체성 확보 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤 지역 시공이 가능함	· 인장강도, 휨강도가 콘크리트 보다 우수 · 접착성, 내마모성 우수 · 건조한 환경, 단면복구 두께가 작은 경우 등 간단한 시공에 유리 · 경화시간 빠름
단 점	· 에폭시 수지에 비해 재료의 단가가 높음 · 보통 형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐	· 경화제에 독성이 있고 유해가스의 발생 · 유기계 재료로 통기성 없어 부식 촉진 우려 · 습기가 있는 부분 접착력 떨어지며, 품질관리 어려움 · 탄성계수, 열팽창계수가 콘크리트와 다르므로 기존모체와 일체화 어려움
채택안	○	

2) 단면복구공법의 적용 시 검토사항 및 시방조건

- (1) 손상정도에 따라 치핑 두께 및 단면복구두께 선정 : 20mm, 30mm, 50mm
- (2) 치핑 후 청소 : 고압 물 세척을 원칙으로 함
- (3) 철근방청용 재료 : KSF 2561 철근콘크리트용 방청재의 조건을 만족할 것
- (4) 함침재(구체강화재) : 습윤조건을 만족하기 위해 무기계 함침재를 적용
- (5) 단면복원용 재료의 품질기준 : 폴리머 모르타르를 원칙으로 하며, 시설안전기술공단 발행(1999.12) 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서의 품질 요구 조건 이상을 만족해야 한다.

적용 시 검토사항 및 시방조건

<표 5.2.2> 폴리머 모르타르 최소 품질 기준

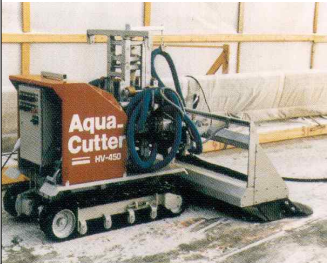
구 분	최소 요구 품질 기준
압축강도(MPa)	40
표준 휨강도(MPa)	6
표준 접착강도(MPa)	1.5

- (6) 적용되는 공법에 따라 발주처 및 감독청 협의 하에 함침횟수 변경 또는 함침공정을 제외시킬 수 있다.

- (7) 단면복구 시 폴리머 시멘트의 단면복구는 손 미장을 원칙으로 하고 현장 및 작업여건 (부재별)에 따라 발주처 및 감독청의 협의 하에 뿔칠(스프레이)로 변경할 수 있다.

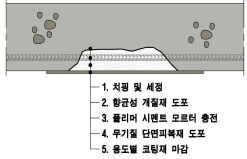
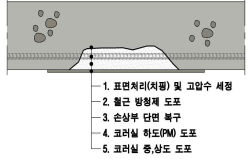
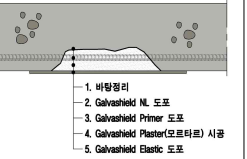
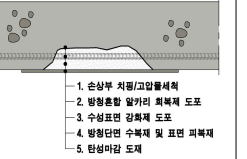
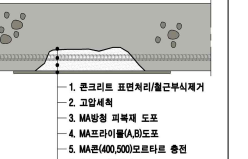
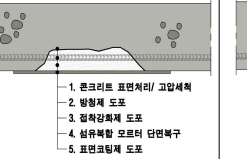
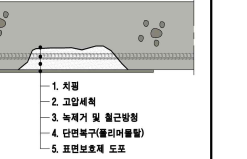
3) 열화부위 치핑 방안

<표 5.2.3> 열화부위 치핑 방안 비교

구분	제1안 인력치핑(hand Breaker)	제2안 공기타격식방법(C&P공법)	제3안 Water Jet공법
공법 개요			
시공 방법	① 손상부위마킹 ② 치핑(hand breaker) ③ 물청소 및 청소	① 손상부위마킹 ② 장비조립 및 설치 ③ 기계화 평면치핑 및 요철 치핑 ④ 물청소 및 청소	① 제거부위마킹 ② 살수차, Power Pack 설치 ③ Robot(Water Jet)설치 ④ Water Jet Chipping ⑤ 잔재수집 및 청소
장점	◦ 가장 일반적인 공법으로 소규모 물량에 적용 ◦ 공사비가 저렴	◦ 요철치핑으로 전단저항 증대 ◦ 공사비 절감, 공기단축으로 경제성이 우수하며 열화부 완전 제거로 품질이 우수	◦ 충격과 진동이 없어 인근구조물에 균열 등의 영향을 주지 않음 ◦ 철근의 손상 없이 콘크리트의 열화부위만을 선별하여 제거가 가능 ◦ 재래식 공법에 비해 시공속도 빠름 ◦ 보강 콘크리트의 부착력 좋음
단점	◦ 인력작업으로 작업속도가 느림 ◦ 열화부위가 완전히 제거되지 않을 수 있음	◦ 분진과 소음이 다소 있어 시가지나 주요시설 주변의 까다로운 작업조건에는 부적합 ◦ 가격이 다소 고가	◦ 가격이 다소 고가 ◦ 소규모 물량에는 다소 비경제적임
검토 사항	◦ 현장의 작업 여건을 고려하여 소규모 부위는 인력을 이용하되, 치핑 부위가 큰 구간에는 경제성을 비교하여 Water Jet 등의 장비에 의한 치핑 방안이 바람직함 ※ 본 과업대상구간의 경우 작업공간이 협소하여 인력 치핑하는 것이 바람직함		

(1) 공법비교 (안)

<표 5.2.4>단면복구 공법비교 (안)

구 분	1안 : 리플래시 공법 (신기술 제 330호)	2안 : CORUSEAL 공법 (특허 제10-0385115호)	3안 : TGRS 공법 (특허 제10-0879779호)	4안 : CROS 공법 (신기술 제 288호)	5안 : MA 공법 (특허 제 10-0833870호)	6안 : FCSM 공법 (신기술 제 522호)	7안 : 리코 공법 (특허 제 10-0841892호)
시공개요 및 시공순서							
공법개요	▶ 무용제형 친수성폴리머와 고강도실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조한 항균성 개질제를 이용하여 화학적 침식을 유발하는 세균발생을 억제하여 구조물의 내구성 증진시키는 공법	▶ 중성화, 염해, 화학적부식 등의 환경에 노출된 콘크리트의 열화부를 치밀하고 코러스-PM층진 후 콘크리트 염해-중성화방지를 위한 금속혼합물 피막접착층으로 연성과 내마모성, 내식성이 좋은 산화알루미늄과 고강도 마이크로 혼합물을 특수접착제와 복합화하여 콘크리트 표면에 접착하는 공법	▶ 철근의 전기적인 방청방식인 자기회생 양극법(내부전원방식)을 1차적인 방청방식으로 사용하고 기존에 사용되어지는 도포제에 의한 방청(화학적 처리), 외부유해인자의 차단을 통한 방청(물리적 방법)을 도입하여 철근의 유해를 가하는 환경을 차단	▶ 습윤면에 방청층을 형성하기 위한 무용제형 친수성 폴리머와 고강도 실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조한 항균성 개질제를 이용하여 화학적 침식을 유발하는 세균발생을 억제하여 구조물의 내구성 증진시키는 공법	▶ 콘크리트 구조물의 열화원인 중에 하나인 산성환경에 대해 내부식성이 우수하도록 시알레이트계 내산성 모르타르와 내산성 코팅제를 이용하여 노후된 시설의 단면 보수·보강에 적용함으로써, 기존에 산성부식에 취약했던 단면복구용 모르타르의 단점을 보완하고 시설물의 내구성을 증대	▶ 고인성 PVA섬유의 다량 혼합이 가능한 배합능력과 장거리 이동 후 스프레이가 가능한 시공성능 및 섬유 고른 분산을 통한 방사선 모양의 3차원 가교작용에 의해 연성과 균열저항성이 향상된 콘크리트 구조물의 보수공법	▶ 몰탈 미세 기공에 1mm이하의 칼슘실리케이트 수화물 형성으로 조직을 치밀하게 하며, 유리 전이온도가 낮은 에밀전을 사용하여 유연성과 탄성을 유지하여, 장기 내구성을 유지하는 열화 콘크리트 보수공법
특 징	▶ 내약품성, 내마모성 우수 ▶ 열팽창계수가 거의 동일함 ▶ 방청성, 방수성, 내화학성이 우수함 ▶ 탄산화에 강함 ▶ 시공실적이 많음 ▶ 숙련된 기능공에 의한 정밀시공이 요구됨.	▶ 내오염성 기능으로 먼지 침착을 최소화하고, 오염이 쉽게 제거되는 계면성 ▶ 차폐성으로 각종 외부의 열화원인(CO ₂ , CL-, 수분)을 원천적으로 차단하고, 지하구조물 콘크리트 특성을 고려하여 통기성 부여 ▶ 영하 날씨에도 신장력과 복원력을 가지며 균열 추종성 보유 ▶ 터널 및 지하구조물 특성상 시공성을 용이	▶ 철근의 부식을 근본적으로 해결 ▶ 모르타르 자체의 방청성능 증가 및 염화물 이온 침투저항성 증대 ▶ 보수공사 후 철근의 부식전류 흐름을 파악할 수 있어 구조물 유지 관리의 효율성을 높임	▶ 부식철근 아질산 방청성분에 의한 철근 부동태 재생, 방청 ▶ 콘크리트 표면 강화 ▶ 방청표면 피복제, CO ₂ 가스, 산소, 수분 차단 ▶ 환경 친화적인 수성제품 ▶ 하수암거, 복개구조물 적용사례 적용	▶ 내산성, 내화학성, 내황산염저항성 우수 ▶ 산성환경에 대한 내부식성 우수 ▶ 유기용제를 사용하지 않으므로 환경 친화적 ▶ 화학적 침식작용 억제 차단함으로 구조물의 수명연장 ▶ 무기계 재료로서 모체와 일체화됨 ▶ 공사비 보통	▶ PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열 억제 ▶ 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘 ▶ 건조수축 및 진동에 의한 균열저항성이 우수 ▶ 내마모성, 내충격성, 부착성이 우수 ▶ 동결융해 저항성 우수 ▶ 구조와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음 ▶ 내열해성, 내산성, 내중성화등이 탁월	▶ 조직이 치밀하여 내구성 및 강도 우수 ▶ 동결기에도 유연성과 탄성을 지녀, 내구성 유지 ▶ 동결 융해의 피해 최소화 ▶ 부착강도 우수 ▶ 몰탈 경화량과 자재량 절감 ▶ 시공절차가 간단하며, 경제성이 우수 ▶ 친환경 표면보호제(친환경 인증)를 사용 ▶ 표면보호제는 수용성이므로 동결기 시공 유리
시공실적	▶ 방학동 배수문구 하수암거 보수공사 ▶ 도림천복개구조물의 1개소 보수공사 ▶ 반포천 복개구조물 보수공사	▶ 2009년 회현배수문구 하수관거 종합정비공사 ▶ 불광천-홍제천 복개구조물 보수공사 ▶ 을지로 5가 274~을지로6가 간 외 4개소 하수암거 보수보강공사	▶ 용담동 (장안배수구) 하수관거 종합정비공사 ▶ 시흥천 복개구조물 보수보강공사 ▶ 송정빛물림정장의 6개소 배수암거 보수공사	▶ 신당동 일대 하수암거 보수보강공사(3차) ▶ 불광천 복개구조물 보수공사 ▶ 녹번천 복개구조물 보수공사	▶ 명일 암사 배수문구 하수암거 보수보강공사 ▶ 도림(배수문구) 하수관거 종합정비공사 (1구역) ▶ 서초지구외 1개소 하수암거 보수보강공사	▶ 성수2배수문구 하수암거 보수공사 ▶ 지암배수문의 5개소 보수·보강공사 ▶ 용산고 주변외 1개소 하수암거 보수·보강공사	▶ 정릉천4 복개구조물 보수보강공사 ▶ 궁단배수문구 하수암거 보수보강공사 ▶ 청룡천 복개구조물 보수공사
현장여건적 합성	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임	▶ 하수암거와 같은 습윤환경에 적용가능하며, 시공실적 다수로 검증된 공법임
경제성	163,660원/m ² (30mm 기준)	179,482원/m ² (30mm 기준)	131,621원/m ² (20mm 기준)	222,073원/m ² (30mm 기준)	192,888원/m ² (벽체 철근방청+단면복구공법 30mm 기준)	226,523원/m ² (벽체 철근방청+단면복구공법 30mm 기준)	185,640원/m ² (벽체 철근방청+단면복구공법 30mm 기준)
검토의견	▶ 구조물의 특성상 습윤환경에 적용가능하며, 경제적이고 보수효과가 우수한 폴리머계열 보수공법이 적정하다고 판단됨 ▶ 비교대상 7개 공법 모두 습윤환경에 적용이 가능하며, 내구성이 우수하고, 경제적이며, 서울시 시공실적보유 등 검증된 폴리머계열 보수공법으로 본 구조물 보수공법에 적합한 것으로 판단됨						

5.2.2 균열보수공법

가. 개요

하수암거의 상부슬래브 및 벽체에 $C_w=0.3\text{mm}$ 이상의 횡균열 및 수직균열이 발생되었으며, 일부 균열부위에는 백태가 발생한 상태이다. 이들 균열은 시공초기에 건조수축 등에 의해 발생한 것으로 추정되며, 공용기간 동안 콘크리트 구체를 통한 누수로 균열부에 백태가 형성된 것으로 판단된다. 이를 그대로 방치할 경우 지속적인 누수로 철근 부식 등 내구성이 저하되므로 다음과 같은 보수가 필요하다.

1) 균열폭(C_w) 0.3mm 이상의 경우

균열 유형			적용공법	보수공법 (재료)선정시 유의사항	비 고
비구조적 균열	진행성 (변화)	건식	탄성실링 주입공법	신축성을 고려하여 균열 재발 방지	
		습식	탄성실링 그라우팅	신축성, 차수성 고려하여 균열, 누수 차단	
	고정	건식	주입공법	-	
		습식	탄성실링 그라우팅	차수성을 고려한 보수재료 선택	
구조적 균열			해당사항 없음		

* 누수를 동반한 습식 균열의 경우, 수밀성을 확보할 수 있는 누수보수공법을 적용한다.

2) 균열폭(C_w) 0.3mm 미만인 경우

균열 유형			적용공법	보수공법 (재료)선정 시 유의사항	비 고
건식	균열폭	0.2mm 이상	표면처리	내구성 확보차원에서 표면보호처리 (필요시)	
		0.2mm 미만	유지관리	-	
습식	균열폭	0.2mm 이상	표면처리, 탄성실링	수밀성을 확보할 수 있는 공법 적용 (필요시)	
		0.2mm 미만	유지관리, 표면처리	-	

(1) 균열보수의 검사

균열보수 검사는 보수 공사 전·중·후로 구분하여 보수 공사가 설계, 시방서 내용대로 적합하게 시공되고 있는지 여부를 단계별로 중점 시공관리 사항을 정하여 검사한다.

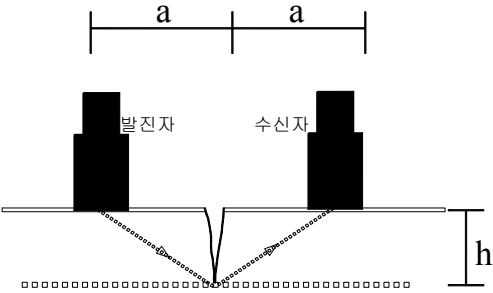
① 작업 전의 검사 항목

- 표면정리 및 균열 확인

② 작업 중의 검사 항목

- 주입량 체크 : 주입 보수 실시 전에 주입기에 있는 주입재의 양과 보수 완료 후 주입기 제거 전에 주입재의 양을 체크하여 주입 정도를 판단한다.

③ 작업 종료 후의 검사 항목

구 분	적 용 방 법
초음파시험	초음파법을 이용하여 T_0-T_C법으로 균열공극부의 주입여부를 확인한다. 이 방법은 균열이 보수의 전체적인 품질을 평가하는데 유용하며, 효과적인 시험을 위해서는 보수 직전과 직후에 수행되어야 한다.  균열깊이 h는 다음식으로부터 계산된다.
충격음법	충격음법은 균열이 분리되어 있을 때 접착재료의 침투 정도를 결정하기 위해서 사용된다. 충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 준다. 응력파동이 불연속적으로 마주칠 때 파동의 일부가 시험 표면에 되돌아 반사한다. 채워지지 않았거나 부분적으로 채워진 균열은 불연속적으로 구성된다.
코어채취	주입 및 부착재료의 침투깊이 및 주입효과 등은 균열의 보수부를 포함하는 코어 시료의 채취에 의해 평가한다. 시료는 다이아몬드 끝날을 사용하는 건식 또는 습식 드릴에 의해 채취하며, 사후 보수 평가의 책임 기술자는 코어 채취 위치나 시편의 수를 결정해야 한다. 고려해야 할 사항으로는 구조물 유형(보, 슬래브, 벽체 등), 구조부재의 크기, 보수의 성격(구조적, 비구조적), 품질의 보증 정도 등이 있다.

①표면처리 공법

(a) 정지 균열 (b) 진행성 균열

② 주입공법

③ 탄성실링

진행성균열은 샌드블래스트(sand blast) 또는 고수압 분사기 등으로 균열부를 청소하고 적당한 현경 성형에 의한 유연성이 있는 실런트에 의해 실링을 하는 것이 좋다.

④ 충전공법

공 법	충 전 공 법	
개요	Cw=0.5mm 이상 균열 폭이 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르타 마감 또는 콘크리트를 절단하여 그 부분에 보수재를 충전하는 방법	
특징	① 내부 철근부식여부에 따라 보수방법이 다르다 ② 철근이 부식되지 않은 경우 U형 또는 V형 절개 후 실링제·유연성 에폭시수지, 또는 폴리머 시멘트 충전 ③ 철근이 부식된 경우는 철근이 노출 되도록 V형 절개 후 부식된 철근의 녹을 완전히 제거하여 변형에 대한 유연성이 큰 보수재를 사용하여 충전	
시공도	철근이 부식되지 않은 경우	철근이 부식된 경우
시공 순서	보수범위 확인 ↓ 균열면 U형 또는 V형 절개 ↓ 절개면 청소 ↓ backup 재료 주입 ↓ 충전재료 충전 ↓ 양 생 ↓ 모르타 미장마감	보수범위 확인 ↓ 균열면의 콘크리트 절단·철근 노출 ↓ 철근녹 제거 및 청소 ↓ 철근표면에 방청재도포 ↓ 콘크리트면에 프라이머 도포 ↓ 콘크리트 손상부에 충전재료를 충전 ↓ 양 생 ↓ 모르타 미장마감

(3) 균열 보수의 관리기준

① 균열 보수재료의 선정기준

균열 보수재료의 선정기준은 현재 각 기관에서 적용되고 있는 기준과 “콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서”(1999. 12 시설안전기술공단)를 적용하였다. 일반적으로 균열 보수재료는 수지계 재료(폴리머 모르터, 에폭시수지, 가요성에폭시수지, 탄성실링제, 도막탄성방수재 등), 시멘트계 재료(폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트모르터, 시멘트충전재, 팽창시멘트주입재 등)가 있다.

균열보수공법에는 일반적으로 표면처리공법, 주입공법, 충전공법, 기타의 공법이 있고, 공법에 따라 사용재료가 상이하게 된다. 균열보수에 사용되는 재료의 종류와 보수공법 사이의 관계는 <표 5.2.4>과 같다.

① 균열 보수재료의 종류와 보수공법

<표 5.2.5> 균열보수재료의 종류와 보수공법

구 분	보수재료의 종류	표면처리공법	주입공법	충전공법
수지계 재료	폴리머 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가요성에폭시수지		○	○
	탄성실링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

㉔ 무기계 균열 주입재의 품질기준

<표 5.2.6> 무기계 균열 주입재 품질기준

구 분 항 목		일본 건설성(콘크리트의 내구성향상기술개발) 한신고속도로공단		JH시험연구소		JCI	시험방법 (JIS,KS)
종 류		폴리머 시멘트계	실런트계	초미립자계	폴리머 시멘트계		
적 용	적용						
	균열진행도			진행도 A	진행도 A		
	균열폭			0.2~2.0	0.8~5.0		
유동성(초)						25±5	토목학회표준 (JSCE) F-
경화수축율(%)		0.1 이하		3.0 이하	3.0 이하	0.05이하	JIS K 6911/JIS A 1129 KS M 3015/KS F 2424
부착강도 (kgf/cm ²)	건조	{60} 이상		{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024 KS M 3722
	수축	{30} 이상	힘 10mm 이상에서 파괴				
힘강도 (kgf/cm ²)				{41} 이상	{41} 이상		JIS A 6024 KS M 3015
압축강도 (kgf/cm ²)						{150} 이상	JIS R 5021 KS M 3015

㉔ 수지계 균열 주입재의 품질기준

<표 5.2.7>에폭시수지계 균열 주입재 품질기준

구 분 항 목		일본 건설성 (콘크리트의 내 구 성 향 상 기술개발) 한 신 고 속 도 로공단			JH시험연구 소			일본수도 고속도로공 단	일 본 콘 크 리 트 공 학 협 회 (JCI)균열지 침	콘크리트 교 량 가 설 특 수 공법 설계 시 공 유지관리 지침 (건설교 통부)	시험방법 (JIS,KS)
종 류		1종	2종	3종	1종	2종	3종				
적 용	적용	균열주입			균열주입			균열주입	균열주입	균열주입	
	균열진행	B		A	A	B	C				
	균열폭	0.2~5.0			0.2~5.0					0.1~5.0	
비 중								1.1~1.9	1.0~1.4	1.0~1.4	KS M 3015
늘임율(%)			>50	>100		>50	>100				JIS K 7113 KS M 3015
접착 강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)	표준	{60} 이상			{60} 이상						JIS A 6024 KS M 3015
	저온										
	습윤				{30} 이상						
	건습										
휨강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)								{400} 이상	{150} 이상	{400} 이상	JIS A 6024 KS M 3015
압축강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)								{700} 이상	{400} 이상	{600} 이상	JIS A 6911 (JIS A 6024) KS M 3015
인장강도 (N/mm ²) (kgf/cm ²)								{200} 이상	{100} 이상	{200} 이상	JIS K 6911 (JIS A 6024) KS M 3015
비고		A:균열진행중 B:균열진행이 없음			균열 (A:진행없음, B:정지하고 있다고 확신 할수없음, C: 진행중)						

<표 5.2.8>균열충전용 에폭시 수지의 품질기준

항 목	기 준
비중	표준치 ± 0.1
슬럼프(slump)	3mm이내
가열감량	5%이하
인장강도	2.0MPa
신장률	20% 이상
인장부착강도	1.0MPa
파단변형률	10% 이상
방수성	소요값 이상

균열폭에 알맞은 에폭시수지 주입재료의 품질은 <표 5.2.8>과 같고, 수지의 소요점성도는 <표 5.2.9>과 같으며, 시공 전에 검정시험(mock-up test)에 의해 품질과 시공성능이 확인되어야 한다.

<표 5.2.9>에폭시수지 주입재료의 품질

항 목	기 준(20℃)
비중	1.0~1.4
점성도	10,000cp 이하
인장강도	10MPa 이상
휨강도	15MPa 이상
압축강도	40MPa 이상

<표 5.2.10>균열 폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도 (20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500 $\pm$ 200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500 $\pm$ 500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000 $\pm$ 1,000	0.5~5mm 전후

㉔ 표면처리재의 품질기준

<표 5.2.11>표면피복재의 품질기준

구 분 항 목		일본도로협회	일본도로공단	수도고속도로공단	시험방법 (JIS,KS)
적용목적		염해	일반,염해, 경관 등	일반, 경관	
도막의 외관	표준양생후	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	도막이 균일하고, 흐름, 얼룩, 벗겨짐이 없는 것	JIS K 5400 KS M 5000
	온냉반복		10사이클의 시험으로 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	15사이클의 시험으로 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	JIS A 6909
	내알칼리성 포화Ca(OH) ₂	30일간 침지, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐, 연화, 용출이 없는 것	10일간 수중에 반침, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐이 없는 것	30일간 침지, 도막에 부품, 깨짐, 벗겨짐, 연화, 용출이 없는 것	JIS K 5400 JIS A 6909 KS M 5000
차염성 mg/cm ² · 일		A,B : 10 ⁻² 이하 C : 10 ⁻³ 이하	5.0×10 ⁻³ 이하	10 ⁻³ 이하	도로교지침
수증기차단성 mg/cm ² · 일			5.0 이하		JIS Z 0208
중성화저지			1개월에 1mm 이하	1개월에 1mm 이하	CO ₂ 5%, 30℃, 60% RH
부착성	표준양생후 kgf/cm ²	7 이상	10 이상	10 이상	JIS A 6909
	온냉반복 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
	내알칼리성 kgf/cm ²		10 이상	10 이상	
균열추종성	표준양생후 (상온) mm		0.4 이하		제로스팬, JIS K 5400
	표준양생후 (저온) mm		0.2 이하		
	축진내후성 mm		0.2 이하		

② 균열 보수의 품질관리

보수에 앞서 공사 관리자격이 있는 공사 관리자와 보수재료의 품질을 확인한다.

㉑ 자격요건 관리

- 주입작업 기간동안 시방에 적격한 공사 관리자나 작업반장을 상시 배치한다.
- 시방에 적합한 보수재료 제조사 대리인을 배치하여 주입하는 기술을 보수작업반에게 전수한다.

㉠ 재료 품질관리

- 보수 재료는 보수시방서가 요구하는 일반요건을 만족시키는 것을 사용한다.
- 제조사로부터 받은 제품에 대한 자료를 상시 비치한다.
- 제품은 취급설명서에 따라 취급, 운반한다.
- 용기가 손상, 개방된 재료는 사용을 금한다.
- 용기에 다음과 같은 표식이 되어 있는가를 확인한 후 시공시 취급상 주의사항을 준수한다.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 제조사명 • 제조사의 제품명 또는 제품번호 • 제조사의 Lot No • 배합비 • 주입, 접착에 대한 시방서와의 일치 • 재료의 위험정도와 취급상 주의사항 |
|---|

㉡ 제출 자료

보수공사 시공 전 다음 자료들을 제출하여 품질보증을 받는다.

- 자격요건에 관한 증빙서류(시험시공 착수 전 제출)
 - : 시공자의 공사 관리자, 보수재료 제조자 및 대리인
- 보수재료의 기술자료
 - : 재료의 검정을 위해 재료의 견본과 기술자료 및 사용법을 발주자 대리인에게 제출한다.

㉢ 보수재료의 선택

보수재료 선택 시에는 균열 유형별로 구분하여 부착성, 신축성, 강도 등을 고려하여 선택한다.

5.2.3 바닥슬래브 침식에 대한 보수

가. 개 요

본 과업에서 조사된 바닥침식은 대부분 장기공용(1980~90년대 추정)중인 구조물에서 발생하였으며, 발생원인은 급경사 및 굴곡부 등 압거 형상에 의한 영향과, 콘크리트 타설 부적절 등에 기인한 바닥슬래브 침식으로 바닥슬래브 손상에 대한 복구가 필요하다.

보수방법으로는 작업여건(협소구간에서의 콘크리트 치핑, 타설, 양생), 통수 여유량 확보 여부, 경제성 등을 고려하여, 내공높이가 1.5m이상으로 작업이 다소 용이하고, 통수 여유량을 확보하고 있으며, 보수면적이 넓어 경제성이 떨어지는 경우는 바닥콘크리트 재타설 방안을 제

시하였으며, 내공높이가 1.5m미만(1.0~1.2m)으로 공간이 협소하여 작업여건이 열악하고, 통수 여유량 확보에 지장을 초래하며, 부분 침식으로 보수면적이 넓지 않은 경우는 바닥슬래브 단면복구 방안을 제시하였다.

또한, 바닥판 보수 시기는 유량이 증가하는 6~8월의 우기를 피하여 보수공사를 실시한다.

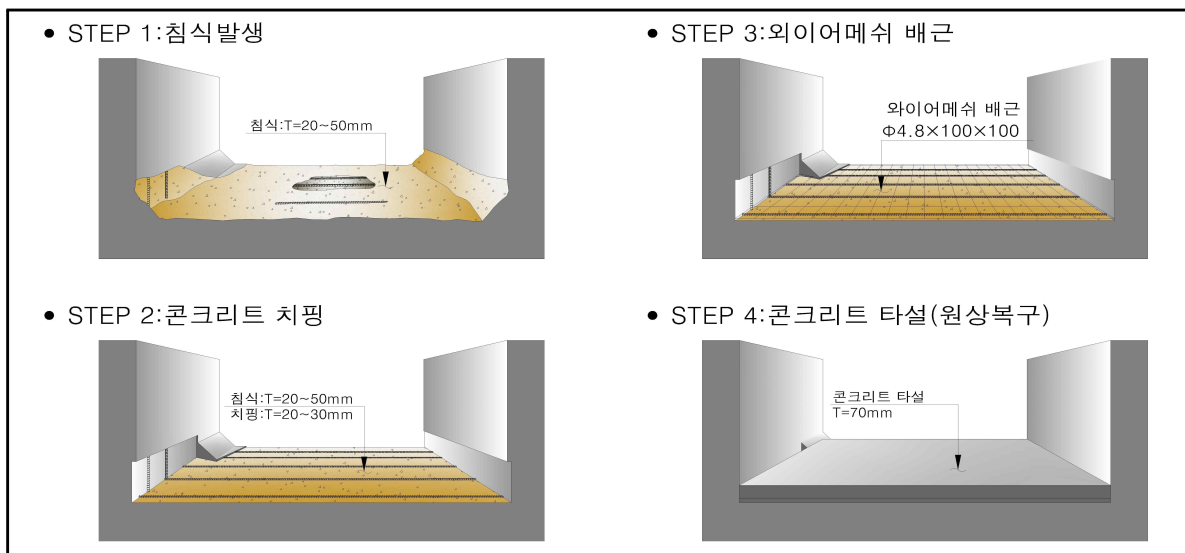
나. 바닥콘크리트 재타설 시공방법

바닥슬래브 재 타설시 콘크리트 부착력을 증대시키기 위한 방법으로 철근 비 노출부(침식 T=20~30mm)는 철근을 노출시켜 와이어메쉬 설치 후, 콘크리트를 타설한다.

① 와이어메쉬 배근, 콘크리트 타설

- ㉠ 바닥면에 침식된 이물질(퇴적물)을 제거한다.
- ㉡ 바닥면 일정깊이로 치핑(철근노출)하여 타설 면을 고르게 한다.
- ㉢ wire mesh를 배근한다.
- ㉣ 부착력증대를 위한 신규 콘크리트 접착제 도포
- ㉤ 콘크리트를 타설(원상복구)한다.

② 공법개요도



<그림 5.2.2>바닥 콘크리트 재타설 공법 개요도

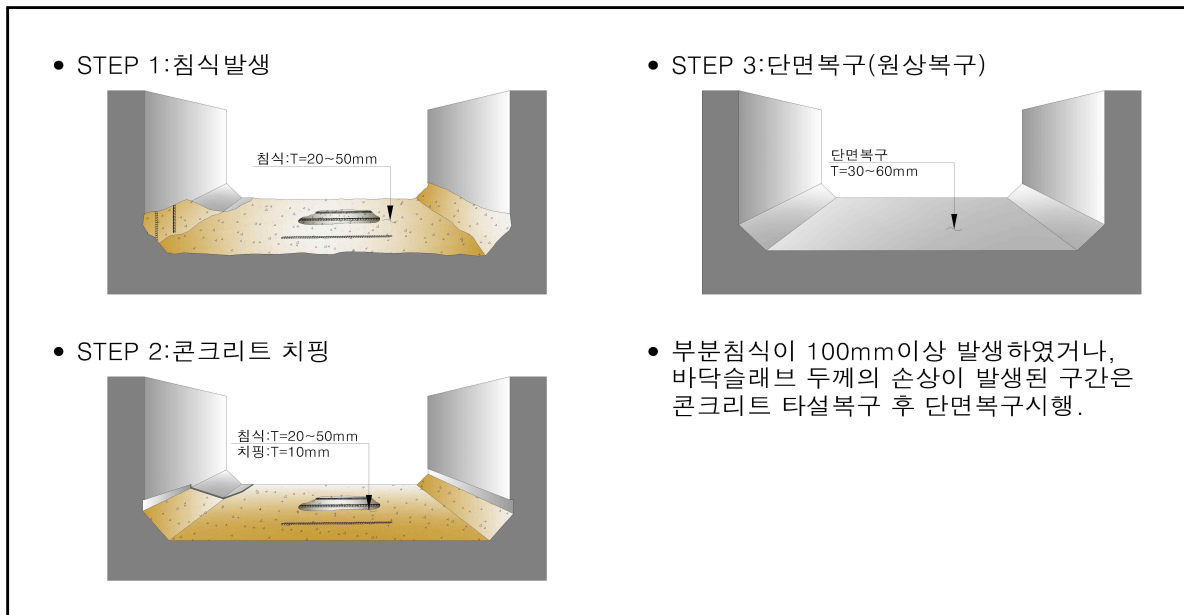
다. 바닥콘크리트 단면복구공법 시공방법

바닥슬래브 보수재의 부착력을 증대시키기 위한 방법으로 손상부 치핑(T=10mm) 후 고압 물세척을 실시하여 불순물을 제거한다. 부분적인 T=100mm이상의 손상은 선 콘크리트 타설 복구 후 나머지구간 단면복구(치핑+세척+단면복구)를 실시한다.

① 바닥슬래브 단면복구공법

- ㉠ 부분적인 $T=100\text{mm}$ 이상 손상부 선 보수 실시(와이어메쉬+콘크리트 타설)
- ㉡ 콘크리트 치핑($T=10\text{mm}$)한다.
- ㉢ 고압 물세척 한다.
- ㉣ 모르타르를 이용 단면복구 한다.

② 공법개요도



<그림 5.2.3>바닥슬래브 단면복구공법 개요도

5.2.4 벽체 손상($T=100\text{mm}$ 이상)에 대한 보수(일반단면보수)

가. 개 요

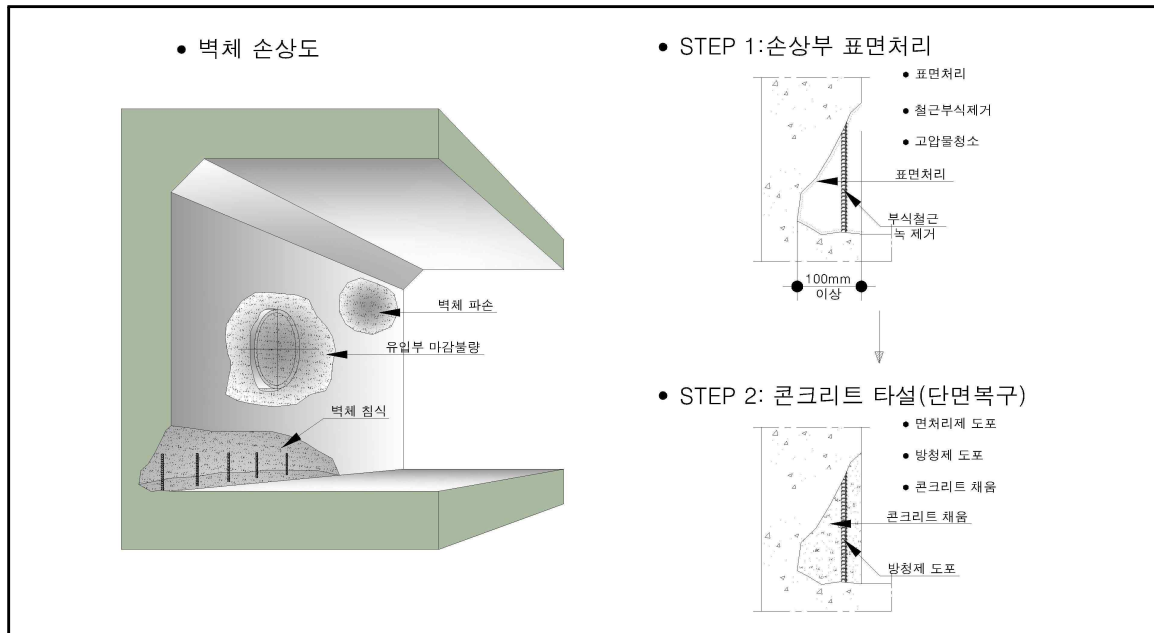
본 과업에서 조사된 침식, 유입구 마감불량, 파손등 벽체 손상에(철근노출 손상제외) 대하여 손상 깊이가 $T=50\text{mm}$ 이하는 신·구콘크리트 부착이나, 작업능률을 고려하여 단면복구공법을 적용하였으며, $T=100\text{mm}$ 이상의 손상에 대해서는 신·구콘크리트 부착에 문제없을 것으로 판단되어 경제성을 고려한 콘크리트 타설하는 방안을 제시하였다.

나. 시공 방법

- ① 벽체 손상부 콘크리트 및 이물질을 제거한다.
- ② 타설 전 일정깊이를 치핑하여 타설면을 고르게 한다.

③ 콘크리트 타설(단면복구)한다.

다. 공법개요도



<그림 5.2.4> 벽체 손상부 일반단면보수공법 개요도

5.3 보수·보강 대책

5.3.1 Type별 보수·보강 대책

<표 5.3.1>Type-1 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 공법	단가	개략 공사비
1, 2런 연결 개구부 마감불량		0.2 m ²	0.3 m ²	· 단면복구+방청	236	71
개구부 부식		1.0 m ²	1.2 m ²	· 유지관찰	-	-
균열	Cw=0.3mm 미만	25.1 m	36.2 m ²	· 표면처리(건식)	97	584
	Cw=0.3mm 이상	7.0 m	8.4 m	· 주입보수(건식)	105	882
균열 및 백태		19.0 m	22.8 m	· 주입보수(습식)	160	3,648
누수 및 백태		0.5 m	0.6 m	· 주입보수(습식)	160	96
외부 유입구(우수·오수) 마감불량 및 백태		5.7 m ²	6.8 m ²	· 단면복구+방청	236	1,605
유입구 막힘		1 ea	1 ea	· 유지관찰	-	-
표면 미세망상균열	Cw=0.1mm 미만	265.8 m ²	319.0 m ²	· 유지관찰	-	-
콘크리트 박락		0.1 m ²	0.1 m ²	· 단면복구	190	19
보수부 망상균열 및 백태		5.7 m ²	6.9 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 박락		0.1 m ²	0.12 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 Joint부 균열 및 누수		5.2 m	6.3 m	· 하자보수	-	-
콘크리트 백태		2.7 m ²	3.3 m ²	· 표면처리(습식)	160	528
콘크리트 파손, 재료분리		6.6 m ²	8.0 m ²	· 단면복구	190	1,520
콘크리트 침식		3.0 m ²	3.6 m ²	· 단면복구	190	684
Joint부 균열	Cw=0.3mm	7.5 m	9.0 m	· 주입보수(습식)	160	1,440
Joint 누수		24.0 m	28.8 m	· 물끓기공 설치, 유도배수	140	4,032
바닥부 이물질 퇴적		3.0 m ²	3.6 m ²	· 준설 제거	85	306
합 계		순 공사비			15,415	
		순공사비의 50%			7,707	
		총 공사비			23,122	

<표 5.3.2>Type-2 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 공법	단가	개략 공사비
철근노출 ·충분리	t=30mm	8.6 m ²	10.32 m ²	· 단면복구+방청	236	2,436
침식부 철근노출	t=30mm	9 m ²	10.8 m ²	· 단면복구+방청	236	2,549
균열	Cw=0.3mm 미만	156.6 m	37.6 m ²	· 표면처리(건식)	97	3,646
	Cw=0.3mm 이상	13.5 m	16.2 m	· 주입보수(건식)	105	1,701
균열 (누수·백태)	Cw=0.3mm 미만	86.4 m	20.7 m ²	· 표면처리(습식)	140	2,903
	Cw=0.3mm 이상	12 m	14.4 m	· 주입보수(습식)	160	2,304
누수 및 백태		5.1 m	6.12 m	· 주입보수(습식)	160	979
콘크리트 박리·파손	t=30mm	1.3 m ²	1.56 m ²	· 단면복구	190	296
	t=310mm	0.5 m ²	0.6 m ²	· 단면복구	260	156
재료분리	t=30mm	5.6 m ²	6.72 m ²	· 단면복구	190	1,277
외부 유입구 마감불량	t=30mm	2.6 m ²	3.12 m ²	· 단면복구+방청	236	736
	t=300mm	1.2 m ²	1.44 m ²	· 단면복구+방청	307	442
보수부 들뜸	t=30mm	9.4 m ²	11.28 m ²	· 단면복구	190	2,143
보수부 망상균열		6 m ²	7.2 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 철근노출		3.5 m ²	4.2 m ²	· 하자보수	-	-
망상균열	Cw=0.3mm 미만	5.8 m ²	6.96 m ²	· 표면처리(습식)	140	974
고정철근 비체거 부식		54 m ²	64.8 m ²	· 유지관찰	-	-
토사퇴적		234.5 m ²	281.4 m ²	· 준설 제거	85	23,919
표면마모		35.5 m ²	42.6 m ²	· 유지관찰	-	-
표면미세망상 균열	Cw=0.1mm 미만	479.5 m ²	575.4 m ²	· 유지관찰	-	-
표면열화		30 m ²	36 m ²	· 유지관찰	-	-
H형강노출		13.8 m ²	16.56 m ²	· 유지관찰	-	-
Joint누수		17.5 m	21 m	· 물 끊기 앵글설치	140	2,940
Joint주변 철근노출	t=30mm	1.3 m ²	1.56 m ²	· 단면복구+방청	236	368
합 계		순 공사비			49,770	
		순공사비의 50%			24,885	
		총 공사비			74,654	

<표 5.3.3>Type-3 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 공법	단가	개략 공사비
간격재노출		0.6 m ²	0.7 m ²	· 유지관찰	-	-
거푸집미제거		12.6 m ²	15.1 m ²	· 유지관찰	-	-
철근노출 ·충분리	t=30mm	18.8 m ²	22.6 m ²	· 단면복구+방청	236	5,324
균열	Cw=0.3m m 미만	73.1 m	17.5 m ²	· 표면처리(건식)	97	1,702
	Cw=0.3m m 이상	10.3 m	12.4 m	· 주입보수(건식)	105	1,298
균열 (누수·백태)	Cw=0.3m m 미만	16.0 m	3.8 m ²	· 표면처리(습식)	140	538
	Cw=0.3m m 이상	10.0 m	12.0 m	· 주입보수(습식)	160	1,920
누수 및 백태		2.2 m	2.6 m	· 주입보수(습식)	160	422
콘크리트 박리·파손	t=30mm	23.2 m ²	27.8 m ²	· 단면복구	190	5,290
재료분리	t=30mm	4.9 m ²	5.9 m ²	· 단면복구	190	1,117
보수부 박리·파손	t=30mm	8.9 m ²	10.7 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 재균열	Cw=0.3m m 미만	14.0 m	16.8 m	· 하자보수	-	-
	Cw=0.3m m 이상	3.0 m	3.6 m	· 하자보수	-	-
보수부 망상균열		236.0 m ²	283.2 m ²	· 하자보수(유지관찰)	-	-
보수부 백태		0.3 m ²	0.4 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 철근노출	t=30mm	0.42 m ²	0.5 m ²	· 하자보수	-	-
침식		1.0 m ²	1.2 m ²	· 단면복구	190	228
이물질 퇴적		140.0 m ²	168.0 m ²	· 준설 및 제거	85	14,280
표면미세 망상균열	Cw=0.1m m 미만	75 m ²	90.0 m ²	· 유지관찰	-	-
Joint누수		84 m	100.8 m	· 물 끊기 앵글설치	140	14,112
Joint주변 박락·백태	t=30mm	1.5 m ²	1.8 m ²	· 단면복구	190	342
Joint주변 백태		0.2 m ²	0.2 m ²	· 표면처리(습식)	160	38
합 계		순 공사비			46,611	
		순공사비의 50%			23,305	
		총 공사비			69,916	

<표 5.3.4> Type-4 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
간격제 노출		0.4 m ²	0.5 m ²	· 유지관찰	-	-
공동 발생		0.6 m ²	0.7 m ²	· 단면복구	190	137
균열	Cw=0.3mm 미만	63.5 m	15.2 m ²	· 표면처리(건식)	97	1,478
	Cw=0.3mm 이상	4.8 m	5.8 m	· 주입보수(건식)	105	605
균열 및 백태 (Cw=0.3mm 미만)		7.9 m	9.5 m ²	· 표면처리(습식)	140	1,327
망상균열 및 백태		17.6 m ²	21.1 m ²	· 표면처리(습식)	160	3,379
철근노출	t=200mm	2 m ²	2.4 m ²	· 단면복구+방청	307	737
충분리 철근노출	t=30mm	49.4 m ²	59.3 m ²	· 단면복구+방청	236	13,990
재료분리		1.7 m ²	2.0 m ²	· 단면복구	190	388
박리, 파손, 침식		10.3 m ²	12.4 m ²	· 단면복구	190	2,348
토사퇴적 및 이물질 퇴적		128.8 m ²	154.6 m ²	· 준설 및 제거	85	13,138
Joint 누수		129.9 m	155.9 m	· 물 끊기 앵글설치	140	21,823
보수부 들뜸 및 망상균열		127.9 m ²	153.5 m ²	· 단면복구	236	36,221
보수부 균열 및 철근노출		0.12 m ²	0.20 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 들뜸, 박리 박락		125.1 m ²	150.1 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 망상균열		10.0 m ²	12.0 m ²	· 하자보수	-	-
합 계		순 공사비			95,571	
		순공사비의 50%			47,786	
		총 공사비			143,357	

<표 5.3.5>Type-5 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
간격재 노출	0.8 m ²	1.0 m ²	· 유지관찰	-	-
들뜸 및 철근노출	7.8 m ²	9.4 m ²	· 단면복구+방청	236	2,209
균열 Cw=0.3mm 이상	1.0 m	1.2 m	· 주입보수(건식)	105	126
충분리 및 재료분리	8.8 m ²	10.6 m ²	· 단면복구	190	2,006
침식	1.3 m ²	1.6 m ²	· 단면복구	190	296
파손	1.6 m ²	1.9 m ²	· 단면복구	190	365
박리	2.0 m ²	2.4 m ²	· 단면복구	190	456
백태	0.2 m ²	0.2 m ²	· 표면처리	140	34
토사퇴적	76.0 m ²	91.2 m ²	· 준설 및 제거	85	7,752
Joint 누수	68.8 m	82.6 m	· 물 끊기앵글설치	140	11,558
Joint 충분리	1.8 m ²	2.2 m ²	· 단면복구	190	410
마감불량	2.3 m ²	2.8 m ²	· 단면복구	190	524.4
보수부 들뜸(t=30mm)	1.8 m ²	2.2 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 박락	0.3 m	0.4 m	· 하자보수	-	-
Joint 보수부 파손	0.6 m ²	0.7 m ²	· 하자보수	-	-
합 계	순 공사비				25,737
	순공사비의 50%				12,868
	총 공사비				38,605

<표 5.3.6>Type-6 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
공동, 철근노출	(t=100mm)	0.1 m ²	0.1 m ²	· 단면복구+방청	307	37
	(t=50mm)	8.2 m ²	9.8 m ²	· 단면복구+방청	236	2,322
충분리 재료분리		24.1 m ²	28.9 m ²	· 단면복구	190	5,495
균열 및 백태 (Cw=0.3mm 이상)		2.7 m	3.2 m	· 주입보수(습식)	160	163
침식		2.4 m ²	2.9 m ²	· 단면복구	190	547
박리		3.0 m ²	3.6 m ²	· 단면복구	190	684
파손		0.6 m ²	0.7 m ²	· 단면복구	190	137
이토퇴적		2.3 m ²	2.8 m ²	· 준설 및 제거	85	235
합 계		순 공사비			9,620	
		순공사비의 50%			4,810	
		총 공사비			14,430	

<표 5.3.7>Type-7 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
간격재 노출		2.4 m ²	2.9 m ²	· 유지관찰	-	-
거푸집 미제거		4.4 m ²	5.3 m ²	· 유지관찰	-	-
공동		0.2 m ²	0.2 m ²	· 단면복구	190	46
균열	Cw=0.3mm 미만	17.8 m	4.3 m	· 표면처리(건식)	105	449
	Cw=0.3mm 이상	12.5 m	15.0 m	· 주입보수(건식)	105	1,575
균열 및 백태 (Cw=0.3mm 미만)		57.5 m	69.0 m	· 표면처리(습식)	140	9,660
철근노출		50.0 m ²	60.0 m ²	· 단면복구+방청	236	14,160
박락		0.1 m ²	0.12 m ²	· 단면복구	190	23
박리		5.2 m ²	6.2 m ²	· 유지관찰	-	-
세굴		1.2 m ²	1.4 m ²	· 단면복구	190	274
재료분리		90.1 m ²	108.1 m ²	· 단면복구	190	20,543
파손		9.1 m ²	10.9 m ²	· 단면복구	190	2,075
침식		60.1 m ²	72.1 m ²	· 단면복구	190	13,703
백태		4.9 m ²	5.9 m ²	· 표면처리(습식)	160	941
표면마모		556.0 m ²	667.2 m ²	· 유지관찰	-	-
망상균열		10.4 m ²	12.5 m ²	· 표면처리(습식)	160	1,997
이토퇴적		527.9 m ²	633.5 m ²	· 준설 및 제거	85	53,846
보수부 들뜸		32.2 m ²	38.6	· 단면복구	190	7,342
Joint 누수		240.0 m	288.0 m	· 물 끊기 앵글설치	140	40,320
Joint 백태		25.0 m ²	30.0 m ²	· 유지관찰	-	-
보수부 들뜸, 박리		1.4 m ²	40.3 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 망상균열		6.0 m ²	7.2 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 철근노출		2.3 m ²	2.7 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 재균열 (Cw=0.3mm 이상)		3.0 m	3.6 m	· 하자보수	-	-
합 계		순 공사비			166,951	
		순공사비의 50%			83,475	
		총 공사비			250,426	

<표 5.3.8>Type-8 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
백태	0.5 m ²	0.6 m ²	· 표면처리(습식)	160	96
세굴	5.4 m ²	6.48 m ²	· 단면복구	190	1,231
재료분리	13 m ²	15.6 m ²	· 단면복구	190	2,964
철근노출	t=30mm	4.8 m ²	· 단면복구+방청	236	1,359
	t=70mm	0.5 m ²	· 단면복구+방청	236	142
침식	0.7 m ²	0.84 m ²	· 단면복구	190	160
파손	0.1 m ²	0.12 m ²	· 단면복구	190	23
Joint 누수	12 m	14.4 m	· 물 끊기 앵글설치	140	2,016
Joint 누수, 백태	5.0 m ²	6.0 m ²	· 유지 관찰	-	-
보수부 망상균열	0.9 m ²	1.08 m ²	· 하자보수(유지관찰)	-	-
합 계	순 공사비				7,991
	순공사비의 50%				3,995
	총 공사비				11,986

<표 5.3.9>Type-9 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
간격재 노출	0.1 m ²	0.1 m ²	· 유지관찰	-	-
거푸집 미제거	4.08 m ²	4.9 m ²	· 유지관찰	-	-
균열	Cw=0.3mm 미만	65.9 m	· 표면처리(건식)	97	1,534
	Cw=0.3mm 이상	20.5 m	· 주입보수(건식)	105	2,583
균열 및 백태	Cw=0.3mm 미만	17.5 m	· 표면처리(습식)	140	588
	Cw=0.3mm 이상	5 m	· 주입보수(습식)	160	960
망상균열	11.6 m ²	13.9 m ²	· 표면처리(건식)	97	1,350
백태	2.6 m ²	3.1 m ²	· 표면처리(습식)	160	499
재료분리	29.8 m ²	35.8 m ²	· 단면복구	190	6,794
철근노출	t=30mm	71.8 m ²	· 단면복구+방청	236	20,334
	t=80mm	0.6 m ²	· 단면복구+방청	307	221
	t=120mm	0.5 m ²	· 단면복구+방청	307	184
침식	2.1 m ²	2.5 m ²	· 단면복구	190	479
박락	1.8 m ²	2.2 m ²	· 단면복구	190	410
박리(t=100mm)	0.1 m ²	0.1 m ²	· 단면복구	190	23
파손	1.9 m ²	2.3 m ²	· 단면복구	190	433
표면마모	600 m ²	720.0 m ²	· 유지관찰	-	-
Joint 누수	155 m	186.0 m	· 물 끊기(유도배수관)	140	26,040
보수부 들뜸, 박락	126.5 m ²	151.8 m ²	· 단면복구	190	28,842
보수부 재균열 (Cw=0.3mm 미만)	4 m	4.8 m	· 하자보수		
보수부 박락	10.5 m ²	12.6 m ²	· 하자보수		
보수부 들뜸	6.5 m ²	7.8 m ²	· 하자보수		
보수부 철근노출	0.3 m ²	0.4	· 하자보수		
합 계	순 공사비				91,275
	순공사비의 50%				45,638
	총 공사비				136,913

<표 5.3.10>Type-10 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
백태	0.2 m ²	0.24 m ²	· 표면처리(습식)	140	34
보수부 들뜸	2.0 m ²	2.40 m ²	· 유지관찰	-	-
Joint 누수	11.0 m	13.2 m	· 물 끊기(유도배수관) 앵글설치	140	1,848
합 계	순 공사비				1,882
	순공사비의 50%				941
	총 공사비				2,822

<표 5.3.11>Type-11 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
간격재 노출	0.1 m ²	0.1 m ²	· 유지관찰	-	-
철근노출	6.2 m ²	7.4 m ²	· 단면복구+방청	236	1,756
파손	1.1 m ²	1.3 m ²	· 단면복구	190	251
층분리, 재료분리	21.6 m ²	25.9 m ²	· 단면복구	190	4,925
균열 Cw=0.3mm 미만	2.3 m	0.6 m ²	· 표면처리(건식)	97	54
누수	3.8 m ²	4.6 m ²	· 패커주입공법	80	365
박리	4.5 m ²	5.4 m ²	· 단면복구	190	1,026
백태	8.9 m ²	10.7 m ²	· 표면처리(습식)	160	1,709
침식	1.9 m ²	2.3 m ²	· 단면복구	190	433
마감불량, 마감재 들뜸	1.2 m ²	1.4 m ²	· 단면복구+방청	236	340
타설불량	0.9 m ²	1.1 m ²	· 단면복구	190	205
Joint 누수	53.8 m	64.6 m	· 물 끊기(유도배수관) 앵글 설치	140	9,038
Joint부 철근노출	3.0 m ²	3.6 m ²	· 단면복구+방청	236	850
Joint부 파손	0.1 m ²	0.1 m ²	· 단면복구	190	23
H형강노출 부식	0.1 m ²	0.1 m ²	· 유지관찰	-	-
보수불량	3.0 m ²	3.6 m ²	· 단면복구	190	684
보수불량(철근노출부위)	0.5 m ²	0.6 m ²	· 하자보수	-	-
보수부 재균열 Cw=0.3mm 이상	3.0 m	3.6 m	· 하자보수	-	-
보수부 망상균열 및 백태	14.24 m ²	17.1 m ²	· 하자보수	-	-
합 계	순 공사비				21,658
	순공사비의 50%				10,829
	총 공사비				32,486

<표 5.3.12>Type-12 손상에 대한 보수·보강 대책

(단위 : 천원)

손상발생현황	손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
균열 Cw=0.3mm 미만	9.0 m	10.8 m	· 표면처리(건식)	97	1,048
배수관길이부족	2 ea	2. ea	· 배수관 재설치	45	90
백태	18.5 m ²	22.2 m ²	· 표면처리(건식)	105	2,331
합 계	순 공사비				3,469
	순공사비의 50%				1,735
	총 공사비				5,204

5.3.2 전체 구간 개략공사비

<표 5.3.13>전체 구간 개략공사비 산정

(단위 : 천원)

손상발생현황		손상물량	보수물량	보수·보강 방안	단가	개략 공사비
1, 2련 연결 개구부 마감불량		0.2 m ²	0.30 m ²	· 단면복구+방청	236	71
망상균열		11.6 m ²	13.92 m ²	· 표면처리(건식)	97	1,350
균열	Cw=0.3mm 미만	413.3 m	99.19 m ²	· 표면처리(건식)	97	9,622
	Cw=0.3mm 이상	69.6 m	83.52 m	· 주입보수(건식)	105	8,770
균열 및 백태	Cw=0.3mm 미만	185.3 m	44.47 m ²	· 표면처리(습식)	140	6,226
	Cw=0.3mm 이상	48.7 m	58.44 m	· 주입보수(습식)	160	9,350
누수 및 백태		7.8 m	9.36 m	· 주입보수(습식)	160	1,498
외부유입구 (우수·오수) 마감불량 및 백태	t=30mm	11.8 m ²	14.16 m ²	· 단면복구+방청	236	3,342
	t=300mm	1.2 m ²	1.44 m ²	· 단면복구+방청	307	442
Joint주변 백태		0.2 m ²	0.24 m ²	· 표면처리(습식)	160	38
망상균열 (백태)	Cw=0.3mm 미만	23.4 m ²	28.08 m ²	· 표면처리(습식)	160	4,493
망상균열	Cw=0.3mm 미만	10.4 m ²	12.48 m ²	· 표면처리(습식)	160	1,997
철근노출, 층분리		239.4 m ²	287.28 m ²	· 단면복구+방청	236	67,798
철근노출(t=200mm)		3.2 m ²	3.84 m ²	· 단면복구+방청	307	1,179
백태		29.6 m ²	35.52 m ²	· 표면처리(습식)	160	5,683
보수부 들뜸 및 망상균열, 백태		127.9 m ²	153.48 m ²	· 단면복구	160	24,557
콘크리트 재료분리		206.2 m ²	247.44 m ²	· 단면복구	190	47,014
공동, 박리, 박락, 침식, 파손(t=30mm)		144.5 m ²	173.40 m ²	· 단면복구	190	32,946
공동, 박리, 박락, 침식, 파손(t=300mm 이상)		0.6 m ²	0.72 m ²	· 단면복구	260	187
보수부 들뜸, 박 리, 파손, 불량	t=30mm	168.1 m ²	201.72 m ²	· 단면복구	190	38,327
Joint부 균열	Cw=0.3mm	7.5 m	9.00 m	· 주입보수(습식)	160	1,440
Joint주변 박 락·백태	t=30mm	3.4 m ²	4.08 m ²	· 단면복구	190	775
Joint 누수		641 m	769.20 m	· 물끊기공 설치, · 유도배수	140	107,688
누수		3.8 m ²	4.56 m ²	· 패커주입공법	80	365
배수관길이부족		2 ea	2.00 ea	· 배수관 재설치	45	90
바닥부 이물질 퇴적		1,267.50 m ²	1521.00 m ²	· 준설 제거	85	129,285
합계		순 공사비			504,532	
		순공사비의 50%			252,266	
		총 공사비			756,798	