

철근 부식에 따른 RC 구조물의 체계적 복구 방법

- Systematic Rehabilitation Method for Concrete Structures with Corroded Reinforcing Bars -



최창식*



니정민**

1. 서 론

철근 콘크리트(RC)조는 내진성, 내화성, 내구성에 우수한 경제적인 구조로서 주택, 학교, 병원 등 건축 구조물뿐만 아니라 댐, 교량, 공항, 방파제 등 토목 구조물에 널리 사용되고 있는 구조이다. 그러나, 국내에서는 1970년대부터 1980년대에 이르기까지 주택 200만 호 건설, 사회간접자본 시설의 확충 등 RC 구조물의 급격한 증가로 RC조 구조물에 사용되는 재료의 품질이 떨어졌으며 이로 인해 부실 시공을 유발하면서 RC조 구조물을 축조하게 되었다. 또한, 구조물 신축 지상주의로 인한 구조물의 내구성 및 유지 관리에 관한 관심 부족으로 일부 구조물에서는 중성화 및 염해에 의해 철근이 부식하거나 잠재적으로 부식할 우려가 있는 구조물이 다수 존재하고 있는 실정이다. 특히, 신축 후 20~30년이 지난 현 시점에서 이들 구조물은 철근 부식에 의한 균열 발생, 콘크리트 박리·

박락, 내력 성능 저하라는 구조물의 사회적, 기능적, 물리적 수명에 도달하고 있으며, 이에 따라 구조물의 신축부터 내구성 및 유지 관리를 고려한 설계 확립 및 이미 열화되고 있는 이들 RC조 구조물의 적절한 보수·보강은 사회적인 요구일 뿐만 아니라 개인 및 국가 자산으로서 그 수명을 연장시키는 것은 매우 중요한 과제라 하겠다. 현재, RC조 구조물을 대상으로 한 보수 및 보강에 관한 연구는 구조물의 내력 및 인성 향상을 위한 보강 공법이 주류를 이루고 있으며, 이들 연구를 기초로 현장 실용화가 이루어져 있는 상태이다. 그러나, 철근이 부식한 경우, 구조물의 보수 및 보강에 관한 연구는 매우 부족한 실정이며, 특히, 철근이 부식한 경우의 보강은 열화 원인 및 열화 현상에 기초한 적절한 보수를 전제로 하여 이루어져야 함에도 불구하고 보수에 관한 연구 자료 및 시스템 공법 개발에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본고에서는 이러한 배경 하에 철근 부식에 따른 RC조 구조물의 시스템 보수 공법을 대상으로 조사, 진단 및 보수 공사 전반에 대하여 개괄함과 동시에 시스템 보수 공법의 개발 현황을 살펴보고자 한다.

* 정회원, 대전대학교 건축공학과 교수

** (주)상영엔지니어링 대표이사

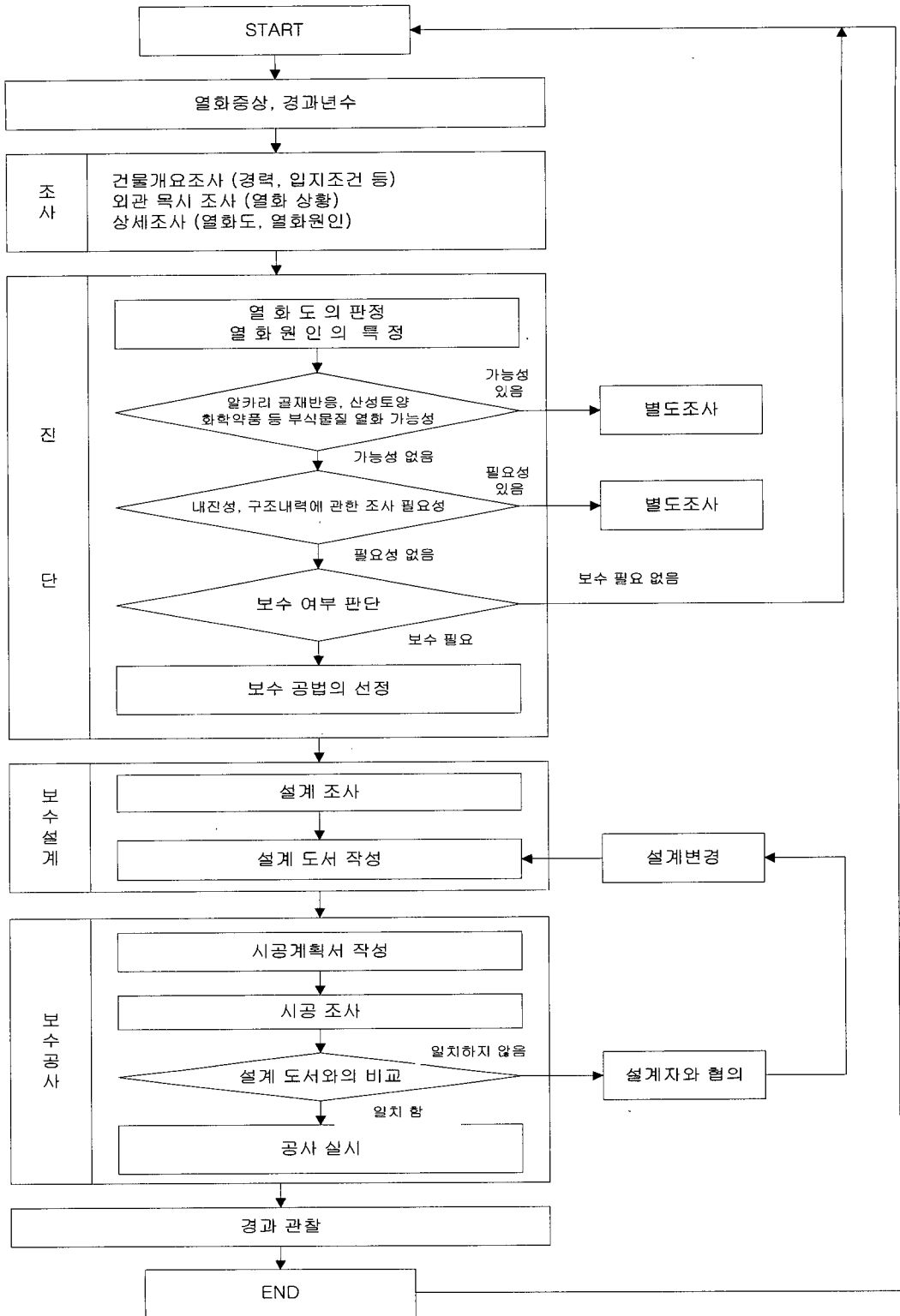


그림 1. 보수 공사의 순서

2. 보수 공사의 순서

보수 공사는 의사가 환자를 진단하고 치료 및 예방하는 것과 동일하게 열화 현상이 현재화하고 있는 부분을 건전한 상태로 수리·복구함과 동시에 잠재적으로 존재하고 있는 열화 요인을 제거하고 새롭게 열화 요인이 침투하는 것을 억제하는 것이 중요하다. 일반적인 보수 공사 순서는 <그림 1>과 같다.

2.1 조 사

조사는 건물의 열화 상황을 파악하고 열화도 판정 및 열화 원인 특정을 위하여 실시하며, 보수 여부 판정 및 보수 공법 선정을 위한 자료를 수집하는 것이 목적으로, 건물 개요 조사, 외관 목시 조사, 상세 조사로 나누며, 건물 개요 조사 및 외관 목시 조사는 반드시 실시하여야 한다. 상세 조사는 건물 개요 조사 및 외관 목시 조사에서 열화도 판정, 열화 원인 특정, 보수 여부 판정 및 보수 공법의 선정을 실시하기 위하여 충분한 자료가 없는 경우 실시한다.

표 1. 철근 부식도 평가 기준

등급	평 점	평 가 기 준
I	0	부식이 없는 상태, 또한 표면에 약간의 점침이 발생한 상태
II	1	표면에 점침이 확대되고 있는 상태
III	2	점침이 연결되어 면적으로 되고 부분적으로 들뜬 녹이 있는 상태
IV	4	들뜬 녹이 확대되어 콘크리트에 녹이 부착하고 단면적으로 20% 이하의 결손이 생긴 부분이 존재하는 상태
V	6	두꺼운 들뜬 녹이 있고 단면적으로 20%를 넘어 현저한 결손이 생긴 부분이 존재하는 상태

2.2 진 단

진단에서는 조사 결과를 검토하고 열화도 판정, 열화 원인 특정, 열화 진행 예측, 보수 여부 판정, 내력 진단 여부 판정, 보수 공법 선정에 대하여 판단한다. 건물 개요 조사 및 외관 조사만으로 이들 사항을 판단할 수 없는 경우는 상세 조사를 실시하여 그 결과를 토대로 하여 판단한다. 열화도 판정은 부위·부재

별로 실시하며 <표 2>의 열화도 평가 기준에 따라 실시한다.

표 2. 열화도 평가 기준

열화도	평가 기준	
	외관 열화 증상	철근 부식 상황
건전 (健全)	뚜렷한 열화 증상이 없는 상태	철근 부식 등급은 II 이하
경도 (輕度)	철근에 따라 부식 균열은 보이지 않으나 건조 수축에 의한 폭 0.3 mm 미만의 균열이나 녹물 흔적이 보이는 상태	철근 부식 등급 III의 철근이 있음.
중도 (中度)	철근 부식에 의한 것으로 추정되는 0.5 mm 미만의 균열이 보이는 상태	철근 부식 등급 IV의 철근이 있음.
중도 (重度)	철근 부식에 의한 폭 0.5 mm 이상의 균열, 들뜸, 콘크리트 박락이 있고 철근이 노출되어 있는 상태	철근 부식 등급 V의 철근이 있음. 철근 부식 등급 V의 철근은 없으나 대다수의 철근의 부식 등급이 IV임.

또한, 열화 원인 및 열화 외력을 평가하여 열화 주원인을 특정하고 철근 부식으로 콘크리트에 균열, 들뜸, 박리, 박락 등의 열화 현상이 생긴 경우는 철근 부식에 대하여 열화 원인을 다음과 같이 분류한다.

- ① 콘크리트 중성화
- ② 초기 내재 염화물(콘크리트 중에 염화물 이온을 내재하고 있는 경우)
- ③ 외래 염화물(외부에서 콘크리트 중에 염화물 이온이 침투하고 있는 경우)
- ④ 상기 ①~③의 복합 작용
- ⑤ 기타(별도 조사를 실시)

콘크리트 중성화에 의한 열화 원인 세기는 중성화 진행의 정도에 따라 <표 3>과 같이 분류한다. 또한, 콘크리트 중의 염화물 이온량에 의한 열화 원인 세기는 철근의 피복 두께의 위치에서의 염화물 이온량에 의해 <표 4>와 같이 분류한다. 특히, 콘크리트 중성화, 초기 내재 염화물 또는 외래 염화물이 복합한 경우의 열화 원인 세기는 각각의 열화 원인 세기 중 가장 큰 것으로 평가한다. 철근 부식의 원인이 되는 균열에 의한 열화 원인 세기는 콘크리트 표면의 균열 폭에 의해 <표 5>와 같이 분류한다. 또한, 열화 원인 세기에 대한 열화 진행 예측은 시험, 신뢰할 수 있는 자료 등에 기초하여 정한다.

표 3. 콘크리트의 중성화에 의한 열화 원인 세기 분류

열화 원인 세기	중성화 진행 정도에 의한 분류	
	옥 외	옥 내
小	중성화가 철근 표면까지 아직 진행하고 있지 않은 상태, 피복 두께 평균값 0.5배 이하	중성화가 철근의 뒷면까지 아직 진행하고 있지 않은 상태, 피복 두께 평균값 0.7배 이하
中	중성화가 소수의 철근 표면까지 진행하고 있는 상태, 피복 두께 평균값 0.5배 이상, 피복 두께 평균값 미만	중성화가 소수의 철근 뒷면까지 진행하고 있는 상태, 피복 두께 평균값 0.7배 이상, 피복 두께 평균값에 20 mm를 더한 값 미만
大	중성화가 반수 이상의 철근 표면까지 진행하고 있는 상태, 피복 두께 평균값 이상	중성화가 반수 이상 철근의 뒷면까지 진행하고 있는 상태, 피복 두께 평균값에 20 mm 더한 값 이상

표 4. 콘크리트 중의 염화물량에 의한 열화 원인 세기 분류

열화 원인 세기	철근 위치에 있어서 염화물 이온량에 의한 분류
小	철근의 피복 두께의 위치에서 철근 부식을 유발하는 염화물 이온이 존재하지 않음. 0.3 kg/m ² 을 초과하고, 0.6 kg/m ² 이하
中	철근의 피복 두께의 위치에서 철근 부식을 유발하는 염화물 이온이 부분적으로 존재함. 0.6 kg/m ² 을 초과하고, 1.2 kg/m ² 이하
大	철근의 피복 두께의 위치에서 철근 부식을 유발하는 염화물 이온이 존재함. 1.2 kg/m ² 이상

표 5. 콘크리트 표면의 균열 폭에 의한 열화 원인 세기 분류

열화 원인 세기	콘크리트 표면에 있어 균열 폭에 의한 분류	
	일반 옥외	열화 환경이 심각한 경우
小	철근 부식에 거의 영향을 미치지 않을 정도의 균열 폭 0.4 mm 미만	0.1 mm 미만
大	철근 부식에 영향을 미치는 균열 폭 0.4 mm 이상	0.1 mm 이상

보수 여부의 판단은 안전성의 확보, 내구성의 향상, 또는 기능성의 회복이 필요한 경우에 실시한다. 열화도가 중도(中度) 또는 중도(重度)인 경우는 안전성의 확보를 위해 보수를 실시하고 중도(重度)인 경우는 필요에 따라 구조 내력 진단을 실시한다. 열화도가 경도(輕度)인 경우는 열화 진행을 예측하여 목표 내용 연수(건물 수명)에 도달하지 않았는 데도 현저한 열화가 예상되는 경우에는 내구성 향상을 위한 보수를 실시한다. 기능성의 회복을 위한 보수는 부재에 요구되는 기능에 대하여 보수의 여부를 판단한다.

철근 부식이 현저하고 부재 전체에 걸쳐 균열이나

들뜸, 박리·박락이 생긴 경우나 주근에 현저한 단면 결손이 생긴 경우는 구조 내력 진단을 실시한다.

보수 공법의 선정은 부위·부재별로 실시하며 보수 공법은 철근부식보수공법, 중성화억제공법, 염해억제공법, 균열보수공법으로 분류된다. 보수 공법은 열화도 및 열화 요인의 세기에 대응하여 열화 원인 종류에 따라 선정한다. 열화 원인이 중성화인 경우 보수 공법은 <표 6>을 표준으로 하여

선정한다. 또한, 열화 원인이 초기 내재 염분인 경우 보수 공법은 <표 7>을 표준으로 선정한다. 열화 원인이 외래 염화물인 경우 보수 공법은 <표 7>을 표준으로 선정함과 동시에 해안에서의 거리가 50 m 이내에 구조물이 입지하고 있는 경우는 염해억제공법을 병용한다. 한편, 열화 원인이 균열인 경우 보수 공법은 <표 8>을 표준으로 선정한다. 특히, 철근 부식에 대한 열화 외력이 매우 심한 경우에는 재알카리화공법, 탈염화공법, 전기방식공법, 전착공법 등 특수 공법의 적용을 검토한다.

보수 공법의 종류는 다음과 같다.

- ① 철근부식보수공법 : 콘크리트가 박락하여 철근이 노출되어 있는 부분 또는 균열 부분의 콘크리트를 제거하고 철근을 노출시켜 세척하고 방청제를 도포하고 단면수복제로 수복한다. 또한, 철근 부식이 현저한 경우는 새로운 철근을 용접하거나 철근을 추가 설치하여 보강한다.
- ② 중성화억제공법 : 표면 피복에 의해 외부에서 이산화탄소의 침입을 막고 중성화의 진행을 억제한다. 또한, 중성화가 이미 철근 위치까지 도달하고 있는 경우에는 콘크리트에 알카리액을 함침시켜 알카리성을 회복시켜 철근의 부식을 억제한다.
- ③ 염해억제공법 : 표면 피복에 의해 외부에서 염화물 이온의 침입을 막거나 수분이나 산소의 공급을 막는 철근 부식 진행을 억제한다. 콘크리트 중에 염화물량이 이미 많이 함유되어 있는 경우에는 콘크리트에 방청제를 함침시켜 염화물 이온을 흡착시켜 불활성으로 하여 철근의 부식 진행을 억제한다.

- ④ 균열보수공법 : 수지를 주입하거나 U컷트하고 실링재를 주입하여 균열에서 물, 산소, 부식성 물질의 침입을 막고 철근 부식을 제어한다.

표 6. 열화 원인이 중성화인 경우 보수 공법

열화도	열화 요인 세기(중성화 깊이)		
	小	中	大
輕度	불요 (피복 부족의 경우 중성화억제공법 비용)	중성화억제공법	중성화억제공법
中度	별도 원인 검토	균열보수공법 + 중성화억제공법	철근부식보수공법 + 중성화억제공법
重度	별도 원인 검토	별도 원인 검토	철근부식보수공법 + 중성화억제공법

표 7. 열화 원인이 염화물 이온인 경우 보수 공법

열화도	열화 요인 세기(철근 위치의 염화물 이온량)		
	小	中	大
輕度	불요 (피복 부족의 경우 염해억제공법 비용)	염해억제공법	염해억제공법
中度	별도 원인 검토	철근부식보수공법 + 염해억제공법	철근부식보수공법 + 염해억제공법
重度	별도 원인 검토	별도 원인 검토	철근부식보수공법 + 염해억제공법

표 8. 열화 원인이 균열인 경우 보수 공법

열화도	열화 요인 세기(콘크리트 표면 균열 폭)	
	小	大
輕度	불요 (피복 부족의 경우 염해억제공법 비용)	균열보수공법
中度	별도 원인 검토	철근부식보수공법
重度	별도 원인 검토	철근부식보수공법

2.3 보수 설계

보수 설계에서는 조사 및 진단의 결과에 기초하여 회복 목표 레벨을 설정하고 설계 조사를 실시하여 보수 범위를 특정하고 보수 재료 및 보수 공법을 정하여 설계도서를 작성한다. 보수 공법은 회복 목표 레벨이 달성될 수 있고 소정의 보수 효과가 얻어지며 일상 안전성에도 문제가 생기지 않도록 한다. 회복 목표 레벨은 항구, 연명, 잠정으로 하며 열화 원인 세기 및 열화 진행 예측 결과를 고려하여 설정한다.

- ① 항구보수 : 현재화하고 있는 모든 열화 부분을 보수함과 동시에 내재하고 있는 열화 요인을 거의 완전하게 제거하고 항구적인 보수 효과를 기대하는 보수 공법
- ② 연명보수 : 현재화하고 있는 열화 부분을 보수함과 동시에 열화 요인을 내재하고 있다고 판단되는 부분에 대해서는 열화 진행을 억제하는 공법을 실시하고 연명 효과를 기대하는 보수 공법
- ③ 잠정보수 : 현재화하고 있는 열화 부분만을 보수하고 기타 부분에 대하여는 열화가 현재화할 때마다 조치하는 보수 공법

2.4 보수 재료 및 보수 공법 선정

보수 재료는 그 용도 및 목적에 적합한 품질 중에서 선정하며, 보수 재료는 적절한 시험 방법, 사용 실적 또는 신뢰할 수 있는 자료에 의해 그 품질·성능이 확실한 것을 사용한다. 또한, 보수 공법은 열화도, 열화 원인, 열화 외력, 열화 진행 예측의 결과 등을 고려하여 부재 또는 구조물의 성능 및 기능이 설정한 회복 목표 레벨에 도달할 수 있는 공법을 선정한다. <그림 2>에 보수 재료의 구성을, <표 9>에 보수 재료의 종류를 나타낸다. 또한, <그림 3>은 회복 목표 레벨과 보수 공법의 선정 관계를 나타낸다.

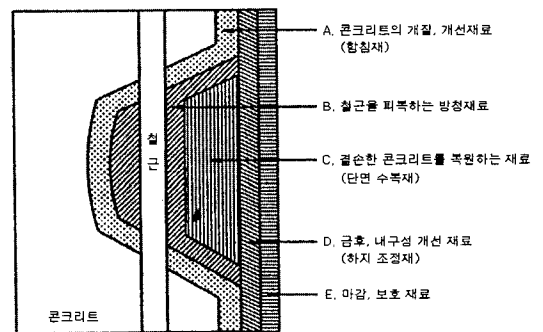


그림 2. 일반적인 보수 재료의 구성

3. 보수 시스템 재료 및 공법 개발 현황

현재, 보수 재료 및 보수 공법은 여러 가지가 제안되고 있으나 구조물의 열화 종류, 정도에 대응한 적절한 보수 재료·공법의 선정 방법에 관하여는 아직 충분한 검토가 되어 있지 않다. 적절한 보수 방법을 선

표 9. 보수 재료의 종류

종류	종별	주 성분
함침재	침투성 흡수 방지재	실리콘계, 실란계, 아크릴계, 변성 폴리에스터 수지계 등
	침투성 고화재	무기계 : 규산염, 콜로이드 실리카계, 유기계 : 에폭시 수지, 아크릴 수지, 우레탄 수지, 폴리에스테르 수지
	무기질 침투성 방수재	[시멘트, 규산 소다, 수용성 실리카, 알루미늄, 산화칼슘 등]+ [물] 또는 [폴리머 디스퍼전]
	침투성 알카리성 부여재	규산 리튬계 등
	도포형 방청재	아초산 칼슘계, 아초산 리튬계 등
방청처리재	폴리머 시멘트계 도포	SBR(스틸렌부타디엔고무)계, 아크릴 수지계, 방청제 첨가계 등
	합성수지계 도포재	에폭시, 아크릴, 우레탄계 등 수지 프라이머 또는 도료
	녹 전환 도료	인산, 유기산 등을 배합한 도료
단면수복재	폴리머 시멘트 모르타르	SBR, 아크릴수지, 방청제 첨가계 등의 폴리머 시멘트 모르타르
	폴리머 모르타르	에폭시 수지 모르타르 등(경량 골재 사용)
	시멘트 모르타르 또는 콘크리트	시멘트, 골재, 콘크리트용 혼화제 등을 사용한 보통 모르타르 또는 콘크리트
균열주입재	에폭시 수지 주입재	주입용 에폭시 수지, 주입용 가소성 에폭시 수지
	시멘트 슬러리 주입재	폴리머 시멘트 슬러리, 초미립 슬래그 시멘트 등
	실링재	실리콘계, 우레탄계, 폴리 실파이드계 등
하지조성재	폴리머 시멘트 모르타르	SBR계, 아크릴 수지계, 방청제 첨가계 등의 폴리머 시멘트 모르타르
	폴리머 모르타르	에폭시 수지 모르타르 등의 퍼티재
표면피복재	침투성 흡수 방지재	상기의 침투성 흡수 방지재와 동일
	도료	아크릴 수지계, 아크릴 우레탄 수지계, 아크릴 실리콘 수지계, 불소 수지계 등의 도료
	건축용 마감도재	시멘트계, 폴리머 시멘트계, 규산질계, 합성수지 에멀전계, 합성수지 용제계 등의 박판 마감도재, 후판 마감도재, 복층 마감도재
	도막 방수재	아크릴 고무계, 우레탄계 등의 옥상 및 외벽 도막 방수재
	성형품	알루미늄 등의 금속 및 GRC 등의 피막 패널, 폴리머 시멘트 모르타르나 폴리머 함침 콘크리트 거푸집 등
기타	각종 보강재	스텐레스제 앙카볼트, 라스, 섬유 등
	내산 재료	유황 시멘트, 물 유리계 등
	내열재료	알루미늄 시멘트, 물 유리계 등
	전기방식용 재료	티탄 넷트, 카본 넷트 등의 전극

리하고 이들 자료를 데이터 베이스화함과 동시에 촉진 실험 및 폭로 실험을 통한 보수 성능 효과를 검증할 필요가 있다. 여기서는, 일본에서 연구된 보수 공법을 중심으로 그 개발 현황을 조사하여 <표 10>에 나타낸다. 또한, <표 11>은 일본 콘크리트공학협회 주관으로 콘크리트 구조물의 보수 공법에 관한 연구위원회 실험에 참가한 26개 사의 사용 재료를 조사한 것이다. 이 실험은 염해를 대상으로 실시한 보수 공법 성능 평가 실험으로 함침재·강화재의 사용은 26개 사 중 18개 사이고 그 중 8개 사가 에폭시 수지를 사용하고 있으며, 방청을 목적으로 4개 사가 아초산염을 사용하고 있다. 철근 방청재로서는 폴리머 시멘트 모르

정하는 방법으로는 기존의 보수 재료·공법의 특징, 열화 상황에 대한 적용도·기능 회복도 등을 분류 정

타르 및 에폭시 수지가 많으나 녹 전환재의 사용도 나타나고 있다. 한편, 단면 수복재는 SBR계 및 PAE계

표 10. 보수 재료 및 공법 개발 현황 비교

공법명	회사명	공법 개요	주 보수 재료	양생 기간	비고
디솔트 리프리트공법	小野田 建材	알카리성 무기 침투제와 방청제(디솔트) 및 방청제 혼입 SBR계 에멀전을 사용한 RF방청 페이스트, RF 방청 모르타르에 의한 공법	RF-100, 디솔트, RF 방청제 시멘트, RF 모르타르 파우더, RF 혼화제	4~7일	쌍용과 기술 제휴
세멘텍스공법	尾花屋産業	카치온분산 특수 합성 고무 라텍스 혼입 시멘트 모르타르에 의한 공법	세멘텍스 C, MS-0, MS-7, MS-8 모르타르	2~3일	-
시카RM공법	日本시카	폴리머시멘트 시스템, 레진 시스템, 탄성 실링재를 조합한 공법	시카 롱 77D 시카 플렉스 15LM 등	3일 이상	한국 시카
에폭시수지 모르타르공법	아사히 본드	에폭시 프라이머 및 경량 에폭시 모르타르에 의한 공법	아사히본드 576등 규사, 세메다인 MP-200등	1~2일	-
수지모르타르 공법	코니시	에폭시 프라이머 및 경량 에폭시 모르타르에 의한 공법	본드 E200 등 규사, K 모르타르 등	1~2일	한국 총판점
에멀전모르타르 공법	아사히 화성	폴리머 시멘트 페이스트, 폴리머 시멘트 모르타르에 의한 공법	페토록 150(아크릴계 에멀전), 시멘트, 규사 등	7일 이상	일본 주택도시 정비공단

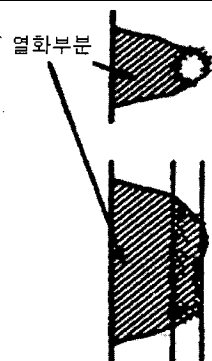
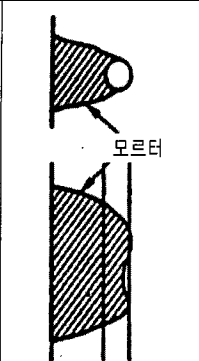
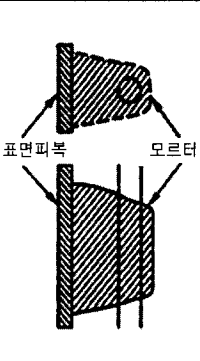
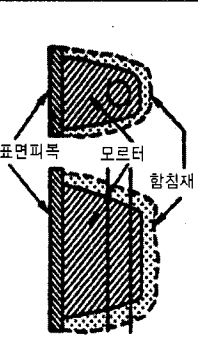
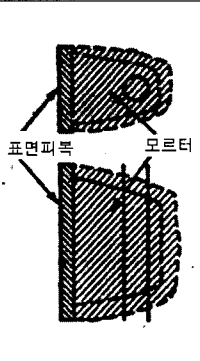
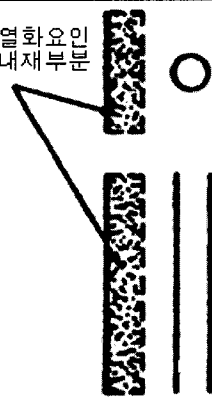
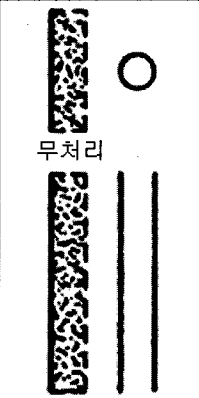
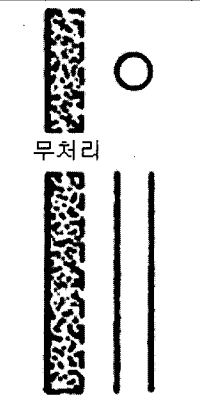
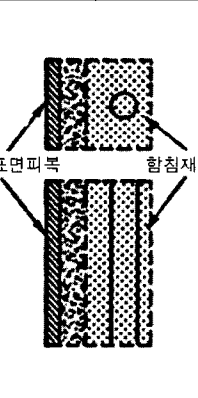
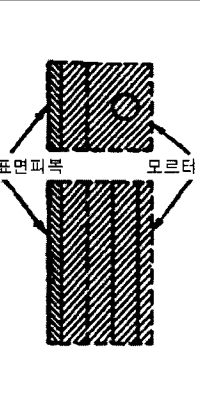
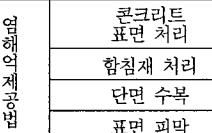
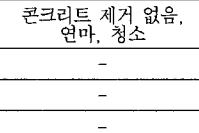
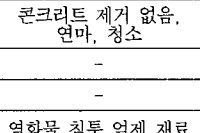
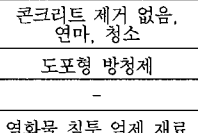
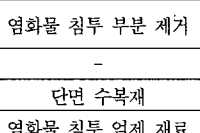
손상 종류 및 보수 종류		회복 목표 레벨			
		잠정 보수	연명 보수	항구 보수 1	항구 보수 2
철근부식 보수공법	 <p>표면피복</p>	 <p>모르터</p>	 <p>표면피복 모르터</p>	 <p>표면피복 모르터 합침재</p>	 <p>표면피복 모르터</p>
	콘크리트 제거	균열, 박리 부분만	철근 부식 개소 전부	철근 부식 개소 전부	철근 부식 개소 전부
	철근 녹 처리	들뜬 녹 제거	들뜬 녹 제거	들뜬 녹 제거	연마
	합침재 처리	-	-	알카리성 부여제 도포형 방청재	-
	철근 방청 처리	-	철근 방청재	철근 방청재	철근 방청재
	단면 수복	단면 수복	단면 수복	단면 수복재	단면 수복재
표면 피복	-	중성화억제제, 염화물 침투억제제	중성화억제제, 염화물 침투억제제	중성화억제제, 염화물 침투억제제	
중성화억제 공법	 <p>표면피복</p>	 <p>무처리</p>	 <p>무처리</p>	 <p>표면피복 합침재</p>	 <p>표면피복 모르터</p>
	콘크리트 표면 처리	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	중성화 부분 제거
	합침재 처리	-	-	알카리성 부여제	-
	단면 수복	-	-	-	단면 수복재
표면 피복	-	중성화 억제 재료	중성화 억제 재료	중성화 억제 재료	
염화물억제 공법					
	콘크리트 표면 처리	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	콘크리트 제거 없음, 연마, 청소	염화물 침투 부분 제거
	합침재 처리	-	-	도포형 방청재	-
	단면 수복	-	-	-	단면 수복재
표면 피복	-	염화물 침투 억제 재료	염화물 침투 억제 재료	염화물 침투 억제 재료	

그림 3. 회복 목표 레벨에 따른 보수 공법 선정 관계

폴리머 시멘트 모르타르가 많고 이것은 결손부의 보수 깊이가 46 mm로서 수지 재료의 경우 발열의 문제를 고려하여 1회 시공이 가능한 폴리머 시멘트 모르타르

를 사용한 것으로 판단된다. 또한, 하지 조정제로서는 콘크리트와의 열 팽창 계수를 고려하여 에폭시 수지보다 폴리머 시멘트 모르타르의 사용이 많고 하도재, 중

도재에는 에폭시 수지가 많이 사용되고 있다. 상도재로서는 아크릴 우레탄 및 불소 수지의 사용이 많고 내후성을 고려한 조치라고 판단된다. 또한, 폴리머 시멘트 및 우레탄의 사용도 비교적 많으나 폴리머 시멘트는 하도재, 중도재로서 사용되고 있고 우레탄은 중도재, 상도재로서 사용되는 경향을 나타냈다. 또한, 콘크리트의 신축에 대응하도록 재료에 탄성을 부여하고 있는 경향을 나타냈다. 이와 같이, 각종 열화 원인에 따른 보수 재료의 선정이 실험을 통하여 신중하게 적용되고 있으며, 공법은 시스템화하여 가고 있는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

표 11. 보수 공법 사용 재료 현황(일본콘크리트공학회 실험)

항목	사용 재료
콘크리트면 합침재 표면 강화재	없음(8개사), 에폭시(8개사), 아초산염(4개사), 실란(2개사), 기타(4개사)
단면 수부재	철근 방청재 PCM·PCP(10개사), 에폭시(8개사), 녹 전환재(4개사), 우레탄(2개사), 기타(2개사)
	단면 수복재 PCM(9개사), PM(4개사), CM(3개사)
코팅 부분	하지 조정재 없음(7개사), PCM·PCP(11개사), 에폭시(7개사), 실리콘(1개사)
	하도재 없음(7개사), 에폭시(8개사), PCM·PCP(4개사), 우레탄(2개사), 실리콘(2개사), 기타(5개사)
	중도재 없음(1개사), 에폭시(6개사), 우레탄(4개사), PCM·PCP(4개사), 아크릴 고무(3개사), 아크릴 우레탄(2개사), 폴리에스테르(2개사), 기타(4개사)
	상도재 아크릴 우레탄(7개사), 불소(6개사), 우레탄(3개사), 아크릴(2개사), 실리콘(2개사), 기타(6개사)

PCP : 폴리머 시멘트 페이스트, PCM : 폴리머 시멘트 모르타르
CM : 시멘트 모르타르, PM : 폴리머 모르타르(결합제는 수지)

4. 결 론

철근 부식에 따른 RC조 구조물의 보수·보강에 있어서 철근 부식에 따른 RC 구조물의 시스템 보수 공법에 관하여 조사, 진단 및 보수 공사 전반에 대하여 개

괄하고 시스템 보수 공법의 개발 현황을 살펴보았다.

현재, 국내에서는 보수·보강회사의 난립으로 수주를 위한 덤핑 공사가 난발하고 있으며, 특히, 검증되지 않은 보수 재료를 사용한 보수 공사가 시간 경과에 따라 보수 하자를 발생시킬 요소가 많다고 판단된다. 이러한 보수 하자를 줄이기 위해서는 ① 열화 원인 및 열화 정도 조사를 위한 진단 기법의 확립 ② 보수 사용 재료의 물성 및 내구 성능 검증 ③ 콘크리트와 보수 재료와의 접착 성능 검증 ④ 시스템 보수 공법의 개발 및 촉진 실험 및 폭로 실험에 의한 보수 효과의 검증 ⑤ 기존 국내외 보수 공법에 관한 데이터 베이스화 및 시공 추적 조사 연구 ⑥ 보수에 관한 정기적인 교육 및 보수 기술자의 양성 ⑦ 보수 공사 보증년수제도 도입 등의 과감한 연구와 투자가 필요하다고 판단된다. 이러한 관점에서 보수·보강을 실제로 현장에서 접하고 있는 건설인으로서 급후 열화된 RC조 구조물 보수 공사에서는 각종 보수 공법 시방서에 따라 열화 원인, 열화 정도에 대응하여 회복 목표 레벨을 정해 놓고 검증된 재료 및 보수 시스템 공법을 적용하는 합리적이고 효율적인 보수 공사가 이루어지기를 바라는 바이다. □

참고 문헌

1. 日本コンクリート協會, 콘크리트構造物の補修補強工法研究委員會報告書, 1992.
2. 日本建築學會, 鐵筋콘크리트造建築物의耐久性調査·診斷および補修指針(案)·同解説, 1997.
3. 建設省建築研究所, 表面被覆材および浸透性吸水防止材による鐵筋腐食抑制効果に關する研究, 1996.
4. (社)日本建築研究振興協會, 鐵筋腐食にとまなうRC構造物の補修材料·工法の仕様化に關する研究, 1994.
5. 구조보강연구회, 콘크리트구조물의 보수·보강 기술세미나 발표집, 1996.