

방수보수보강재료의 시장 규모 추정 및 신기술 연구동향

한국전자재시험연구원

방수모수모강센터장 김영근/공학박사

02)3415-8701

I. 서론

콘크리트 구조물은 물리, 화학적 변질, 변형에 기인하여 손상(누수, 침하, 변형, 마모, 풍화, 균열, 박리, 박락)이 발생하며 이러한 요인으로 인하여 콘크리트의 성능이 저하하는 문제점이 발생하게 된다.

이러한 문제에 대비하여 콘크리트 제조 및 시공에 있어서 철저한 품질관리와 함께 구조물의 사용중에 있어서도 유지관리 차원에서 지속성이 있고 효과적인 보수보강 방법을 선택하여 적용하는 일이 중요하다.

콘크리트 구조물의 보수효과를 극대화하기 위해서는 콘크리트의 성능저하에 대한 현상파악 및 원인규명이 정확히 이루어져야 하며 이에 따라 기능성, 안정성, 경제성, 내구성, 시공성 등을 만족할 수 있는 보수재료 및 공법의 선택이 가능할 것으로 판단된다.

우리나라는 70년대 이후 산업사회의 급속한 발전과 더불어 건설시장의 급속한 발전이 진행되었으며 이로 인하여 최근 철근 콘크리트조 건축물의 양이 방대해지고 환경문제 및 자원의 절약 측면에서 재건축은 사회적 문제가 되고 있어 건축물을 가능한한 오랫동안 활용하는 방법을 모색하고 있는 것이 오늘의 건설정책의 일환이며 그 방법을 모색하고 있다.

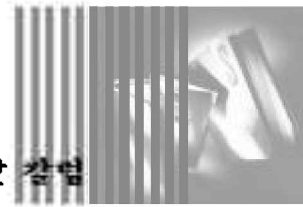
이렇듯 사회간접자본의 중요한 재산인 철근콘크리트조 건축물의 수명을 연장시키는 것은 사회적인 요청이며 철근콘크리트조 건축물은 본래 우수한 내구성을 가지고 있어 적절한 유지, 보전, 보수를 통하여 건축물의 수명을 연장할 수 있으며 이러한 방침에 따라 유지보수보강재료의 시장규모는 급격히 증가되고 있다.

II. 시장규모 추정 및 동향

유지보수보강 시장의 비중이 가장 큰 건설 리모델링 시장을 살펴보면 다음과 같으며, 정부 정책에 따라 계속 증가되리라 예측할 수 있다.

※ 년도별 리모델링 시장 추이

| 구분 | 1999년 | 2000년 | 2005년 | 관련근거 |
|----------|-------|-------|-------|--------------|
| 리모델링시장 | 2조원 | 3조5천억 | 23조원 | 한국경제신문 99. 3 |
| 건설시장내 비중 | 3% | 4.6% | 20% | |



수도권 주택 보급율이 80%에 육박한데다 택지가 부족해 신규 아파트 공급이 어려울 뿐만 아니라 재건축 용적율이 조망권 등을 고려 200% 이하로 제한 강화되어 가고있는 현정책 전망 상황에서 재건축 사업성이 떨어져 기존 건축 수요가 리모델링 수요로 돌아갈 전망이다.

아파트의 경우 리모델링은 가구수를 늘릴수 없어 사업비를 모두 추가 부담해야 하기 때문에 그동안 활성화되지 못했지만 앞으로는 용적율이 강화되어 가구수를 늘릴수 없다는 점에서 주거 개선을 위해서는 리모델링을 생각할 수 밖에 없다. 실제로 리모델링의 경우 1년 정도인데 비해 재건축은 공사기간이 3~4년 가량 걸리며, 기존 사용면적도 다소 차이는 있겠지만 32평의 경우 8~10평 정도 실제 사용 면적이 늘어날 수 있는 장점이 있어 면적 증가와 리모델링 후 가치 상승과 주거환경개선 효과를 감안하면 경제적으로 1억원 이상의 잠재 수익이 예상된다고 할 수 있다.

따라서 향후 용적을 강화에 따른 재건축 수요감소 수도권 택지고갈 및 주택 보급률 상승에 기인하여 아파트의 경우도 리모델링의 비중이 확대 될 것으로 예측할 수 있다.

이에 따라 보수보강 및 유지관리 업체의 증가현상 또한 급격히 증가하고 있으며, 유지관리 등록 업체만의 기준으로 시장 규모를 추정해보면 907개업체 x 10억/1년(매출) = 9000억 시장이며, 이 중 40%가 보수, 보강 재료비라 한다면 유지관리등록업체에서만 사용되는 재료비가 3600억에 달한다. 이외에도 보수보강업체(300여개), 미장방수업체 2337개(2001년 12월말 기준, 출처미방회보)의 업체가 국내에서 관련분야에 종사하고 있음을 감안할 때 보수보강 재료 시장

은 급격히 증가할 것으로 기대해본다.

※ 유지관리 등록업체 증가율

| 구 분 | 등록 업체 | | |
|-----------|-------|-------|------|
| | 1999년 | 2000년 | 증가율 |
| 안전컨설팅전문업체 | 176 | 262 | 148% |
| 유지관리등록업체 | 136 | 907 | 667% |

III. 재료의 일반적인 요구성능 및 종

○ 보수재료의 일반적인 요구성능

보수재료는 일반적으로 접착강도와 압축강도로 평가되고 있으나, 기본적인 요구성능을 만족한다면 특히 다음의 사항을 반드시 고려하여야 한다.

- 치수 안정성

보수재료의 선정에서 치수안정성은 극히 중요하며, 기존의 콘크리트 구조물과 확실하게 접합시키기 위해서는 경화시 및 경화후에 수축을 일으키지 않는 재료가 필요하다. 예를들면 시멘트계 그라우트계에서는 불리딩이 없고 경화수축 및 건조 수축을 보상하는 팽창성 성분을 적절하게 배합한 무수축 그라우트계가 사용되고 있다.

- 열팽창 계수

기존의 콘크리트와 가능한 한 열팽창계수가 거의 같은 재료를 사용하여야만 한다. 콘크리트 구조물의 표면온도는 여름에 직사광선을 받으면 60℃ 이상 달하는 경우도 있기 때문에 사계절을 통하여 온도차를 고려하여 재료를 선정할 필요가 있다. 다시 말하면 열

평균계수가 크게 다른 2종류의 재료를 사용한 경우 큰 온도변화에 처해지게 되면 체적변화의 차이에 의해 접착계면 혹은 강도가 적은 쪽의 재료자체가 파괴되므로 주의하여야 한다.

- 탄성계수

기존 콘크리트와 가능한 한 탄성계수가 거의 같은 재료를 사용하여야 한다. 특히 동하중을 받는 부재 및 구조부재를 단면 복구할 경우, 탄성계수가 큰 부분에 응력이 집중하게 되므로 탄성계수에 관하여 특별히 고려 할 필요가 있다.

또한 탄성계수가 현저하게 다른 보수재료를 동시에 사용하게 되면 수축 및 열에 의해서도 접착파괴를 일으킬 위험이 있으므로 주의하여야 한다.

- 투습성

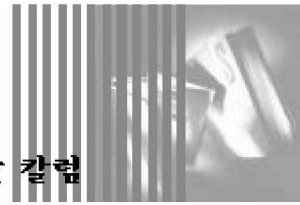
표면외복개 및 큰 면적의 단면복구체에 수증기를 차단하는 재료를 사용하게 되면, 기존의 콘크리트로부터 발생하는 수분이 보수재료와의 계면에 집중되어 표면외복개 등의 접착을 저해하는 경우가 있다. 콘크리트와 동일한 정도의 투습성을 갖는 재료를 사용하는 것이 요망된다.

- 전도성

노출 철근을 보수하는 경우는 전도성을 갖는 재료로 복구하는 것이 요구된다. 비전도성 재료를 사용하게 되면 보수를 하지 않은 부위의 철근과의 사이에 마이크로셀이 형성되어 그 부분의 부식을 촉진시키는 결과로 되기 때문에 주의해야하며, 일본도로공사에서는 1982년부터 철근부식에 예폭시 사용 보수방법을 금지하고 있다.

○ 방수제의 종류

| 항 목 | 방수제의 종류 |
|--------------|---|
| 아스팔트 방수재료 | 스트레이트 아스팔트, 블로우 아스팔트, 아스팔트 캄파운드, 개량아스팔트, 아스팔트 펠트 및 루핑, 스트레치 아스팔트 루핑, 구멍뚫린 아스팔트 루핑, 모래블린 아스팔트 루핑, 직조망 아스팔트 루핑, 개알아스팔트 루핑 시트, 아스팔트 필러, 고무아스팔트계 셀개 |
| 합성고분자시트 방수재료 | 합성고무계시트계(가황고무계시트, 비가황고무계시트) 합성수지계시트계(염화비닐수지계(PVC계)시트) 에틸렌 초산비닐계(EVA계)시트 |
| 도막방수재료 | 우레탄 고무계(일반2액형, 1액형, 초속경) 아크릴 고무계, 아크릴 수지계, 고무아스팔트계, 클로로프렌고무계, FRP계 |
| 시멘트계 방수재료 | 규산질계 분말형 도포 방수제(무기질 단체형, 유기·무기 혼합형) 시멘트 혼합 폴리머계 방수제(무기질 단체형, 유기·무기 혼합형) 콘크리트용 구개 방수제 시멘트 액상형 방수제 |
| 금속판 방수재료 | 스테인레스 강판시트, 납판시트, 동판시트 |
| 실링방수재료 | 실리콘계, 변성실리콘계, 폴리실파이트계, 아크릴우레탄계, 폴리우레탄계, 아크릴계 |



○ 콘크리트 보수재료의 종류

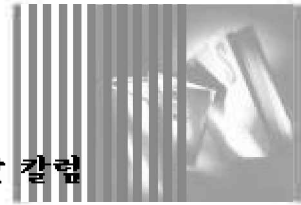
| 항 목 | 보수재료의 종류 |
|-----------|---|
| 합 침 계 | 실란계 합침제, 아질산염계 합침제, 규산염계 합침제, 실리콘계 합침제, 아르릴계 합침제, 고급 지방산계 합침제, 실리카계 합침제, 각종 합침제(실란, 실리콘, 에폭시, 우레탄, 규산염, 규불화물 등) |
| 표면부착처리제 | 각종(폴리머 시멘트 모르타, 에폭시 등), 폴리머 시멘트 모르타, 징크 도료 |
| 단 연 수 부 계 | 각종(폴리머 시멘트 모르타, 에폭시 등), 폴리머 시멘트 모르타, 특수 모르타 등 |
| 보 연 보 부 계 | 도장제, 각종 라이닝제(아크릴, 브타디엔 등), 폴리머 시멘트 모르타, 아연용사, 폴리머 합침 콘크리트 형성물, 특수 모르타 |
| 기 타 | 무기계 초미립자 투입제 |

○ 콘크리트 보수재료의 물리적 성질

| 항 목 \ 구분 | 에폭시 수지 그라우트 몰탈 및 콘크리트 | 폴리에스테르수지 그라우트 몰탈 및 그라우트 | 시멘트계 그라우트 몰탈 및 콘크리트 | 폴리머 시멘트계 그라우트 몰탈 및 콘크리트 |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| 압축강도 (N/mm ²) | 55~110 | 55~110 | 20~70 | 10~80 |
| 탄성계수 (kN/mm ²) | 0.5~20 | 2~10 | 20~30 | 1~30 |
| 휨강도 (N/mm ²) | 25~50 | 25~30 | 2~5 | 6~15 |
| 인장강도 (N/mm ²) | 9~20 | 5~17 | 1.5~3.5 | 2~8 |
| 과괴시 신축율 (%) | 0~15 | 0~2 | 0 | 0~5 |
| 열팽창계수 (×10 ⁻⁶ /℃) | 25~30 | 25~35 | 7~12 | 8~20 |
| 흡수율, 25℃에서 7일간 (%) | 0~1 | 0.2~0.5 | 5~15 | 0.1~0.5 |
| 하중하에서 최대사용온도 (℃) | 40~80 | 50~80 | 30℃를 넘음 (세탈설계여 의함) | 100~300 |
| 강도발현시간 (20℃) | 6~48시간 | 2~6시간 | 1~4주간 | 1~7일간 |

○ 시멘트계 보수재료의 특성

| 재료명 | 특징 | 단점 | 규격 | 적용대상 |
|-------------------------------|-----------------------------------|--|--|------------------------------|
| Slack lime | 초고강도, 수밀성향상, 내구성향상 | 코스트高, 단위수량증가, 점성증대 | | 고품질 발원콘크리트, 내마모성이 필요 |
| 발원콘크리트 | 부착성大, 수축이 적음, 시공용이 | 기능공필요, 품질이 기능공에 좌우 | - ACI 605 | 면담 |
| 섬유보강콘크리트 | 균열저항성大, 외로저항향상 | 표면부위의 화이바가 부식, 화이바분산곤란 | | 균열억제, 발원콘크리트, 프리캐스트 |
| 폴리머 | 부착성大, 양생일수1일 이내, 투수·투기성小, 내화학저항성大 | 가사시간이 짧고, 혼련, 취급이 투수, 기능공이 필요 | FHWA RD 79-35 | 포장, 충전, 화학침식방지 개선 |
| 팽창성·무수축그라우트(팽창성시멘트계) | 취급용이, 동경온도저항성 증가 | 배합이 시멘트 성분이나 혼련온도에 영향을 받고, 경화할 때까지 영동이 필요 | -ASTM C 827 -ASTM C 938 -CRD C 621-62E | 응급충진, 탄성충진, Base충진 |
| Non shrink·팽창성그라우트(석고계) | 취급용이, 경화가 빠름, 기건양생 | 습윤상태에서 안정하지 않고, 경화는 빠르고, 물에 용해가 쉽다 | CRD C 621-62B | 간조하에서 볼트, 파이프의 고정 |
| 팽창성·무수축그라우트(팽창성시멘트계) | 취급용이, 영동이 필요치 않음, 불리당이 적다. | 습윤양생이 필요 | -ASTM C 845 -ACI 223-83 -CRD C 621-62E | 볼트고정, 작은응급충진 |
| 팽창성·Non shrink(산화음속계) | 고강도, 내외로성능향오, 내충격성향오 | 건습조건하에서 불안정, 발청우려 | CRD C 621-62B | 볼트고정, 크레인 레일 고정, 중량물이 필요한 경우 |
| 팽창성·Non shrink그라우트(칼슘알루미네이트계) | 경화가 매우 빠름, 부착성大, 동경온도下에서사용가능 | | | 지수용 충전 |
| 마그네슘인산염 | 취급이 용이, 부착大, 내마모성, 내화학저항성 | 가사시간이 짧고, 표면의 낮이 때문에 마무리가 필요, 암모니아 냄새가 강함 | | 저온 하에서 보수 |
| 프리팩트 라텍스 몰탈 | 취급이 용이, 부착大, 내마모성, 내화학저항성 | 가사시간이 짧고, 수축하고, 값이 비싸다. | | 박막마무리, 볼루수마무리, 化粧마무리 |
| 프리팩트·셀프레벨링 아무리계 | 취급이 용이, 펌프압송가능, 마무리불필요, 부착력大 | 옥외에서 사용할 수 없고, 동결융해저항이 없다. | | 마닥이나 마닥마무리 |
| 프리팩트·개량 포틀랜드 시멘트혼합물 | 취급이 용이, 특성은 포틀랜드시멘트와 유사 | 경화가 늦고, 저온하에서본 사용불가 | | 포장보수, 구조물의 국부적인 보수 |
| Ultrafine 시멘트 | 높은 침투성, 불리당이 없다. | 포틀랜드시멘트에서는 없고, 다량의 물이 필요하며, 취급이 저저분하다.(언지) | | 구조물의 그라우팅, 지반이나 암반의 그라우팅 |



IV. 신기술 연구 동향

건설 신기술이라 함은 국내에서 개발한 건설기술 또는 외국에서 도입한 기술을 개량한 건설기술로서 인증시행기관에 따라 살펴보면 산업자원부 기술표준원에서 인증하는 NT, EM, 특허청의 특허, 실용신안과기부 산업기술진흥원의 KT, 건설교통부의 건설신기술 등 다양한 신기술 인증제도가 있다.

본 고에서는 건설교통부에서 지정하는 건설신기술에 대한 지정현황을 근거로 하여 연구동향을 알아보고자 한다.

건설교통부에서는 건설관리법 제18조 및 제18조의2에 근거하여 민간업체의 기술개발 의욕을 고취시킴

으로서 국내건설 기술의 발전을 도모하고 국가경쟁력을 제고하기 위해서 국내에서 개발한 건설기술 또는 외국도입 기술을 개량한 건설기술로서 보급이 필요하다고 인정되는 기술을 대상으로 신규성(새롭게 개발되었거나 개량된 기술), 진보성(기존의 기술과 비교하여 품질, 공사비, 공사기간 등에서 향상이 이루어진 기술), 현장적용성(시공성, 안전성, 경제성, 환경친화성, 유지관리편리성이 우수하여 건설현장에 적용할 가치가 있는 기술) 등을 심의하여 적정 신기술에 대하여 고시일로부터 3년간, 3년 사용 후 활용실적 등을 검정하여 7년 범위 내에서 연장이 가능하다.

신기술 지정 현황을 살펴보면 다음과 같다.

○ 건설 신기술 지정 현황

- 연도별 실적

(단위 : 건수)

| | 계 | '93까지 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 | '99 | 2000 | '01 | '02 (6월 까지) |
|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----------------|
| 신청건수 | 869 | 28 | 29 | 46 | 67 | 92 | 178 | 147 | 124 | 114 | 44 |
| 지정건수 | 338 | 5 | 10 | 13 | 19 | 41 | 51 | 77 | 48 | 59 | 15 |

- 분야별 지정 실적

(단위 : 건수)

| 분야 | 계 | 환경 (상하수도 등) | 토목 | 도로 | 토질 및 기초 | 건축 | 조경 | 기타 |
|------|-----|----------------|----|----|---------|----|----|----|
| 지정건수 | 338 | 61 | 76 | 49 | 50 | 58 | 9 | 15 |

－ 주처별 지정 현황

(단위 : 건수)

| 주 체 | 계 | 중·소업체 | 대 기 업 | 개 인 |
|------|-----|-------|-------|-----|
| 지정건수 | 338 | 230 | 73 | 35 |

○ 방수보수보강분야 신기술 지정 현황

； 별첨 1 참조

앞의 신기술 지정 현황을 살펴보면 신기술 지정 신청 건수(869건)에 비해 지정건수(338건)는 약 39% 정도이며 지정건수(338건) 중 방수보수보강 분야는 82건으로 약 24%를 차지하고 있으며, 향후 보수보강 시장 확대에 계속 증가할 것으로 전망하고 있다.

V. 결 론

1970년대 이후 급속한 경제 발전과 더불어 인간의 삶의 질 향상 차원에서 주택 문제 해결을 위해 APT의 보급을 중심으로 수많은 건축물이 철근콘크리트 구조로 건립되었다.

그러나 공급에 치중한 결과 질적인 측면에서 수많은 하자가 발생하였으며, 철근콘크리트 구조물의 내구성과 관련된 열화 문제가 심각하게 대두되었다.

또한 전지구적인 문제로 확대되고 있는 환경문제, 환경부하 저감형의 건설생산 시스템의 개발이라는 측면에서 콘크리트 구조물의 보수보강의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

철근콘크리트의 내구성 향상을 위한 방법은 크게 시공전과 시공후로 대별할 수 있는데 시공전의 내구성

향상은 일반적으로 재료 및 구조의 선별에 의해 달성될 수 있으며, 시공 후의 향상은 건축물의 사용방법 및 보수보강을 포함한 유지관리에 의해 달성될 수 있다.

콘크리트 구조물의 내구성 저하요인에 대한 보수보강공법 기술의 현황과 앞으로의 콘크리트 구조물의 리해빌리타이션(Rehabilitation) 방향을 제시하면 다음과 같다.

- 1) 콘크리트 구조물의 내구성 저하원인에 따른 보수설계 기법의 개발이 요구된다.
- 2) 보수보강 재료에 대한 성능기준, 품질관리기준 및 보수공법에 따른 성능평가 기준이 표준화되어야 한다.
- 3) 환경조건, 현장시공조건 및 방법, 장비, 보수부위의 대소, 사용장비별 시공방법 등 정확한 시방서가 개발되어야 한다.
- 4) 보수보강공사 후의 품질평가 체계에 대한 정량적인 기술 개발이 이루어져야 한다.
- 5) 건축 구조물의 내구연한을 염두에 둔 설계 시공사의 성실 설계 시공을 통한 사전 하자 예방이 무엇보다 필요하다.

