

# 직각천공방식으로 패커를 설치한 콘크리트 균열보수공법의 보수재 주입특성에 관한 연구

## Evaluation of Injection Property on the Crack Repair Method by installing the packer with Right Angle Drill Type in RC Structure

고진수\*

Ko, Jin-Soo

이성복\*\*

Lee, Sung-Bok

서치호\*\*\*

Seo, Che-Ho

### Abstract

The purpose of this study is to investigate the problem of crack repair materials and methods in existing concrete structure and to propose the effective injection method on crack repair by packer type. The result of this study is as follows.

It is investigated that the crack width in the inner matrix of concrete structure is decreased about 30-40% than that in the surface of the concrete structure. Also it is showed that the possibility which could be monolithic with injection part became higher if the injection part is installed near to surface of concrete on the punching method to vertical direction against crack area. The injection of repair material can be poured smoothly under about 10N/mm<sup>2</sup> pressure on the condition that cracks are monolithic with injection part without dust by drill. The effective method to pour the injection repair material is the punching method by coredrill but several research to minimize injection pressure should be continually

키워드 : 균열, 보수공법, 직각천공방식, 패커, 주입, 천공

Crack, Repair Method, Right Angle Drill Method, Packer, Injection, Punching

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

콘크리트는 양생과정의 체적변화와 온도변화 등 다양한 원인에 의하여 균열이 발생된다. 콘크리트에 발생된 균열은 구조물의 내력에 손실을 주지 않는 경미한 수준이라 할지라도 이를 장기간 방치할 경우 콘크리트의 내부조직을 손상시키거나 철근을 부식시켜 건축물의 수명을 단축시킬 수 있다. 따라서 건축물의 수명기간동안 발생될 결함을 최소화하기 위해서는 적절한 시점에 보수할 필요가 있다.

보수공사는 균열의 특성에 적합한 주입재료를 선택하는 것, 즉 어떠한 재료를 주입하느냐도 중요하지만, 선택한 재료를 균열내부까지 밀실하게 주입할 수 있는 방법, 즉 어떠한 공법을 선택하느냐도 중요한 요소가 된다. 주입재료가 균열내부까지 밀실하게 주입되지 않을 경우 동일한 형태의 결함이 재발하거나 더 큰 결함이 발생할 수 있으므로 보수공사를 완료한 후 보수재료의 주입상태를 확인해볼 필요가 있다. 보수공사를 완료한 후 보수재료의 주입상태를 확인하기 위해서는 코어를 채취하면 가능하나, 구조체를 손상시키므로, 현실적으로 불가능

하다. 특히, 신축건물의 경우 더욱 상황이 어렵기 때문에 균열을 보수한 후 이를 검증하는 작업은 대부분 생략하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 실존 건축물을 대상으로 균열의 발생 유형을 분석하고, 각각의 발생유형에 대한 보수재료 및 공법의 주입특성을 검토하여, 보수재료를 균열내부로 밀실하게 주입하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

콘크리트에 발생된 균열을 보수하는 공법은 표 1과 같이 표면처리공법, 주입공법, 충전공법이 있으며, 건축공사에서는 주입공법을 가장 많이 사용한다. 주입공법은 보수재료를 주입하는 방식에 따라 주사기설치방식과 패커설치방식으로 분류되는데 이중 패커설치방식은 그림 1과 같이 결함의 유형이나 부재의 특성에 따라 패커를 직각 또는 대각으로 천공하여 시공한다.

직각천공방식은 아파트와 같이 벽식구조로 설계되어 두께가 얇은 슬래브나 벽체의 균열을 대상으로 한다. 본 연구에서는 공동주택의 균열보수공사에서 가장 많이 사용되고 있는 직각천공방식의 보수재료의 주입특성을 조사한다.

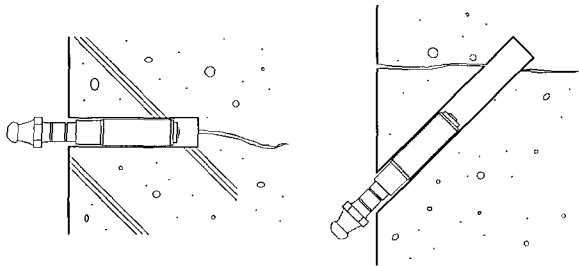
\* 대한주택공사 주택도시연구원 선임연구원, 공학박사, 정회원

\*\* 대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원, 공학박사, 정회원

\*\*\* 건국대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 정회원

표 1. 균열보수공법 및 재료

공법	사용재료	시공방식
표면처리공법	폴리머시멘트페이스트, 시멘트 필러, 탄성도막방수제(아크릴 및 우레탄수지)	부분도포 전면도포
주입공법	에폭시수지, 우레탄수지, 폴리머시멘트슬러리	주사기주입방식 패커주입방식
층전공법	에폭시수지, 우레탄수지, 폴리머시멘트슬러리	V컷방식 U컷방식



직각천공방식( 90)                      대각천공방식( 45)

그림 1. 패커의 설치방식

패커를 사용하는 주입공법은 그림 2의 절차에 따라 시공한다. 일반적으로 패커를 사용하는 주입공법은 저압으로 자연스럽게 주입하는 것이 바람직하다. 콘크리트의 압축강도보다 높은 압력으로 주입할 경우 구조를 파손시킬 우려가 있기 때문이다. 보수재를 저압으로 안정적으로 주입하기 위해서는 그림에 나타난 시공절차 중 주입구청소, 패커설치, 보수재주입의 공정이 중요한 변수가 된다. 따라서 이들을 주요 인자로 설정하여 기존 건축물의 균열발생유형과 직각천공방식의 주입특성을 조사하여 현장에서 발생하는 문제점에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

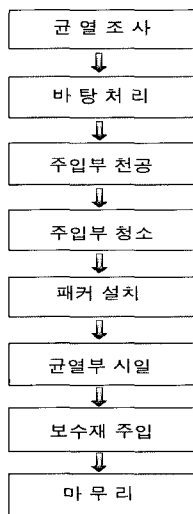


그림 2 주입공법 시공순서

## 2. 실태조사

### 2.1 조사개요

현재 콘크리트 구조물의 균열보수는 콘크리트 표면에 나타난 균열의 형태나 작업조건에 따라 보수공법을 선정하고 있다. 특히 직각천공방식은 주입부가 콘크리트 내부 약 1~5cm에 위치하므로 균열의 내부형태에 따라 균열과 주입부가 교점을 이룰 가능성이 달라진다. 주입부가 균열에 접하지 않은 경우 보수재가 주입되지 못해 주입부 내부에 강한 압력이 가중되며, 이 압력이 콘크리트 강도보다 높을 경우 구조체를 손상시킬 우려가 있으므로 균열의 특성을 충분히 고려하여 패커를 설치하여야 한다.

따라서 본 조사에서는 직각천공방식의 주입특성을 검토하고자 구조체 내부의 균열특성을 조사하였다.

### 2.2 조사항목

패커의 정확한 설치방법을 검토하기 위한 콘크리트 구조체 내부의 균열특성 조사항목은 다음과 같다.

#### 2.2.1 구조체 내부에서의 균열진행방향

패커의 주입부와 균열이 교착을 이룰 수 있는 가능성을 평가하고자 실제 건축물을 대상으로 균열내부형상을 조사하였다.

#### 2.2.2 구조체 내부에서의 균열 폭의 변화

구조체 표면에 나타난 균열폭과 내부에서의 균열폭이 변화되는 정도를 측정하였다.

### 2.3 조사방법

균열의 내부특성을 조사한 건축물은 2003년 준공된 벽식구조의 신축건물과 1978년 준공(약 21년 경과)되어 현재 철거예정인 철근콘크리트조 아파트이다. 2개 단지의 건축물을 대상으로 구조물의 벽체와 슬래브에 발생하는 균열의 내부특성을 조사하고 슬래브 하단, 상단, 벽체에 나타난 균열을 조사한 다음, 코아를 채취하여 균열의 내부특성을 조사하였다. 조사순서는 다음과 같다.

#### 2.3.1 전체 균열도 작성

균열도는 전체평면이 그려진 도면에 슬래브 상단과 하단 그리고 내력벽에 나타난 균열을 스케치하고 각 균열의 길이와 폭을 측정하였다.(균열폭 및 길이 측정)

#### 2.3.2 조사부위 선정

슬래브 하부의 균열을 채취한 시료는 5층 6호 조합의 RC조로 슬래브 두께가 12~14cm인 건축물이다. 본 건축물에서 균열의 길이가 1m를 넘고 폭이  $0.4 \pm 0.2\text{mm}$ 에 근접한 균열을 선정하여 천공간격을 약 20cm로 하여 20개의 시료를 채취하였다. 슬래브 상부의 균열을 채취한 시료는 최근 신축한 15층 4호 조합의 벽식구조 아파트로 슬래브두께가 18cm이다. 본 건축물에서 슬래브 상부의 균열과 유사한 폭  $0.4 \pm 0.2\text{mm}$ 에 근접하는 균열을 대상으로 8개의 시료를 채취하였다. 벽체의 균열을 채취한

시료는 최근 신축한 15층 4호 조합의 벽식구조 아파트로 균열 폭  $0.4 \pm 0.2\text{mm}$ 를 대상으로 12개의 시료를 채취하였다.

### 2.3.3 균열부위의 천공

선정한 부위를  $\phi 100\text{mm}$ 의 코어로 20cm간격으로 천공하여 총 18개의 공시체를 채취하였다.

### 2.3.4 구조체내부 균열측정

사진 1과 같이 천공한 시료는 천공부위의 측면을 반투명지에 투과시켜 균열의 형상을 따라 그린 다음 주입부와 균열이 교점을 이룰 가능성을 검토하였다. 그림 1과 같이 직각으로 패커를 설치할 경우 주입부와 균열이 교착을 이룰 수 있는 가능성을 분석하였다.

### 2.3.5 구조체 내부의 균열폭 측정

구조체 내부의 균열폭 측정은 표면으로부터 5mm간격으로 깊이에 따라 균열폭을 측정하였다. 측정시 사용한 현미경은 0.01mm까지 측정이 가능한 광학용 현미경을 사용하였다.

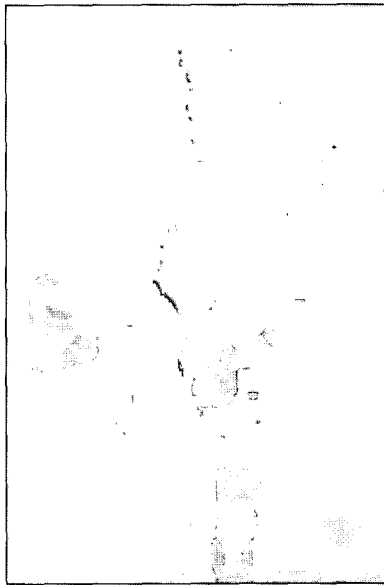


사진 1. 천공한 시료의 단면

## 2.4 조사결과

### 2.4.1 구조체 내부에서의 균열진행방향

패커의 주입부와 균열이 접하게 될 가능성을 검토하기 위하여 슬래브 및 벽체의 균열부위를 천공하여 단면에 나타난 균열의 형상을 그림 3~5에 나타내었다.

그림에서 균열의 진행 경향은 구조체 표면의 균열중심으로부터 내부로 진행되는 각도가 최대  $45^\circ$  까지 경사를 이루고 있으나, 균열의 전체 길이를 기준으로 변화를 추정할 경우 약  $60^\circ$  이내에서 수직으로 진행되는 경향을 나타냈다. 균열이 직선상으로 진행되지 않고 굴곡을 이루며 진행되는 것은 골재 및 철근 기타 배관 등이 위치해 진행방향이 변화된 것이며, 벽체보다 슬래브에서 발생하는 균열각이 넓게 형성되는 경향을 확인하였다.

슬래브하부의 균열을 나타낸 그림 3에서 슬래브내부에서 변형되는 균열의 각이 상부 및 벽체에서 채취한 시료보다 크게 진행되는 것으로 나타났다. 이는 슬래브의 처짐이나 기타의 하중에 영향을 받아 균열 내부 각이 크게 진행된 것으로 추정된다. 슬래브상부의 균열을 나타낸 그림 4는 슬래브하부에 나타난 균열보다 구체 내부의 변형폭이 상대적으로 좁고 수직으로 진행된 균열이 많다. 이는 콘크리트가 경화하면서 슬래브상부의 수분이 급격히 증발하여 발생한 건조수축균열이 다수를 이루기 때문으로 추정된다. 일반적으로 건조수축에 의해 발생하는 균열은 표면에 근접할수록 폭이 크고 슬래브 내부로 들어갈수록 폭이 좁아지는 경향이 큰 것으로 보고되고 있다. 본 조사에서도 이와 유사한 경향을 나타내고 있으며 또한 균열이 슬래브 상부의 표면에서 곡선을 띠는 경향을 나타내었다. 이는 슬래브 상부의 수분이 급격히 증발하면서 나타난 현상으로 추정된다. 그림 5는 다른 부위에서 조사한 시료보다 직선형 균열이 많은데 이는 채취한 시료의 대부분이 벽체에 수직으로 진행된 균열을 채취하였기 때문으로 추정된다.

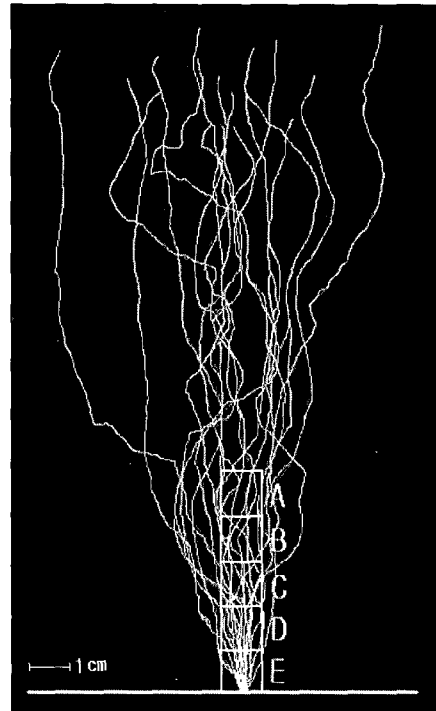


그림 3. 하부균열을 채취한 시료의 단면

그림 3~5에서 주입부 A~D영역은 보수재가 주입되는 주입부의 위치를 나타낸 것으로 각 주입부의 위치에 따른 주입부와 균열의 교착가능성을 측정하여 표 2 및 표 3에 나타내었다. 균열과 주입부가 교차될 가능성은 주입부의 위치가 표면에 근접할수록 높게 나타나 주입부의 위치가 4~5cm가 되는 A영역의 주입부는 균열과 교차될 가능성이 50~63%의 낮은 확률을 나타내었다. 즉, 균열부에 직각으로 천공하여 패커를 설치할 경우 약 37~50%가 주입부와 균열이 접할 가능성을 나타내는 것이다. 또한, 슬래브보다 벽체에서 채취한 시료가 균열과 주입부가 교차될 가능성이 더욱 높게 나타났다.



2.4.2 구조체 내부에서의 균열폭의 변화

구조체 내부에서 균열폭이 변화되는 경향을 검토하고 자 슬래브 및 벽체에서 채취한 시료의 균열폭을 측정하여 다음 표 4와 그림 6~8에 나타내었다. 균열폭이 약 0.3~1.4mm인 균열을 대상으로 조사한 결과, 구체표면에 나타난 균열폭이 0.3mm인 경우 구체내부의 평균 균열폭은 0.2mm이며, 0.4mm는 약 0.2~0.3mm, 0.6mm는 약 0.4mm, 0.7mm는 약 0.4mm로 조사되어 표면 보다 내부의 균열폭이 약 30~50% 감소되는 것을 확인하였다. 특히 0.6mm 미만의 균열은 내부가 막혀있는 부위를 수시로 확인하였다.

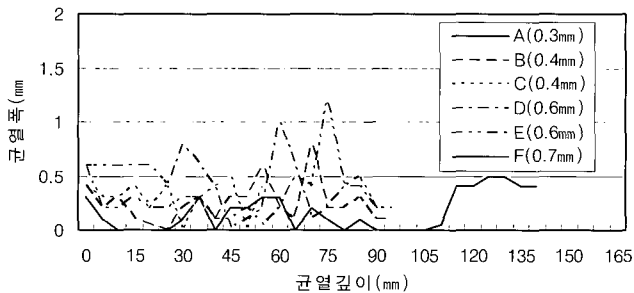


그림 6. 슬래브 하부균열의 균열깊이와 균열폭

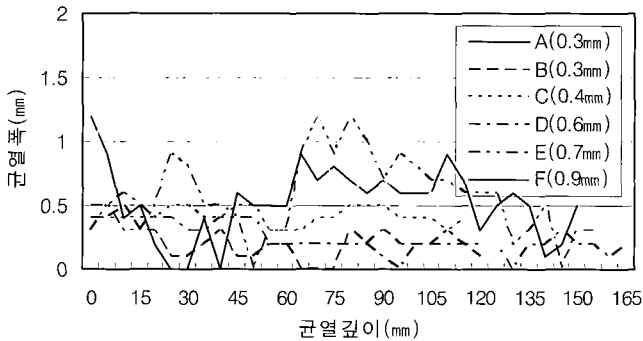


그림 7. 슬래브 상부균열의 균열깊이와 균열폭

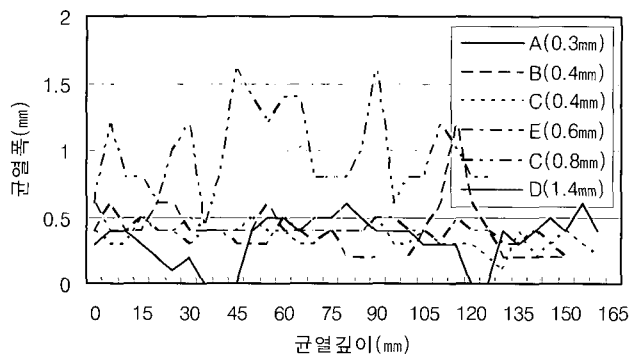


그림 8. 벽체 균열의 균열깊이와 균열폭

구체내부에서 균열이 일부 막혀있는 현상은 주로 골재가 많이 응집된 부위 또는 철근이나 배관이 있는 부위에 나타났다. 이는 골재가 시멘트 페이스트보다 건조수축량이 상대적으로 작기 때문에 골재가 많이 응집된 부위는 건조수축량이 감소되어 균열진행을 막는 효과가 있는 것으로 추정된다. 슬래브 하부에 나타난 균열은 건조수축, 처짐, 전단하중 등을 받아 발생된 균

열로, 건조수축 및 처짐에 의해 구체가 갈라지고 전단하중에 의해 갈라진 부위가 서로 엇갈려 형성된 것으로 추정된다.

이와 같이 균열이 막혀있는 부위는 주입재가 균열내부로 흘러 들어가는 것을 방해하는 병목구간이 되므로 보수재료 주입시 표면의 균열에 의해 예측한 압력보다 높은 압력으로 주입될 것으로 판단된다.

3. 현장실험

3.1 실험개요

균열부위에 보수재료를 주입하는 공법은 크게 주사기를 사용하는 방법과 패커를 사용하는 방법으로 구분할 수 있다. 본 실험에서는 이 두 공법 중 패커를 사용하는 공법에 대한 주입특성을 조사하고자 한다.

패커를 설치하는 공법은 구체 내부에 주입구가 형성되며, 이 주입부가 균열과 정확히 접해 있어야 보수재료의 주입이 가능하다. 따라서 구조체 내부의 균열특성을 검토하여 그 특성에 적합하게 패커를 설치해야 한다.

또한 패커를 설치하기 위한 과정 즉, 주입부의 천공 및 청소, 패커설치, 보수재주입 등이 공사목적에 적합하게 처리되지 않을 경우 보수재료의 주입을 방해하는 요소가 될 수 있다. 따라서 상기의 인자가 실제 보수재 주입에 영향을 미치는지 정량적으로 검토하고자 현장실험을 실시하였다.

3.2 실험항목

직각천공방식의 주입특성을 검토하기 위한 실험항목은 다음과 같다.

3.2.1 패커의 유효(최대)압력

균열부위에 패커를 설치하고 보수재료를 주입할 때 보수재가 주입되지 않고 역류하거나 패커가 밀려나오는 현상이 자주 발생된다. 이와 같이 보수재료를 주입하는 과정에 보수재가 주입되지 않고 주입부에 높은 압력이 가해져 구조체를 손상시킬 수 있는 가능성을 검토하기 위하여 유효(최대)압력을 측정하고자 한다.

3.2.2 균열과 패커의 교착에 따른 주입압력

패커를 설치하는 공법은 주입부가 균열 내부 깊이 위치하므로 구조체 내부에서의 균열진행방향에 따라 균열과 주입부가 접하지 않을 가능성도 높다. 이와 같이 구조체 내부에서 주입부와 균열이 접하거나 또는 접하지 않은 조건에서의 주입압력을 비교하고자 한다.

3.2.3 주입부의 청소방법에 따른 주입압력

패커를 설치하기 위해 주입부를 드릴로 천공한 다음 내부를 청소하는 방법이 “공기압에 의한 먼지제거 방식”과 “물세척 방식”, “브러쉬에 의한 먼지제거 방식” 그리고 “코아드릴로 천공하는 방식”이 있는데, 본 실험에서는 가장 일반적으로 적용되는 “공기압에 의한 먼지제거 방식”을 대상으로 보수재가

균열부에 주입되는데 필요한 최소한의 조치를 확인하고자 한다.

### 3.3 실험방법

본 실험에 사용된 패커의 구조와 제원은 다음 그림 9 및 표 5와 같다. 균열이 발생된 부위를 직각으로 천공하여 주입부의 천공깊이에 따라 A형과 B형으로 분류하여 각각의 주입특성을 조사하였다. 또한 본 실험에 사용한 보수재는 표 6에 제시된 주체의 점도가 230(cP), 경화제가 50(cP)인 저점도형 에폭시를 사용하였다.

#### 3.3.1 패커의 유효압력

패커의 유효압력은 수동식 주입기계로 A형과, B형 패커에 압력을 가해 주입부가 최대 압력에 도달하는 시점을 측정하고, 패커의 인발력은 전연식 부착강도측정기를 사용하여 패커가 인발된 최대하중으로 산출하였다. 압력의 측정은 상용압력이 0~50N/mm<sup>2</sup>의 범위이고, 정밀도가 ±1.5%이내의 장비를 사용하였다. A형과 B형패커의 주입 영역은 그림 3~5에 표시한 주입 위치를 나타내는 것으로 A형패커의 주입위치는 B영역에 해당하며, B형패커의 주입위치는 A영역에 해당한다.

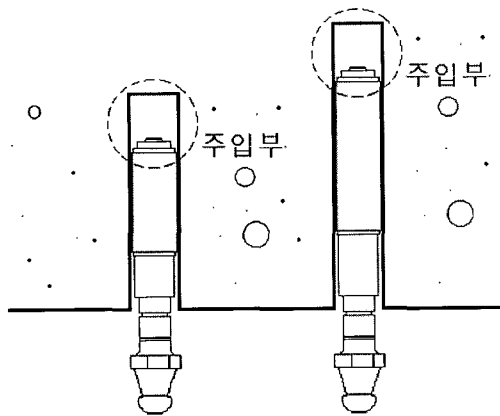


그림 9. 패커의 구조

표 5. 패커의 제원

구분	주입깊이 (mm)	패커외경 (mm)	패커내경 (mm)	사용재료
A형패커	32	8	2	철재/고무
B형패커	38	10	2	철재/고무

표 6. 주입 에폭시의 물성

점도(cP)		비중		pH		가사시간
주체	경화제	주체	경화제	주체	경화제	
230	50	1.11	0.99	6.5	7.5	20분

#### 3.3.2 균열과 패커의 교착(交錯)에 따른 주입압력

주입부가 균열과 접해 있는 경우는 문제가 되지 않으나, 주입부와 균열이 접하지 않은 경우는 보수재 주입시 주입부 내부에 높은 압력이 발생되어 구체를 손상시킬 우려가 있다. 따라서 본 조사에서는 패커의 주입부가 균열과 접한 경우와 접하지

않은 경우 각각의 조건에서 주입압력을 측정하고자 한다. 주입압력의 측정은 “1)” 항의 좌대 부착력 및 패커 유효압력”과 동일한 방법으로 측정하였다.

#### 3.3.3 주입부의 천공방법에 따른 주입압력실험

균열이 발생된 부위에 패커를 설치하기 위해 콘크리트를 햄머드릴로 천공한다. 드릴로 콘크리트를 천공할 때 발생한 분진이 주입부의 균열틈에 박혀 보수재료의 주입을 방해하는 경우가 있어 이를 제거하기 위해 에어펌프의 강한 공기압으로 분진을 불어내는 사례가 있다. 이와 같은 에어펌프로 분진을 제거하는 방법이 실제 효과가 있는지를 검토하고자 본 실험을 실시하였다. 주입부를 햄머드릴로 천공한 후 에어펌프의 공기압으로 분진을 제거한 경우와 제거하지 않은 각각의 조건을 대상으로 각각의 주입압력을 비교하였다. 에어펌프는 피스톤방식으로 공기압축을 하며 토출압력이 8bar, 분당공기생산량이 250ℓ, 탱크용량이 50ℓ의 제품을 사용하였다.

측정대상은 실험조건이 유사한 균열을 선정하고자 그림 10과 같이 균열폭이 일정하고 길이가 긴 균열을 선정하여 다음과 같은 순서로 패커를 설치하여 각각의 주입압력을 측정하였다.

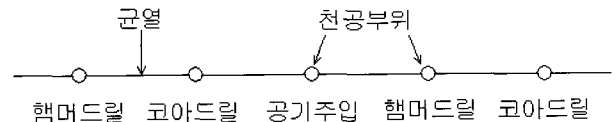


그림 10. 주입부 천공방법에 따른 압력측정의 실험체 설치방법

### 3.4 실험결과

#### 3.4.1 패커의 유효압력 실험

패커의 유효압력을 측정하여 그 결과를 그림 11에 나타내었다. A형과 B형 패커는 주입구가 구체내부에 약 3cm 이상 깊이 설치되므로 가압 시 견딜 수 있는 인발력과 주입압력의 최대값이 약 40(MPa)에 근접하거나 초과하는 높은 값을 나타냈다. 공동주체에 적용되는 콘크리트의 압축강도가 약 30~40(MPa)인 점을 감안하면 충분한 유효압력을 확보하는 것을 알 수 있다.

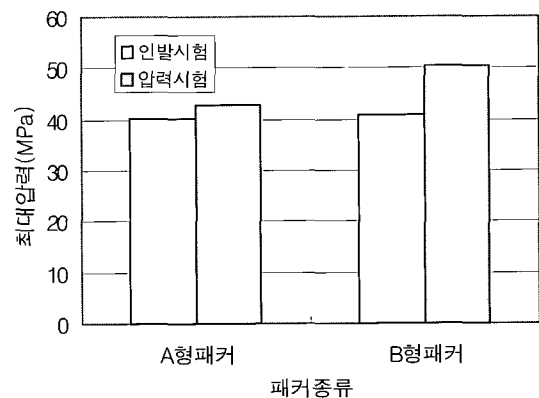


그림 11. 패커의 최대 인발 및 주입압력

### 3.4.2 균열과 패커의 교착(交錯)에 따른 주입압력

균열과 주입부가 서로 접하는 조건과 접하지 않은 조건에서 보수재료를 주입했을 경우의 주입압력을 측정하였다.

균열과 주입부가 접한 상태에서 주입압력을 측정한 그림 12에서 A형패커와 B형패커의 주입압력이 약 8~16(MPa)의 범위에서 주입되는 것을 확인할 수 있다. 반면, 균열과 주입부가 접하지 않은 경우를 나타낸 그림 13에서는 A형패커와 B형패커의 최대압력이 약 15~30(N/mm<sup>2</sup>)의 범위에서 구체가 파손되거나 패커에서 보수액이 누수되는 현상을 확인할 수 있었다.

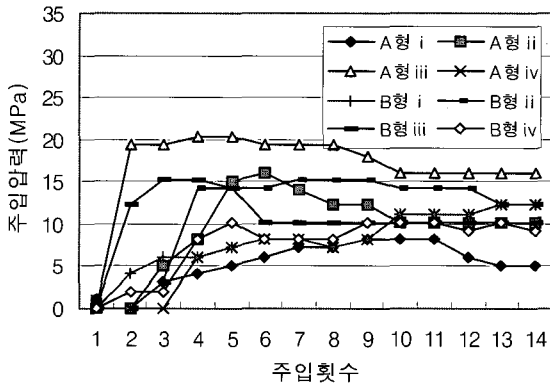


그림 12. 주입부와 균열이 접한 경우 주입압력

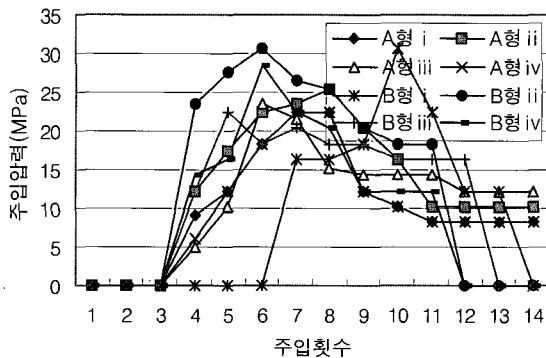


그림 13. 주입부와 균열이 접하지 않은 경우 주입압력

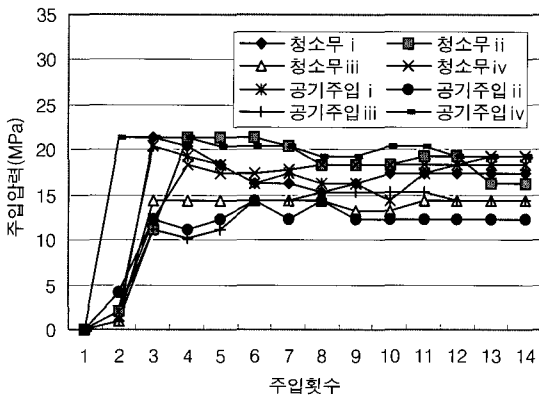


그림 14. 주입부 청소상태에 따른 압력

특히, 압력이 최대 30(N/mm<sup>2</sup>)에 도달할 경우 주입부 주변에서 2차 균열이 발생되며 균열주위에서 보수액이 흘러나오는 현상을 확인할 수 있었다. 이 현상은 콘크리트의 압축강도와 유사한 압력에서 발생되어 구체의 압축강도에 근접하거나 그 이상의 압력은 구체를 손상시킬 수 있으므로 가능한 구체강도 보다 낮은 압력으로 주입해야 구체의 손상이 없는 안정된 주입조건이 될 것으로 판단된다.

### 3.4.3 주입부의 천공방법에 따른 주입압력실험

주입부 천공방법에 따른 주입압력을 측정하여 그림 14에 나타내었다. 유사한 크기의 균열을 대상으로 주입부 천공방법에 따라 주입압력을 확인한 결과, 주입부를 햄머드릴로 천공한 경우는 천공 시 연마된 분진이 균열틈을 막고 있어 약 12~21(MPa)의 높은 압력으로 주입되는 것으로 조사되었다.

일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 공기압에 의한 먼지 제거 방식은 주입부 내부를 청소하지 않은 경우와 주입압력이 유사하게 측정되어 주입부 내부의 분진을 제거하는데 효과가 없는 것으로 나타났다.

패커를 사용하여 균열을 효과적으로 보수하기 위해서는 과정에 앞 절에서 조사한 바와 같이 균열과 주입부가 정확히 교차가 되도록 해야 하며, 교차된 균열은 천공시 연마된 분진이 주입부를 막지 않은 상태가 되도록 해야 하나 현행 공법은 이러한 조건을 만족하는데 충분하지 않은 것을 확인하였다.

## 4. 결 론

균열부위를 직각으로 천공하여 패커를 설치하는 보수공법의 주입성능을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 균열이 발생된 콘크리트를 코어로 채취하여 구조체 내부의 균열특성을 조사한 결과, 구조체 표면의 균열폭 보다 내부의 균열폭이 약 30~40% 작은 것으로 나타났으며, 특히 0.6mm 미만의 균열은 일부구간이 막혀있는 부위를 확인하였다. 따라서 보수재료 주입 시 구조체내부의 균열특성을 고려하여 보수계획을 설정하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 2) 균열이 발생된 부위를 직각으로 천공하여 패커를 설치하는 공법은 보수재를 주입하는 주입부의 위치가 표면에 근접할수록 균열과 일체가 될 가능성이 높은 것으로 조사되었다. 슬래브의 경우 주입부 위치가 표면으로부터 3cm 이상 깊어질 경우 균열의 약 25% 이상이 주입부와 일치하지 않는 것으로 조사되었다.
- 3) 주입부의 주입조건에 따른 주입압력을 조사한 결과 균열과 주입부가 서로 접한 상태에서는 약 8~16(MPa)의 압력으로 주입되며, 균열과 주입부가 접하지 않은 경우는 약 15~30(N/mm<sup>2</sup>)의 범위에서 주입되어 구체가 파손되거나 패커에서 보수액이 누수되는 현상을 확인할 수 있었다.
- 4) 주입부를 드릴로 천공한 다음 주입부 내부의 분진을 제거하기 위해 공기펌프로 불어내는 방식은 효과가 없는 것으로

로 조사되어 주입구의 청소방법에 대한 개선방안이 강구  
되어야 할 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 건설교통부, 노후공동주택의 구조성능 개선을 위한 구조 계획기법 및 설계·시공 매뉴얼 개발, 대한주택공사 외, 2001. 11
2. 한국콘크리트학회, 콘크리트 구조물의 균열, 2000
3. 건설교통부, 노후공동주택의 구조성능 개선을 위한 구조계획기법 개발, 대한주택공사 외, 2000. 11
4. 한국건설기술연구원, RC구조물 보수보강재에 관한 조사, 1997. 12
5. 한국콘크리트학회, 콘크리트구조물의 보수·보강 지침(안) 1997. 3
6. 대광서림, 플라스틱재료강좌[2] 폴리우레탄수지, 김홍재 역, 1979. 11
7. 한국콘크리트학회, 콘크리트 구조물의 진단, 보강 및 유지관리, 1995. 3
8. 日本建築學會, 鐵筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断 および補修指針(案).同解説, 1997
9. 日本塗裝工業會, コンクリート構造物の補修マニュアル, 技報堂, 1994
10. 콘크리트構造物の補修ハンドブック, 技報堂, 1995