

# 타일 선불임 부재의 변형율과 타일 박락 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study about Tile Exfoliation Properties and Member Strain Using The Tile Before-fixing Method

○ 김우상\*    박희곤\*\*    박병근\*\*    정근호\*\*\*    이영도\*\*\*\*    정상진\*\*\*\*\*  
 Kim, Woo-Sang    Park, Hee-Gon    Park, Byung-Geun    Jung, Keun-Ho    Lee, Young-Do    Jung, Sang-Jin

### Abstract

The objectives of the present study is to solve problems in PC tile before-fixing method using ordinary concrete by adopting the liquefaction method in manufacturing PC to which the tile before-fixing method is applied, and to provide basic information for the practical use of the PC tile before-fixing method, which uses high workable concrete, through manufacturing a complex body based on the optimal mix proportion.

키워드 : 고유동 콘크리트, 접착강도, 증기양생, 타일박락

Keywords : High-Flowing Concrete, Bonding Strength, Steam Curing Method, Tile Exfoliation

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설환경의 급격한 변화와 건설시장의 개방에 따른 국내 건설 분야의 경쟁력 및 기술력 강화의 필요성과 건설 산업의 인력부족 현상 등으로 인하여, 건축물에 사용되는 건축재료 및 공법에서도 건설환경의 변화에 부응하기 위해 건설화 및 조립화의 추세가 증가되고 있는 실정이다. 이에 공사비 절감과 철저한 품질관리를 통한 시공 후 하자발생 최소화, 부족한 숙련공수의 극복을 목표로 하는 하나의 해결책으로서 본 연구에서는 PC제조용으로 고유동 콘크리트를 이용한 타일선불임공법을 실용화하기 위하여 기초적 자료를 제시하는데 목적이 있다.

### 1.2 연구의 내용 및 범위

PC타일선불임공법은 이미 개발된 공법이나, 이 공법에 대한 실험적, 이론적 연구는 국내의 경우 거의 미미한 실정으로 현재 국내 및 국외 기준에서 PC타일선불임공법에 대한 직접적인 기준은 아직 마련되지 않았다.

PC타일선불임공법은 먼저 몰드의 내면에 타일 또는 타일 유니트를 부착하고 내부에 콘크리트를 부어넣어 타일과 콘크리트가 일체화되는 타일공법이다. PC타일선불임공법은 접착 성능이 우수하지만 PC의 공장생산 공정 중 진동 다짐과정에서 생기는 시멘트 페이스트의 유출과 타일의 탈락 및 부서짐.

\* 정회원, 단국대 대학원 석사과정

\*\* 정회원, 단국대 대학원 박사과정

\*\*\* 정회원, 단국대 대학원, 공학박사

\*\*\*\* 정회원, 경동대 건축대학부 교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, 단국대 건축공학과 교수, 공학박사

PC패널의 중량 등 현실적으로 공법을 적용하기엔 많은 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 타일 선불임 공법을 적용한 타일 PC 제품으로서의 성능 평가를 하고자 고유동 콘크리트와 보통 콘크리트를 이용한 타일 선불임에 있어 양생 방법에 따라 모의 시험체에 수직방향의 하중을 가하여 콘크리트와 타일 계면에 응력을 작용시켜 타일 박락의 콘크리트 변형에 대한 관련성을 검토를 하고자 한다.

표 1. 실험 인자

구분	콘크리트	양생방법
No 1.	고유동 콘크리트	기중양생
No 2.		증기양생
No 3.	보통 콘크리트	기중양생
No 4.		증기양생

## 2. 실험

### 2.1 사용재료

본 실험에서 사용한 시멘트는 KS L 5201규정에 적합한 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 잔골재는 인천산 세척사로 최대치수를 5mm 이하, 굵은 골재는 광주석산 세척으로 최대치수 20mm 이하로 입도조정하여 사용하였다. 또한 보령 화력발전소에서 생산·정제 과정을 거친 플라이애시를 사용하였고, 유동성 확보를 위해 국내 J사의 고성능 AE감수제를 사용하였다.

## 2.2 배합 및 양생

### 1) 배합

본 실험에서는 고유동 콘크리트의 목표 물리적 성질을 만족하면서 PC패널의 제작시 적용이 가능하도록 단위시멘트량, 단위수량을 최소화하는 방향으로 물결합재비 39%, 단위수량 167kg/m<sup>3</sup>으로 하였으며, 이를 기준으로 보통콘크리트의 목표 물리적 성질을 만족하도록 배합설계를 하였다.

표 2. 콘크리트 배합

W/B (%)	S/a (%)	FA (%)	단위량 (kg/m <sup>3</sup> )					혼화제 SP제	
			W	C	FA	S	G		
보통	39	45.5	15	163	355	63	770	941	0.6%
고유동		48	15	167	364	64	811	888	1%

비교평가를 위해 PC 제작용 콘크리트는 보통콘크리트와 고유동 콘크리트로 구분하였으며, PC제작용 보통콘크리트는 슬럼프 18±2cm로, 고유동 콘크리트는 슬럼프 플로우를 60±5cm로 설정하여 범위 안에 들어오는 배합을 기준으로 하였다.

표 3. 재령 28일 관리형 공시체 압축강도

압축강도(kgf/cm <sup>2</sup> )			
No 1	No 2	No 3	No 4
377	304	322	277

### 2) 양생

모의시험체의 양생은 기중양생과 증기양생을 하였을 하였으며, 증기양생방법은 그림 1과 같은 방법으로 하였다.

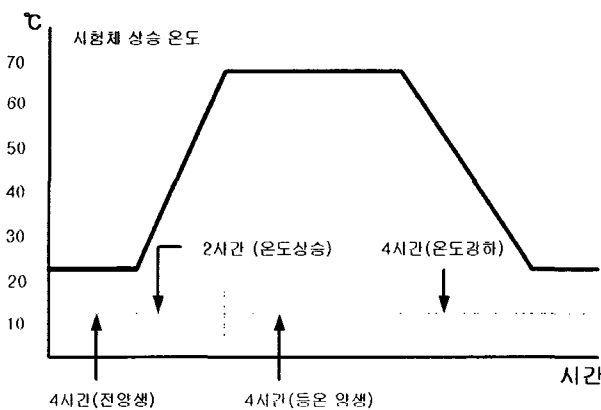


그림 1. 증기양생온도 및 시간조건

## 2.3 시험체 제작 및 압축 시험

### 1) 시험체 제작

모의시험체의 크기는 312×312×100mm, 타일 줄눈은 6mm로 하였으며 100×100mm타일을 이용하였다.

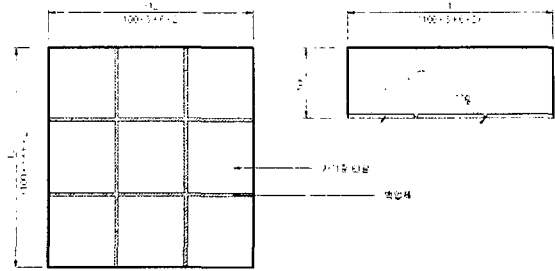


그림 2. PC타일선불임 복합체 상세도

PC패널에 있어서 필요한 기초물성을 만족하는 배합을 그림 2와 같이 자체 제작한 모의 시험체에 타일 시트법을 이용하여 타일과 백업재를 거푸집에 부착한 후 타설하였다. 타설 시 고유동 콘크리트의 무다짐으로 타설하였고, 보통콘크리트의 경우에는 일반 PC패널 제작 시 사용되고 있는 진동다짐을 실시하였다.

### 2) 변형을 추정성 압축 시험

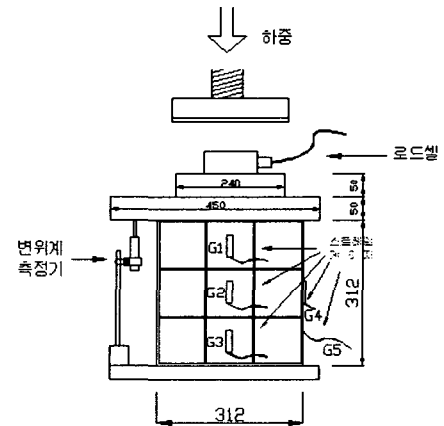


그림 3. 타일 선불임 모의 시험체 압축시험 모형도 [단위 mm]

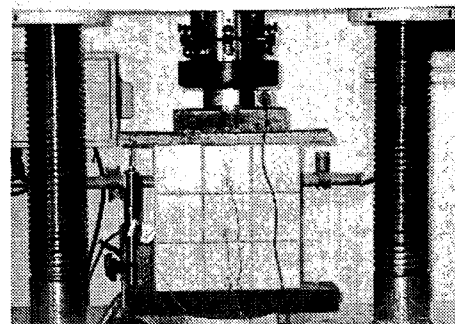


사진 1. 모의 시험체 압축시험

타일 및 콘크리트 표면에 변형율을 측정하기 위하여 필름형 스트레인 게이지를 그림 3과 같이 부착하였다. G1, G2, G3는 타일 표면에, G4는 시험체 측면에 수직으로 부착하여 변형율을 측정하였다.

압축시험은 200tonf UTM기를 사용하여 시험체의 수직방향으로 하중을 주었으며, 콘크리트 타설 후 재령 4주에 실시 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 콘크리트 종류에 따른 한계콘크리트 변형율

각각의 시험체에 압축 하중을 주어 타일 및 콘크리트의 변형율을 그림 4, 5, 6, 7에 나타내었다. 본 연구에서는 타일의 변형율(G1, G2, G3)중에서 변곡된 점의 하중에서 콘크리트 표면의 변형율(G4)를 읽어 이를 한계콘크리트 변형율로 하였다. 또한 일부 시험체의 타일 변형율이 명확한 변곡점을 나타내지 않았지만, 이런 경우에는 타일 표면 변형율이 최대치를 타나 낸 점의 콘크리트 변형율을 읽어 그 값을 한계콘크리트 변형율로 하였다.

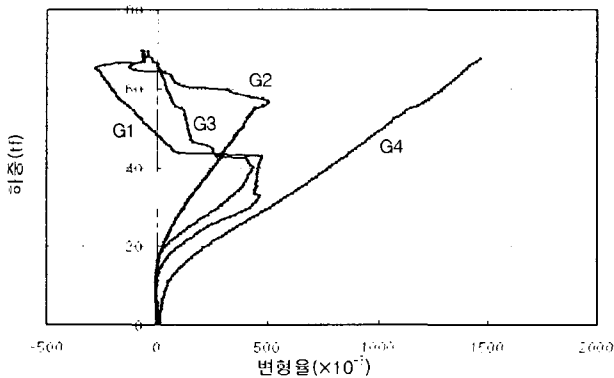


그림 4. No 1 하중-변형율 곡선

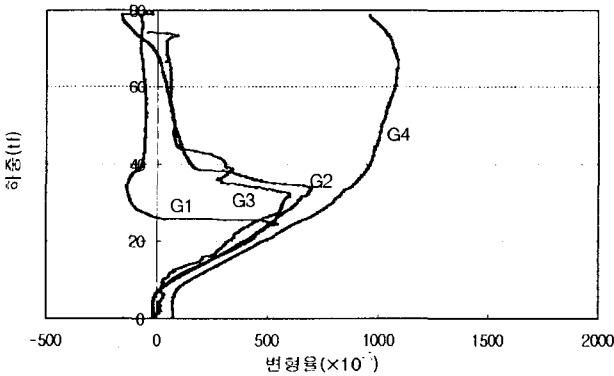


그림 5. No 2 하중-변형율 곡선

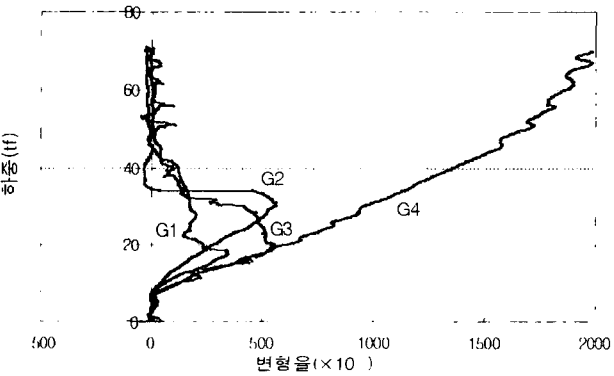


그림 6. No 3 하중-변형율 곡선

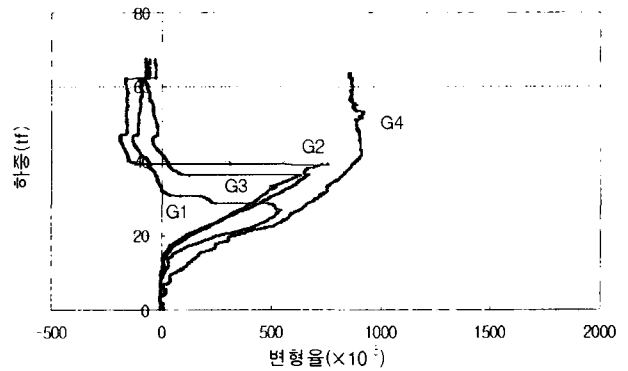


그림 7. No 4 하중-변형율 곡선

콘크리트 종류에 따른 한계 콘크리트 변형율은 고유동 콘크리트 시험체의 경우 No1  $959 \times 10^{-3}$ , No2  $789 \times 10^{-3}$ 의 평균값을 보였으며, 보통콘크리트 시험체의 경우 No3  $700 \times 10^{-3}$ , No4  $751 \times 10^{-3}$ 의 평균값을 보였다. 한계콘크리트 평균 변형율은 고유동 콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체가 약 6~27% 정도 보통 콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체 보다 크게 나타났다.

또한 최소 한계 콘크리트 변형율은 고유동 콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체가 약 5~32% 정도 보통콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체 보다 크게 나타났다.

이는 압축강도에 있어 고유동 콘크리트가 우수할 뿐만 아니라 타일 뒷굽의 충전성이 보통 콘크리트에 비해 우수하기 때문으로 사료된다.

#### 3.2 양생 방법에 따른 한계콘크리트 변형율

양생 방법에 따른 한계콘크리트 변형율을 그림 4, 5, 6, 7에서 같은 방법으로 측정하여 그림 9에 나타내었다. 기중 양생한 시험체의 경우 No1은 최소  $807 \times 10^{-3}$  최대  $1218 \times 10^{-3}$ , No3은 최소  $542 \times 10^{-3}$  최대  $938 \times 10^{-3}$ 의 값을 보였으며, 증기양생한 시험체의 경우 No2는 최소  $659 \times 10^{-3}$  최대  $875 \times 10^{-3}$ , No4는 최소  $630 \times 10^{-3}$  최대  $823 \times 10^{-3}$ 의 값을 보였다.

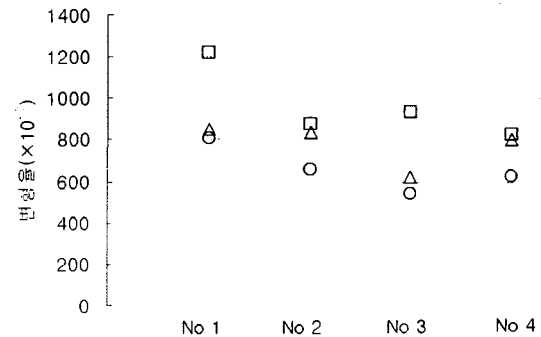


그림 8. 각 모의 시험체의 한계콘크리트 변형율

한계콘크리트 변형율은 증기양생한 시험체가 기중양생한 시험체보다 최대 최소의 범위에 있어 각각의 평균값을 기준으로 표준편차가 작았으며, 특히 보통 콘크리트를 이용한 선불임 시험체에서는 한계콘크리트 변형율이 기중양생한 시험

체가 증기양생한 시험체 보다 평균값을 기준으로 약 6% 정도 작았으나 최대 최소의 변형율은 오히려 더 크거나 작은 값을 보였다.

### 3.3 길이 변화 실험

모의 시험체 No 1, No 2, No 3, No 4의 길이변화 시험 KS F 2424에 준하여 실시하였다. 길이변화 시험은 No 1, No 3의 경우 콘크리트 타설 직후부터, No 2, No 4의 경우 증기양생이 끝난 직후부터 시작하여 800h까지 측정하였으며, 매립용 콘크리트 게이지를 사용, 길이변화 시험체의 중심에 매립되도록 2회에 걸쳐 타설 하였다. 모든 시험체는 동일한 경향을 보였으며, No 1, No 2, No 3, No 4는 최대 길이변화율은 각각  $402 \times 10^{-6}$ ,  $406 \times 10^{-6}$ ,  $399 \times 10^{-6}$ ,  $372 \times 10^{-6}$ 으로 나타났다.

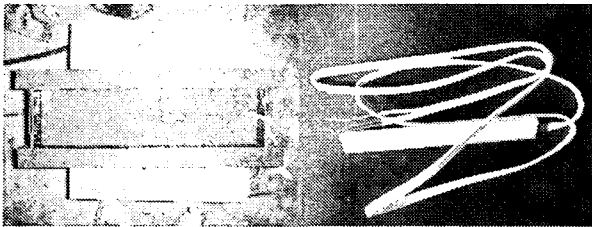


사진 2. 길이변화 실험

### 3.4 한계콘크리트 변형율과 콘크리트 건조 수축 비교

실제 외벽에 일어나는 변형의 원인으로 지진력과 같은 동적변형의 영향을 제외하면 콘크리트 건조수축의 영향이 크다고 사료된다. 따라서 콘크리트 길이변화율이 한계콘크리트 변위 보다 작으면 타일의 박락이 발생하지 않는다고 생각할 수 있다. 각 시험체의 길이변화율로 No 1, No 2, No 3, No 4의 최대 길이변화율은 각각  $402 \times 10^{-6}$ ,  $406 \times 10^{-6}$ ,  $399 \times 10^{-6}$ ,  $372 \times 10^{-6}$ 으로 나타났으며 약  $400 \times 10^{-6}$ 의 값으로 유사하게 나타났다.

타일 선불임 시험체의 한계 콘크리트 변형율의 최소값은 시험체 No 1, No 2, No 3, No 4 각각  $807 \times 10^{-3}$ ,  $659 \times 10^{-3}$ ,  $542 \times 10^{-3}$ ,  $630 \times 10^{-3}$ 의 값을 보였으며, 이는 콘크리트의 길이변화율 약  $400 \times 10^{-6}$  보다 크게 나타났다. 따라서 타일 선불임 공법에서는 콘크리트의 종류, 양생방법에 상관없이 콘크리트의 건조 수축에 의한 박리,박락의 위험성은 없다고 사료된다.

## 4. 결 론

본 연구는 타일 선불임 공법에 관한 기초적 연구로서 본 공법에서 타일 박락이 발생하는 한계 콘크리트 변형율에 관한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) 모든 길이변화 시험체는 동일한 경향을 보였으며, 최대 수축율은 약  $400 \times 10^{-6}$ 로 유사하였다.
- 2) 콘크리트 종류에 따른 한계 콘크리트 변형율에서 고유동 콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체가 약 6~27% 정도 보통콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체 보다 크게 나타났으며, 이는 압축강도와 타일 뒷굽의 충전성에 있어 고유동 콘크리트가 보통 콘크리트에 비해 우수하기 때문으로 사료된다.
- 3) 최소 한계 콘크리트 변위는 고유동 콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체가 약 5~32% 정도 보통콘크리트를 사용한 타일 선불임 시험체 보다 크게 나타났다.
- 4) 한계 콘크리트 변형율의 최소값은 No 1, No 2, No 3, No 4 각각  $807 \times 10^{-3}$ ,  $659 \times 10^{-3}$ ,  $542 \times 10^{-3}$ ,  $630 \times 10^{-3}$ 으로 각 시험체의 건조수축율 보다 크기 때문에 타일 선불임 공법에서는 콘크리트의 종류, 양생방법에 상관없이 콘크리트의 건조 수축에 의한 박리,박락의 위험성은 없다고 사료된다.

타일시공 및 유지에 있어 가장 중요한 것은 타일 박락에 관한 저항성이다. 본 연구에서는 시험체에 압축하중을 주어 타일 박락에 대한 콘크리트 변형율에 관하여 검토하였으며, 콘크리트의 건조 수축과 비교하여 안전성을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

1. 정상진 외, 「건축시공학」 기문당, 1998.
2. 김영수, 타일공사 핸드북, 대한전문건설협회회 미장방수공사사업협의회, 1996, p134
3. 정상진 외, 양생방법에 따른 타일 선불임 공법의 접착특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 춘계학술대회, 2004년
4. 官本欣明 外, フライアッシュを用いた高流動エンクリトの流動特性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2001年