

# Ferro Deck를 사용한 콘크리트 슬래브 표면균열의 원인 및 대책

은총기 · 채원규 · 이명구\* · 김광일\*\* · 손영현\*\*\*

신구대학 토목과 · \*서울보건대학 안전시스템공학과 · \*\*한양대학교 토목공학과

\*\*\*현대건설(주) 기술연구소

## 1. 서 론

최근 기능 및 기술인력의 부족과 인건비 상승에 따른 공사비 증가에 능동적인 대처, 건설공사의 품질향상, 공기단축 등을 위하여 각종 건설공사 부분에서 합리화, 기계화가 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 것들을 적용하기 위하여 개발된 신기술 혹은 신공법에 대한 건설기술자의 미숙지, 부적절한 시공, 무리한 적용 등의 다양한 원인이 결부되어 콘크리트구조물에서 균열발생이 발생하는 경우가 종종 발생되고 있다.

콘크리트구조물에서의 유해한 균열발생 문제는 품질관리가 강조되는 최근의 건설풍조에 역행되며, 미관과 내구성을 저하시켜 구조물의 사용성과 경제성을 떨어뜨리는 주요한 요인으로 대별된다. 이것은 사용자에게 심리적 불안감을 가증 시키며, 나아가서는 구조물의 안전성을 위협하기도 한다.

이에 본 연구에서는, 최근 고층건축물의 슬래브 시공시 무거푸집공법으로 각광을 받고 있는 Ferro Deck를 사용한 슬래브에서 발생된 균열사례를 고찰·분석하고 대책을 제안함으로써, 추후 유사 구조물에서의 균열발생을 예방하는 데에 본 연구의 목적이 있다.

## 2. 슬래브구조물 및 균열현황

본 슬래브에는 철근 Truss 무거푸집공법인 Ferro Deck가 이용되었다. 이 공법은 철근 Truss를 사용하므로 배근의 간격이 일정하고, 피복두께가 일정하게 유지되어 고정도의 Slab가 얻어지고, 시공하중에 의한 휨을 고려하기 위한 챔버(Camber)가 있어 콘크리트 Loss가 적게되는 장점이 있다. 또한 시공의 간단함과 안전성이 높은 슬래브 공법이다.

사용된 콘크리트의 설계기준강도는  $240(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 로서, 그 규격이 25-240-15인 레미콘이 타설하였으며, 일부 부위에는 Base Concrete(규격 25-240-10)에 유동화제를 첨가하여 Slump를 15cm로 조정된 콘크리트가 타설되었다.

본 구조물에 타설된 콘크리트의 배합설계는 표 1과 같으며, 사용된 Ferro Deck의 단면을 개략적으로 나타내면 그림 1과 같다.

표 1. 콘크리트 배합표

f <sub>ck</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	G <sub>max</sub> (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	단위재료량(kg/m <sup>3</sup> )				
						W	C	S	G	혼화제
25	25	15	4.5	50.1	47	189	377	805	911	0.94

한편, 콘크리트의 타설시점은 하절기로서 기온이 높은 시기에 시공되어 Ferro deck 가 열을 받은 상태인 것으로 조사되었다. 콘크리트의 피복두께는 2cm로서 이를 일률적으로 맞추기 힘들기어 ±0.5cm의 허용오차를 두었다. 콘크리트의 다짐방법은 Vibrator 를 이용하여 진동다짐을 수행하였고, 양생은 Curing Compound를 도포한 후 살수하였다.

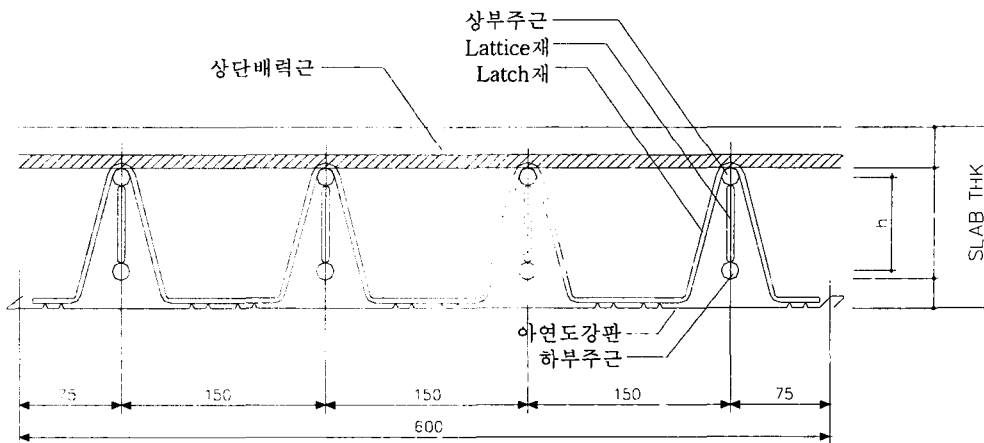


그림 1. Ferro Deck의 단면도

균열발생 시기는 타설후 30분에서 3시간사이에 주철근과 배력철근을 따른 표면부위에 격자형태의 규칙적인 균열이 발생하였고 균열폭은 0.4~1mm정도인 것으로 조사되었으며, 균열부위에 Bleeding현상이 발생하는 곳도 있었다.

### 3. 균열원인 검토 및 추정

조사된 균열의 발생형태, 콘크리트 타설시기 등으로 판단해 볼 때 그림 2의 균열발생요인 중 (1), (4), (5)의 가능성은 배제할 수 있으며, 콘크리트의 소성침하로 인한 균열이라 추정된다.

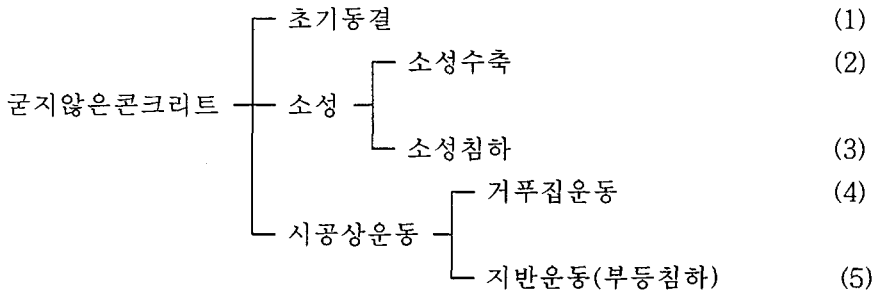


그림 2. 균지않은콘크리트에서의 균열발생요인

이러한 균열의 메카니즘을 소개하면, 콘크리트가 타설된 후 콘크리트내의 골재와 시멘트 입자는 침강하고, 물은 비교적 가볍고 미세한 물질들을 끌고 상승하거나, 일부는 거푸집의 이음새를 통하여 흘러나오게 되는데, 이런 현상을 블리딩이라 하고 이 블리딩으로 인하여 콘크리트 면은 약간 저하하는데 이러한 침하현상은 조건에 따라 상이하지만, 콘크리트의 타설높이가 30~100cm일 경우에 묽은 비비기에서 1~2%정도, 보통비비기에서는 0.5~1.0%정도의 침하가 발생한다. 블리딩에 동반되는 침하가 철근과 같은 것에 구속되면, 그 윗면에 균열이 발생하게 되며, 이것을 소성침하균열(Plastic Settlement Cracking)이라고 한다.

이러한 소성침하균열은 보의 상단철근 상면이나 슬래브 상단철근 상면을 따라 발생하는 데 콘크리트 타설 후 1~3시간 사이에 주로 드러난다. 이러한 현상은 철근직경이 클수록, 슬럼프가 클수록, 철근의 피복두께가 작을수록 증가하며, 충분한 다짐을 수행하지 못한 경우에 더욱 증가하게 된다.

따라서, 이에 대한 대책으로 다음과 같은 사항들이 제안된다. 즉, 소요의 강도와 작업성이 확보되는 범위 내에서 가능한 한 단위수량과 슬럼프를 낮춘 콘크리트로 시공하며, 이를 위해 AE감수제나 유동화제를 적절하게 사용한다. 콘크리트 타설 후 표면에서의 Bleeding현상이 끝나쳐지고, 거의 굳을 시점에서 태핑이나 표면을 문지르는 등의 마무리작업과 다짐작업을 골고루 충분히 수행한다.

#### 4. 결 론

- 1) 슬래브 상면에서 발생한 균열의 원인은 그 발생시기와 양상으로 볼 때, 콘크리트의 소성침하로 인한 균열이라고 사료되며, 구조적인 균열로는 생각되지 않는다.
- 2) 이러한 소성침하균열은 철근직경이 클수록, 슬럼프가 클수록, 철근의 피복두께가 작을수록 증가하며, 충분한 다짐을 수행하지 못한 경우에 더욱 증가하게 된다.
- 3) 따라서, 이에 대한 대책으로 다음과 같은 사항들이 제안된다.
  - 소요의 강도와 작업성이 확보되는 범위 내에서 가능한 한 단위수량과 슬럼프를 낮춘 콘크리트로 시공한다. 이를 위해 AE감수제나 유동화제를 적절하게 첨가한다.
  - 다짐을 골고루 충분히 수행한다.
  - 피복두께를 3cm이상 확보하는 것이 이러한 소성균열을 저감시키는 데 유효한 방안이라고 사료된다.
  - 표면에 Bleeding현상이 끝나쳐지고, 거의 굳을 시점에서 태핑이나 표면을 문지르는 등의 마무리작업도 표면균열을 없애는 데 효과적일 것이라고 판단된다.

#### 참고문헌

1. ACI Committee 224, "Control of Concrete Structures," ACI 224.1R, ACI Manual of Concrete Practice, 1991.
2. "최신 콘크리트공학," 한국콘크리트학회, 1999.
3. "콘크리트표준시방서," 건설교통부, 1999.