

## 초고내구성 콘크리트의 개발

### Development of Ultra High-Strength Coucrete

정 상 진\*

#### 1. 서 론

보통 환경하에서 반영구적이라고 불리우던 철근콘크리트 건축물의 수명을 단축시키는 요인으로서는 다음과 같은 것을 지적할 수 있다.

- 대기중의 탄산가스가 서서히 콘크리트 중에 침투하여 알칼리성을 상실하게 되어 (중성화라 함), 내부의 철근을 부식시키는 현상에 의함

- 콘크리트가 건조하게 됨에 따라 균열이 발생해서 콘크리트 내부에 유해물이 침입하는 현상에 의함

- 해안 지방에서 해풍과 함께 비산하여 오는 염화물 입자가 콘크리트에 침입하여 철근을 부식시키는 현상에 의함

- 최근에는 자동차 배기가스에 의한 질소 산화물이나 공장에서 배출되는 아황산가스등에 의한 농도의 증가가 콘크리트의 수명을 단축시킴

이러한 요인으로부터 철근콘크리트 구조물을 보호하는 대책에는 대체로 다음과 같은 것이 있다.

- 콘크리트 표면에 기밀성 있는 표면 마감재를 사용함.

- 콘크리트의 피복두께를 크게 함.

- 콘크리트의 물시멘트비를 적당하게 함.

그러나 표면 마감재의 경우에는 건물의 형상에 따라 시공이 곤란한 경우가 있고, 일정한 기간마다 유지관리를 해주어야 하는 불편함이 따른다. 또한, 피복두께를 크게하면 실내 유효면적이 줄어

들 뿐만 아니라 건조수축에 의하여 균열 발생을 조장시킬 수도 있다. 그리고 콘크리트의 물시멘트비를 아주 작게 하면, 콘크리트 중의 시멘트량이 증가하게 되어 균열을 조장시키는 결과도 초래할 수 있다.

이와같은 점을 고려해서 철근콘크리트 구조물의 내구성을 크게하여 보통콘크리트 건축물의 수명보다 10배 정도 높은 콘크리트가 개발되었다고 생각한다. 또한 전문적인 내용은 일본건축학회의 건축공표준시방서 5.(JASS 5)에서 규정하고 있는 고내구성 콘크리트보다 훨씬 큰 내구성을 목표로 하고 있으며, 이하의 절에서는 그 내용을 소개한다.

#### 2. 콘크리트의 특성

##### (1) 제조

초고내구성 콘크리트는 크리폴에텔 유도체와 아미노알콜 유도체라는 2종류의 화합물의 적당량을 콘크리트에 첨가하여 콘크리트 자체에 높은 내구성을 부여한 것이다.

##### (2) 건조수축의 저감효과

콘크리트 건축물의 균열은 여러 종류의 인자에 의해서 발생한다. 그 중에서 콘크리트의 건조수축도 상당히 큰 인자 중의 하나라고 할 수 있다. 그 수 있다. 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 초고내구성 콘크리트의 건조수축은 보통콘크리트의 건조수축의 50~60% 정도가 되어 건조수축에 따른 균열을 상당히 억제할 수 있는 효과를 지니고 있다.

\* 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

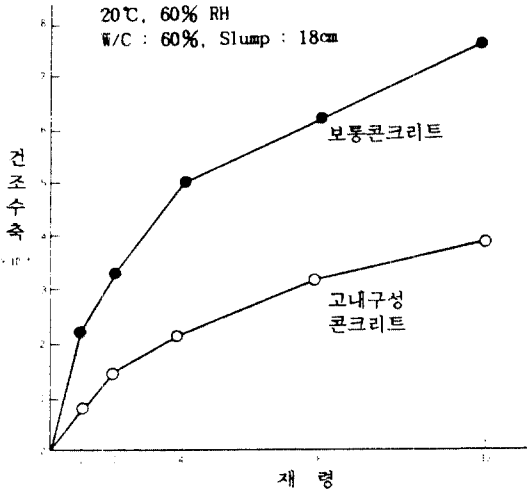


그림 1 건조수축 억제효과

(3) 중성화의 억제 효과

대기중의 탄산가스가 콘크리트에 침투하여 다음과 같은 과정을 통하여 콘크리트의 알칼리성은 상실된다. (그림 2참조)

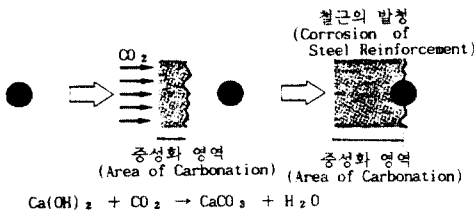
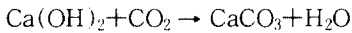


그림 2 중성화 진행에 의한 철근의 발청

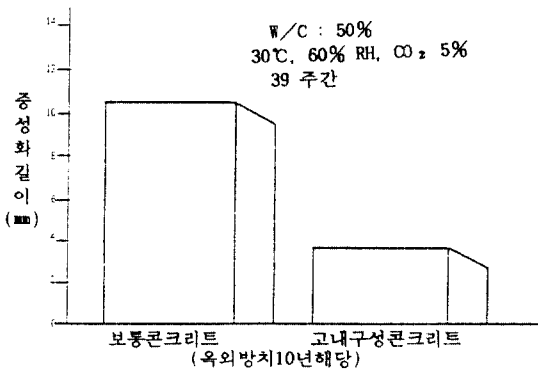


그림 3 중성화 억제효과

보통 환경하에 있어서 중성화가 철근의 위치까지 진행하게 되면 철근이 발청할 위험이 있다. 그림 3에서 나타내는 바와 같이 초고내구성 콘크리트는 보통콘크리트에 비하여 중성화가 1/3정도로 진행되어 장기간에 걸쳐 철근의 발청을 억제할 수 있다.

(4) 염소이온의 침투 억제효과

콘크리트중에 침투한 염분(염소이온)은 철근을 발청시키는 큰 인자중의 하나이다(그림 4참조). 그림 5와 같이 초고내구성 콘크리트는 보통콘크리트에 비하여 염소이온의 침투가 1/4 정도로 억제된다.

이와같은 결과로, 해안지방에서 해풍과 함께 비산되어 오는 염화물에 의한 철근의 발청을 억제할 수 있음을 알 수 있다.

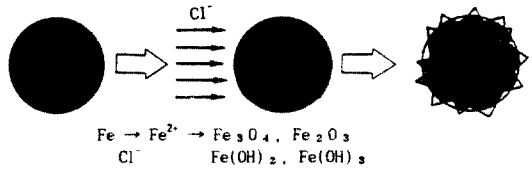


그림 4 염소이온에 의한 철근의 발청

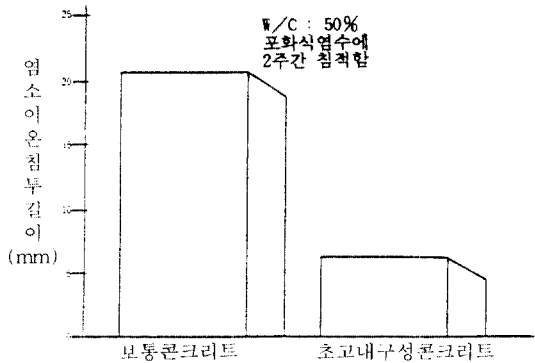


그림 5 염소이온 침투 억제효과

(5) 동결융해의 저항성능

일반적으로 공기량이 1%인 플레인콘크리트(Plain Concrete)는 동결융해에 대한 저항성능이 작아져, 초기의 동결융해 사이클에서 성능저하가 생긴다. 이와같은 데 비하여 초고내구성 콘크리트에서는 1% 정도의 공기량을 보유하여도 동결융해의

저항성이 크게됨을 그림 6에서 볼 수 있다.

이와 같은 것은 아주 미세한 크기의 기포가 근접하여 균일하게 분포되어 있음에 따라 동결융해에 대한 저항성이 커졌다고 생각할 수 있다.

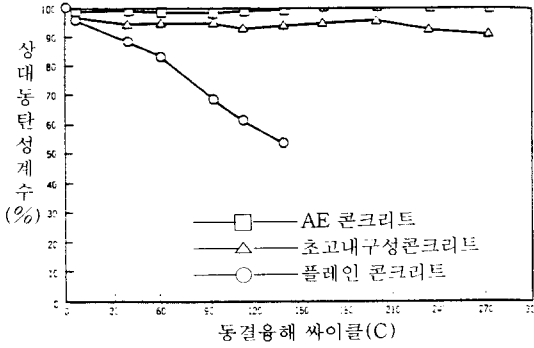


그림 6 동결융해 저항성능

(6) 내산성능

초고내구성 콘크리트는 보통의 콘크리트에 비해 치밀한 조직을 갖고 있어 염산이나 초산등이 콘크리트에 침투하는 양이나 속도를 억제할 수 있다.

이상의 실험결과로부터 초고내구성콘크리트는 보통콘크리트에 비하여 아주 뛰어난 내구성능을 갖고 있음을 알 수 있다. 그러나 이와같은 실험결과가 실제의 건축물에서 어느 정도까지 수명을 연장할 수 있는지 문제점으로 제기된다.

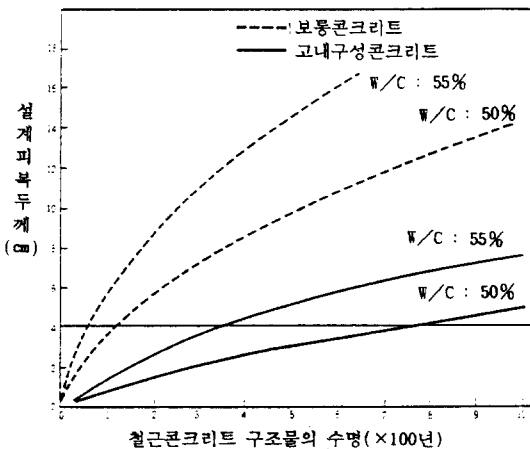


그림 7 콘크리트의 추정예

일반적으로 보통환경하에 있어서 콘크리트의 중성화가 철근의 위치까지 진행되어 철근이 발청하게 되면, 철근콘크리트의 구조물로서 수명이 다 되었다고 간주하고 있다.

따라서, 전술한 기본 생각을 토대로 해서 중성화 진행속도와 피복두께와의 관계로 부터 콘크리트 구조물의 수명을 추정하여 나타내면 그림 7과 같게 된다.

그림에서 알 수 있는 바와 같이 보통의 환경하에 있어서 초고내구성 콘크리트를 사용하면, 콘크리트구조물의 수명을 아주 오랫동안 연장시킬 수 있음을 알 수 있다.

3. 적 용

초고내구성콘크리트의 시스템은 지금까지 소개한 초고내구성콘크리트를 중심기술로 해서, 콘크리트에 대한 시공기술, 설비기술, 마감공사 및 건축물의 유지관리를 포함한 종합적인 시설기술로서 성립될 수 있다.

초고내구성콘크리트의 시스템은 어떤 종류의 철근콘크리트 건축물에도 적용할 수 있지만, 일반적으로 적용할 것인가에 대해서는 건축주 또는 설계자가 사회적인 조건이나 경제적인 조건등을 고려하여 높은 내구성이 필요할 것인지를 먼저 판단해서 결정해야 한다.

보통환경하의 사용조건에 있어서 높은 내구성이 필요한 건축물은 표 1에 나타내고 있다. 실제로 시공할 때에는 전술한 JASS 5 「고내구성콘크리트」의 시방에 따르는 것이 좋다고 본다.

표 1 초고내구성이 요구되는 건축물

사회적조건에 의한	국민적인 의미를 갖는 공공적 건축물	국회의사당, 국회 등
	귀중한 것을 수장한 건축물	미술관, 박물관, 공공도서관 등
	성능저하, 손상에 의한 중대한 위험이 생길 우려가 있는 곳	위험물 저장소 등
경제적조건에 의한	수리, 보수에 경제적인 손실이 큰 건축물	초고층건축물, 병원, 대규모 집합주택, 연구시설 등
	구조재 내용년수의 연장으로 인하여 경제적으로 유리한 건축물	집합주택, 학교, 각종 공공시설 건물 등

#### 4. 소 결

건축물은 사회의 유산으로 후손에게 우리시대의 문화를 이해시켜주는 아주 중요한 유물이다. 또한 세계적으로 산성비가 많아지고 있고, 이를 포함한 건축물의 주위여건들이 나날이 열악하여 집에 따라 철근콘크리트 구조물의 수명은 보다 더 단축될 것으로 예상된다.

이와같은 실정을 고려하여 철근콘크리트 구조물에 대한 내구성의 향상은 아주 중요한 연구과제이고, 앞으로도 계속 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

1. 佐久田他：“高耐久性コンクリートの開發研究”，その1~6, 建築學會大會, 1986, 88, 89
2. Sakuta, M. et al.：“Measures to Restrain Rate of Carbonation in Concrete”, Katharine and Bryant Mather International Conference, SP100-100, 1988
3. Sugiyama, M. et al.：“Durability of Concrete Containing a Shrinkage Reducing Admixture”, Katharine and Bryant Mather International Conference, SP100-58, 1988
4. 日本建築學會：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鐵筋コンクリート工事 