

## 고유동 콘크리트

High Fluidity Concrete



최연왕\*

Yung-Wang Choi



김경환\*\*

Kyung-Hwan Kim



박상준\*\*\*

Sang-Joon Park



정재권\*\*\*\*

Jea-Gwone Jung

### 1. 서론

최근 국내 건설현장에서는 시공효율성을 높은 고유동 콘크리트가 초고층 빌딩을 중심으로 적용되기 시작되어 건축현장에서 점차 확산되고 있으며, 관급공사가 주류인 토목현장에서도 시험 시공을 통하여 고유동 콘크리트에 대한 관심이 점차 증진되고 있는 실정이다. 국내의 경우 고유동 콘크리트에 대한 규정이 2005년도 개정된 토목공사 표준일반콘크리트, 2006년 건축공사 표준시방서에서 처음 정립되었지만 고유동 콘크리트에 대한 품질 및 평가방법 등에 대한 명확한 규정이 제시되지는 못했다. 이에 이번 2009년도 개정 콘크리트표준시방서에 좀 더 구체적이며 명확한 내용을 포함한 고유동 콘크리트가 신설되었다.

고유동 콘크리트는 기존의 유동성만을 강조한 유동화 콘크리트와는 다른 콘크리트로 유동성 및 점성을 동시에 평가함에 따라 자기충전성을 확보할 수 있는 콘크리트로 현장의 시공효율성 및 콘크리트의 품질을 증진시키는 것으로 보고되고 있으며, <그

림 1>은 이러한 고유동 콘크리트의 도입배경에 대한 설명이다.

본 고유동 콘크리트 신설 집필위원회는 2007년 2월 한국콘크리트학회의 콘크리트표준시방서 정비계획서 제출과 동시에 위원회가 구성되었으며, 처음 계획에서는 기존의 유동화 콘크리트 부분에 고유동 콘크리트를 부분적으로 포함한 유동화 및 고유동 콘크리트 집필위원회로 시작되었다.

이 위원회는 2008년 11월까지 공청회 2회 및 자체 회의 10회를 수행하며 유동화 콘크리트 부분은 개정을 중심으로, 고유동 콘크리트 부분은 신설을 목표로 활동하다가 한국콘크리트학회의 3차에 걸친 자문회의 결과 고유동 콘크리트 부분이 8장으로 신설됨에 따라 최종 집필방향은 본 고와 같이 결정하였다. <표 1>은 콘크리트표준시방서 개정 및 고유동콘크리트위원회의 추진일정이다.

공청회 및 자체회의에서 제시된 많은 의견을 가능한 수용하려고 위원회에서 노력하였지만 몇 가지 사항은 이번 시방서에 반영되지 못한 점이 있다. 특히 고유동 콘크리트 정의에 있어 기존의 토목공사 표준일반시방서 및 건축공사 표준시방서와 달리 다짐작업 없이 자기충전성이 가능한 콘크리트로 정의함에 따라 고유동 콘크리트는 다짐작업 없는 콘크리트로 제한하였다. 이에 따라 고유동 콘크리트의 품질을 자기충전성이 가능한 600 mm 이상으로 규정하였다. 국내 일부 현장의 경우 준유동 콘크리트라 하여 다소의 다짐작업을 함께 하고 있는 경우가 있기 때문에 공청회에서 다짐작업을 허용해야 된다는 의견이 제시되었지만 자기충전성이라는 고유동 콘크리트의 기본 개념을 충실히 하기 위하여 이번 시방서에 반영하지 못하였다. 또한 고유동 콘크리트의 성능 평가에 대한 다양한 시험방법을 이번 시방서에 반영하지 못하고 현재 KS F 2594, ‘굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법’에 제시되어 있는 슬럼프 플로 측정값을 유동성 측정방법으로 슬럼프 플로 500 mm 도달시간을 점성측정 방법으로 선택하였다. 이러한 이유는 고유동 콘크리트의 성능을 기존의 현장에서 장비교체 없이 용이하게 측정할 수 있을 것으로



그림. 1 고유동 콘크리트의 도입배경

\* 정회원, 세명대학교 토목공학과 교수

crete77@semyung.ac.kr

\*\* 정회원, (주)에이치비티 대표이사

\*\*\* 정회원, (주)대우건설기술연구원 건축연구팀 선임연구원

\*\*\*\* 정회원, 세명대학교 토목공학과 박사과정

표. 1 콘크리트 표준시방서 개정 및 고유동 콘크리트 위원회 추진 경위

추진 일정	주요 내용
2007. 2. 16	· 시방서(고유동 콘크리트) 정비계획서 제출
2007. 11 ~ 2008. 4	· 고유동 콘크리트 공청회(1차) 개최 - 한국콘크리트 기술학술발표회(2007. 11, 성균관대학교) · 고유동 콘크리트 검토위원 위촉 및 공청회(2차) 개최 - 한국콘크리트 봄학술발표회(2008. 4, 용평리조트) - 검토위원 : 김대중교수의 5인.
2008. 1	· 고유동 콘크리트 개정방향 워크숍 개최 - 초유동 → 고유동 콘크리트(용어변경) - 슬럼프 플로 범위, 해설편 자료준비 - 거푸집 측압, KSCE 실험규준 검토
2008. 2	· 고유동 콘크리트 시방(안) 초안 작성
2008. 5	· 고유동 콘크리트 검토위원 검토의견서 작성 · 고유동 콘크리트 해설(안) 초안 작성 · 고유동 콘크리트 해설(안) 집필위원회 회의 개최
2008. 6 ~ 2008. 11	· 고유동 콘크리트 표준시방서 자문회의 (1, 2 및 3차) 개최
2009. 9	· 국토해양부 정부 관보에 개정 공고
2009. 11 ~ 2009. 12	· 콘크리트표준시방서 해설 강좌 개최(1, 2차) (고유동 및 고강도 콘크리트)

판단되었으며, 또한 아직까지 국내의 경우 검증된 성능 평가 방법이 없기 때문이다. 그러나 이번 시방서에 제시된 2가지 시험 방법으로 고유동 콘크리트의 성능을 평가하기에는 부족하다고 판단되어 2010년도 출판예정인 콘크리트표준시방서 해설의 한국콘크리트학회 제 규준(안)에 '고유동 콘크리트의 유동성능 측정방법'을 제정하여 O형 및 V형 유하시험, U형 및 Box형 충전시험 및 J-ring 통과성능 시험방법을 제시하였다.

<표 2>는 고유동 콘크리트 성능평가를 위한 기존의 다양한 시험방법 및 시험 장치에 대한 사진이다.

<표 2>의 경우 외에도 고유동 콘크리트의 성능평가를 위하여 JSCE 및 ACI(237R-07)에서는 슬럼프 플로 형태 및 타설 후 기둥의 분리를 통한 안정성 등 다양한 방법을 제안하고 있다.

## 2. 주요 신설내용

이번에 신설된 고유동 콘크리트는 국내의 경우 기존에 발표된 관련 연구논문과 토목공사 표준일반시방서 및 건축공사 표준시방서를 참고하였으며, 국외의 경우 일본의 JSCE 및 미국의 ACI 237R-07을 참고하여 국내실정에 적합하게 제정하였다.

주요 내용은 다음과 같다.

### (1) 고유동 콘크리트의 용어 정립

고유동 콘크리트는 '재료분리 없이 높은 유동성을 가지면서 다짐작업 없이 자기충전성이 가능한 콘크리트'의 의미로 사용되었으며, 콘크리트의 성능을 나타내는 용어로 유동성, 재료분리 저항성 및 자기충전성을 가짐.

### (2) 고유동 콘크리트의 자기충전성

고유동 콘크리트의 자기충전성 등급 철근의 배근상태에 따라 3가지로 분류하였다. 일반적으로 사용되는 철근콘크리트 부재는 2등급을 표준으로 함.

- ① 1등급 : 최소 철근 순간격 35 ~ 60 mm 정도의 복잡한 단면 형상, 단면 치수가 적은 부재 또는 부위에서 자기 충전성을 가지는 성능
- ② 2등급 : 최소 철근 순간격 60 ~ 200 mm 정도의 철근 콘크리트 구조물 또는 부재에서 자기 충전성을 가지는 성능
- ③ 3등급 : 최소 철근 순간격 200 mm 정도 이상으로 단면 치수가 크고 철근량이 적은 부재 또는 부위, 무근

표. 2 고유동 콘크리트 성능평가 시험

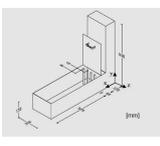
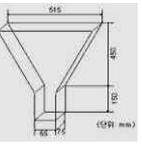
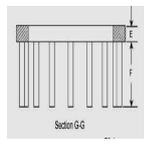
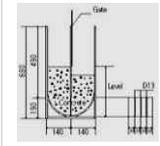
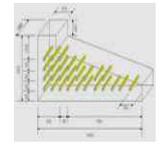
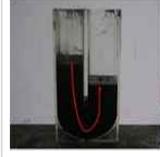
시험명	유동성 평가		재료분리 저항성		충전성 평가	
	슬럼프 플로	L형-플로	V-funnel 유하시간	J-Ring	U-Box	L형 과밀배근
장치도면						
실험사진						

표. 3 기존 관련 규정 및 반영내용

항목	관련 규정	시방서 반영 내용
KS 규격	· KS F 2594, '굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법' · KS F 4009, '레디믹스트 콘크리트'	고유동 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법 및 범위
JSCE	· JSCE[F 511, 512 및 514]-1999 고유동 콘크리트의 U-Box, 깔대기를 이용한 유하시간 및 L형 플로 시험 기구 제시	재료분리 저항성 및 충전성(해설)
JIS 규격	· JIS A 1150-01 고유동 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법	고유동 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법론
ACI 매뉴얼	· ACI 237R-07 Self-Consolidating Concrete	고유동 콘크리트의 영향요인 및 측정 장치
ASTM	· C 1621-06 Standard Test Method for Passing Ability of Self-Consolidating Concrete by J-Ring	J-Ring를 통한 고유동 콘크리트의 Passing 성능 평가 방법(해설)

콘크리트 구조물에서 자기 충전성을 가지는 성능

### (3) 고유동 콘크리트의 품질지표

고유동 콘크리트는 굳지 않은 콘크리트의 유동성은 슬럼프 플로 600 mm 이상으로 하였으며, 재료 분리 저항성은 슬럼프 플로 시험 후 콘크리트 중앙부에는 굵은 골재가 모여 있지 않고, 주변부에는 페이스트가 분리되지 않아야 함. 또한 슬럼프 플로 500 mm 도달시간 3 ~ 20 sec 범위에서 현장타설시 재료분리 없이 철근이 배근된 거푸집을 균질하게 채울 수 있다고 제시함.

상기 주요내용 이외에 시방서에서는 적용현장에 따른 구조물의 구조조건 및 시공조건 등에 따라 고유동 콘크리트의 제조 방법을 분체계, 증점제계 및 병용계 배합으로 분류하여 적합한 방법을 선정하도록 하였다. <표 3>은 기존의 국내외의 주요 관련 규정을 신설 시방서에 반영한 내용을 정리한 것이다.

### 3. 맺음말

3년여 동안 콘크리트 표준시방서 개정 및 신설 작업을 통하여 고유동 콘크리트가 2009년 10월에 시방서에 신설된 것은 관련 연구자의 한사람으로서 진심으로 반가운 일이다. 물론 국내의 적용실적 및 관련 연구자료가 부족하여 외국의 규정을 상당부분 참조하였으나, 차후 고유동 콘크리트의 현장적용 실적이 증가하여 이에 대한 충분한 자료가 확보될 수 있다면 다음 시방서 개정 작업시에 좀 더 부족한 부분이 보완되지 않을까 생각된다.

고유동 콘크리트는 시공의 효율성을 증가시킬 뿐만 아니라 다짐작업이 불필요하기 때문에 현장에서 자주 발생하는 불균등 다짐에 의한 콘크리트의 품질 저하를 방지함에 따라 콘크리트의 균질성을 확보할 수 있는 콘크리트 기술로 그 사용성이 크게 기대되는 콘크리트 분야이다.

그러나 고유동 콘크리트는 기존의 콘크리트와 달리 유동성 및 점성을 동시에 만족해야만 자기 충전성을 확보할 수 있기 때문에 고유동 콘크리트의 성능을 만족하는 콘크리트를 제조 및 품질 관리하기 위해서는 보다 많은 주의 및 기술적 향상이 필요할 것으로 판단된다. 이러한 문제가 단점이 될 수 있지만 전문기술자만이 제조할 수 있는 콘크리트는 우리에게 콘크리트 구조물에 대한 신뢰성을 향상시켜 줄 것으로 기대된다. □

### 참고문헌

1. KS F 2594, '굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법', 2004.
2. KS F 4009, '레디믹스트 콘크리트', 2006.
3. ACI Committee 237, 'Self-Consolidating Concrete', ACI, 2007.
4. 吳相均, '高流動コンクリートのレオロジー-評價および流動設計', 東京大學, 1999.
5. (사)한국콘크리트학회, '콘크리트표준시방서', 2009.

담당 편집위원 :

권기주(한국전력공사) kyeunkjoo@kepeco.co.kr