

高流動콘크리트의 技術現況

최 재 진

(국립천안공업전문대학 토목과 조교수)

1. 서 언

선진국에서 고성능콘크리트(high performance concrete)는 크게 두 부분으로 나뉘어 개발되고 있다. 유럽이나 구미에서는 주로 고강도를 발현하고 높은 내구성을 가지는 고성능콘크리트를 개발하고 있고, 일본에서는 다짐이 불필요한 고성능콘크리트인 고유동콘크리트의 개발에 역점을 두고 있다.

고유동콘크리트란 높은 변형성과 높은 분리저항성에 의해 自己充塡性을 갖는 콘크리트이다.

따라서 재료가 분리되지 않은 상태로 철근이 복잡하게 배치된 거푸집의 구석구석까지 외부에서 힘을 전혀 가하지 않거나 아니면 아주 작은 힘만으로 충전시킬 수 있는 장점이 있다.

이러한 고유동콘크리트는 동경대학의 岡村 甫 교수 등의 연구팀에 의해 연구가 시작되었는데^{1,2)} 콘크리트 구조물의 내구성을 높여 그의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 시공의 영향을 받지 않는 다짐이 불필요한 콘크리트의 개발이 필요하다는 것이다.

다짐이 필요없게 되면 시공방법의 良否에 따른 영향을 받지 않고 신뢰성이 높은 구조물을 만들 수 있을 뿐 아니라 건설현장에서의 시공시스템의 합리화를 꾀할 수 있다. 종래의 시스템은 콘크리트 타설시에 다짐작업을 필요로 하기 때문에 여러 가지 제약을 받았다. 1회타설리프트 높이의 제한, 다짐작업을 위한 발판, 박스단면에서 밀면

과 벽체부분의 분할타설 등이 그 예가 된다. 다짐이 불필요한 콘크리트는 이들 제약에 구애받지 않고 시공시스템의 합리화를 도모할 수 있어서 이제까지 콘크리트 타설 등의 시공성이 애로가 되어 실현이 어려웠던 鋼콘크리트 샌드위치 합성 구조 등의 새로운 구조형식의 가능성이 높아졌다.

또한 이른바 3D로 불리는 콘크리트 타설에 변혁을 가져와 기능노동자의 감소와 고령화 문제를 해결함으로써 콘크리트와 관련한 이미지 제고와 경쟁력 강화의 열쇠가 될 수 있을 것으로 기대된다. 그 밖에도 콘크리트 2차제품공장이나 도시지역의 건설현장에서의 다짐작업에 의한 소음과 진동은 주변의 주민에 대한 환경문제 만이 아니라 공장에서 일하는 사람의 작업환경문제로서도 심각한 문제가 아닐 수 없었다. 진동다짐을 하지 않는다면 이러한 문제들을 모두 해결하는 효과가 있을 것이다.

이하에서는 고유동콘크리트의 배합과 특성 등에 대하여 고찰하고 문제점과 앞으로 연구되어야 할 사항 등에 대하여 관련문헌을 인용하여 논의하고자 한다.

2. 고유동콘크리트의 배합

고유동콘크리트의 반죽질기는 일반적인 개념으로 볼 때 슬럼프값 23-27cm, 슬럼프플로우 60-70cm 정도의 범위이며 배합은 종래의 AE 콘크리

트 배합과 비교할 때 굵은골재량이 약간 적고 분체의 양이 많은 특징을 갖는다. 수중불분리성콘크리트의 배합과 비교하면 골재량은 큰 차이가 없으나 단위수량이 작고 분체량이 많다.

대부분의 고유동콘크리트는 고성능감수제 또는 고성능AE 감수제를 비교적 다량으로 사용하여 높은 변형성을 부여하게 하는 점이 공통이다. 고성능감수제는 주로 분체입자의 분산상태를 변화시켜 구속수를 감소시키는 효과와 분체입자 상호간의 접촉, 마찰 등에 의한 변형, 유동저항을 작게 하는 효과가 있다. 그러나 슬럼프의 손실이 크다는 단점을 갖고 있어 이것을 개선시키고자 개발한 것이 고성능AE 감수제이다.

고유동콘크리트는 높은 분리저항성을 부여하는 방법에 따라 대체로 다음 3가지로 분류된다.³⁾

(1) 단위량 500kg/m³ 이상의 비교적 다량의 분체(시멘트, 고로슬래그미분말, 플라이애쉬, 석회석미분말 등)를 사용하며 분체의 보수성에 의해 높은 분리저항성을 부여하는 것으로 물분체비는 30% 정도로 배합상으로는 고강도콘크리트에 가깝다.

(2) 단위량 500kg/m³ 정도로 비교적 다량의 분체를 사용하며 여기에 多糖類天然 高分子系의 분리저감제 또는 미량의 셀룰로오스계 분리저감제를 첨가하여 분체와 분리저감제와의 양자에 의해 높은 분리저항성을 부여하는 것으로 배합상으로는 앞의 (1)에 가깝다.

(3) 셀룰로오스계나 아크릴계의 분리저감제를 비교적 다량으로 첨가함으로써 높은 분리저항성을 부여하며 분체량은 보통의 콘크리트와 같거나 다소 높고 물분체비는 40-60%로 보통콘크리트와 같은 정도로서 배합상으로는 수중불분리성콘크리트와 거의 같다.

고유동콘크리트에 사용되는 분리저감제는 셀룰로오스계의 수용성고분자, 폴리아크릴 아미드계의 수용성고분자, 발효기술에 의해 제조되는 다당류 폴리머(바이오폴리머)로 크게 나눌 수 있다. 그외 흡수 폴리머와 특수무기분말, 팽창제를 혼합한 것, 감수제와 수용성 고분자를 혼합한 것

등이 보고되고 있다.

일반적으로 고유동콘크리트에 사용되는 시멘트는 각종 포틀랜드시멘트를 기초로 플라이 애쉬나 고로슬래그미분말 또는 실리카흙 등과 고성능감수제를 조합하고 분리저감제로서 다당류폴리머 등을 사용한 것이 많다. 그러나 이런 통상적인 혼화재에 의존하지 않는 고유동콘크리트용 시멘트를 탐색한 연구도 진행되고 있다. 이와 관련하여 중용열시멘트는 보통시멘트보다 상당히 적은 고성능감수제량으로 동등한 플로우값이 얻어졌고 중질탄산칼슘 10%를 혼합한 경우는 한층 더 유동성이 향상된다고 한다.⁴⁾

또한 C3A의 함유량을 2-5%로 낮춘 베라이트시멘트(belite cement)도 최근에 일본에서 연구되고 있는데 이 시멘트를 사용할 경우 수화열이 감소되고 고성능감수제의 감수성능이 높아지며 슬럼프 손실이 감소된다고 한다.

현재까지 보고된 고유동콘크리트의 사용재료 및 배합은 표 1에 나타난 바와 같이 매우 다양하며 용도 및 대상구조물의 종류에 따라 목표로 하는 굳지 않은 콘크리트의 성능 및 경화후의 특성에는 차이가 있다.

3. 고유동 콘크리트의 평가방법

3.1 고유동콘크리트의 평가 특성

고유동콘크리트의 특성으로서 평가해야 할 사항은 대체로 유동성, 부착성, 분리저항성, 간극통과성, 충전성의 5가지 정도인데 이들의 정의는 다음과 같다.⁵⁾

(1) 유동성

고유동콘크리트의 굳지 않은 상태에서의 변형성상의 충칭으로 레올로지 정수(항복치 및 점도 등)로 정량화 될 수 있는 재료의 성질이다. 유동성에 관한 평가시험방법은 자중이나 외력에 의한 최종변형률 즉 軟度를 평가치로 하는 것과 그때의 변형에 필요한 시간을 측정하고 변형속도 즉

점도를 구하여 평가치로 하는 것 등이 있다.

(2) 부착성

부착성은 고유동콘크리트가 굵은골재, 철근, 거푸집에 부착하려는 성질이며 이들과의 경계면에서 미끄러짐이 일어나는 최소의 전단응력으로 정량화되는 재료의 성질이다. 부착성에 관한 시험방법은 모르터와 강판, 굳지 않은 콘크리트와 강판간의 부착력을 측정하는 방법 등이 제안되고 있다.

(3) 분리저항성

고유동콘크리트 속의 모르터와 굵은골재의 중량차 등에 의해 생기는 상대이동에 저항하는 콘

크리트의 성질을 말한다.

분리저항성에 관한 시험방법은 정적 또는 진동 하에서 모르터와 굵은골재의 비중차에 의해 일어나는 분리저항성을 평가하는 것과 콘크리트 유동 시의 간극부분을 통과할 때에 일어나는 모르터와 굵은골재의 분리저항성을 평가하는 방법이 있다.

(4) 간극통과성

고유동콘크리트가 철근사이나 거푸집 사이 등을 통과할 때의 통과하기 쉬운 정도를 나타내는 콘크리트의 성질로서 유동성과 분리저항성, 철근 밀도와 거푸집 치수 등에 따라 지배된다.

간극통과성 시험방법으로서는 고유동콘크리트가 거푸집의 협소부분이나 철근부분을 통과하는

〈표 1〉 고유동콘크리트의 배합⁵⁾

콘크리트 종 류	분리저감제		분 체		물분체비 (%)	고성능 (AE) 감수제
	첨 가 유 무	종 류	분체량 (kg/m ³)	종 류		
고강도 콘크리트	무	—	450-650정도	OPC, OPC+BS OPC+SF등	20-40정도	첨 가
고유동 콘크리트	무	—	비교적 많다 500-700정도	OPC+BS, OPC+BS+FA, OPC+LS,M, OPC+FA, OPC+BS+SF, Belite(+BS,FA,LS ,SF)등	30-35정도	첨 가
	유	바이오폴리마계 또는 미량의 셀 룰로오스계	500-600정도	OPC,M,OPC+BS OPC+FA, OPC+BS+FA, OPC+LS, OPC+BS+LS, Belite,Belite+FA	30-35정도	첨 가
		셀룰로오스계 아크릴계	비교적 적다 300-450정도	OPC,BB, OPC+BS, OPC+FA, OPC+BS+FA OPC+BS+LS등	40-60정도	첨 가
수중불분리 성콘크리트	유	수중불분리성 혼화제(셀룰로오 스계, 아크릴계)	320-550정도	OPC,BB, OPC+BS, OPC+BS+FA등	40-65정도	첨 가

주) OPC: 보통포틀랜드시멘트, M: 중용열포틀랜드 시멘트, BB: 고로시멘트 B종, BS: 고로슬래그 미분말, FA: 플라이애쉬, SF: 실리카흙, LS: 석회석미분말

경우를 가정한 것이 제안되고 있다.

(5) 충전성

고유동콘크리트가 철근 주변부나 거푸집 속의 구석구석까지 채워지는 상태를 나타내는 콘크리트의 성질로서 유동성과 분리저항성, 간극통과성 등에 의해 지배된다.

콘크리트가 높은 충전성을 갖기 위해서는 높은 유동성과 더불어 재료분리저항성을 동시에 갖게 할 필요가 있다.

철근이 촘촘히 배근된 상황에서 일반적인 콘크리트를 충전하는 경우 저슬럼프 영역에서는 콘크리트의 변형성이, 고슬럼프 영역에서는 재료분리저항성이 주로 충전성을 지배한다고 볼 수 있다.

3.2 유동성 등의 평가방법

고유동콘크리트의 배합을 결정하거나 현장에서 품질관리를 하기 위하여 굳지 않은 콘크리트의 위키빌리티를 평가할 수 있는 간편한 시험방법의 결정이 필요하며 또한 시공할 때의 상황을 모방한 조건하에서의 충전성을 확인할 수 있는 시험방법이 필요하다. 그러나 모든 상황을 고려한 시험방법을 개발한다는 것은 매우 어려운 일이기 때문에 현재까지 여러 가지의 시험방법이 제안되고는 있으나 아직 만족할만한 시험방법은 개발되지 않은 상태이다.

고유동콘크리트의 유동성 등을 평가하는 방법으로 제안된 것을 정리하면 표2와 같으며 이들

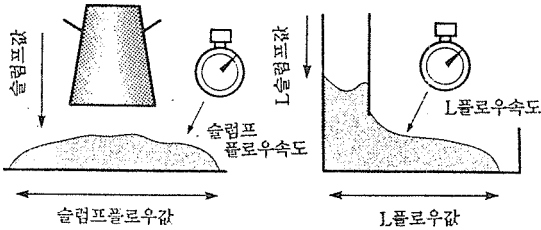
〈표 2〉 고유동콘크리트의 유동성 등 시험방법의 예⁷⁾

판정내용	측정항목	하중상태	시험방법 예	특 징
유동성 (변형저항성)	최종변형량	자 중	· 슬럼프플로우시험 · L형플로우시험 · 박스형시험	자중에 의한 횡방향 흐름거리를 측정하는 것이 많음. 측정치는 항복치에 크게 지배된다.
		외 력	· 콘크리트플로우시험	충격적인 외력이 가해질 경우에는 항복치 외에 점성의 영향도 받는다.
	변형속도	자 중	· 슬럼프플로우속도시험 · L형플로우속도시험 · 깔대기유하시험	항복치가 같으면 점성의 크기를 비교할 수 있다. 정지할 때까지의 속도를 측정하는 것은 오차가 크다. 하중이 별로 감소하지 않는 초기의 속도를 측정하는 연구가 필요하다.
		외 력	· 球引上시험 · 전단박스시험	레올로지시험이 많음. 하중제어나 변형속도제어로 측정한다. 측정은 간편하지 않으나 항복치와 소성점도를 검출할 수 있다.
분리저항성	골재량	자 중	· 망체시험 · 배근박스형시험	굵은골재와 모르터의 분리를 양적으로 측정하여 분리한계를 정량화한다. 목측에 의한 판단과 크게 다르지 않다.
		외 력	· 진동하의 굵은골재 · 침강시험 · 진동망체시험	무진동 타설을 전제로 한 콘크리트도 진동 등의 외력을 제어하여 시험을 하는 것이 의미가 있다.
간극통과성	유 량 유동속도	자 중	· 깔대기유하시험 · 배근깔대기유하시험 · 배근박스시험 · 배근L형플로우시험	모르터의 변형저항성과 굵은골재와의 분리저항성이 관련되며 대상이 되는 영역의 크기가 영향을 미친다. 수직낙하형과 횡방향 흐름의 형식이 있다. (종류는 대단히 많다)
충전성	충전상황	자 중	· 각종 장애모델 거푸집 · 시험	최종적인 종합평가를 실패조건으로 바꾸어 시행한다. 측정치를 수치로 정량적으로 표시하는 것은 곤란하며 평가시험으로서는 별로 범용성이 없다.

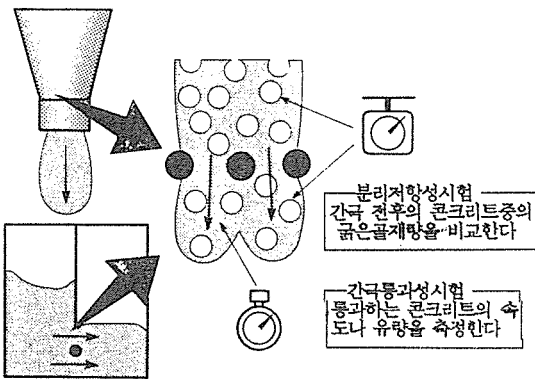
시험장치의 제원은 참고문헌(6) 등에 소개되어 있다.

고유동콘크리트의 유동성의 평가시험으로서는 주로 항복치(軟度)에 의해 영향을 받는 현상을 측정하는 슬럼프시험, 슬럼프 플로우시험 등과, 항복치와 소성점도 둘다의 영향을 받는 현상을 측정하는 L형플로우시험이나 각종 깔대기시험이 대표적이다. (그림1 참조)

분리저항성과 간극통과성은 고유동콘크리트에서는 극히 구별하기 어려우나 철근사이 등을 통과시켜 콘크리트중의 굵은골재량 변화를 조사하는 것이 전자이며 굵은골재 분리현상을 포함하여 통과효율을 속도 등으로 정량화하고자 하는 경우를 후자로 구별할 수가 있다. (그림2 참조)



〈그림 1〉 유동성의 평가⁷⁾



〈그림 2〉 분리저항성과 간극통과성의 평가⁷⁾

4. 유동화콘크리트의 특성

고유동콘크리트는 아직 개발 초기단계라 할 수 있기 때문에 그 특성에 대해서는 개략적인 경향만이 파악되고 있으며 시멘트, 골재, 석회석미분말, 고로슬래그미분말, 플라이애쉬 등 각 재료가 주는 영향에 대하여 앞으로 시공조건의 영향과 개개의 재료와의 상관성 등에 관한 체계적인 연구와 데이터의 축적이 필요한 실정이다. 현재까지 알려진 대체적인 고유동콘크리트의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

4.1 경화전의 특성³⁾

(1) 응결특성

고성능AE 감수제를 다량으로 사용하거나 증점제를 사용하면 응결시간이 늦어지고 초기재령에서의 강도발현이 다소 지연되는 경향이 있다.

고유동콘크리트는 높은 변형성을 부여하며 그 성능을 일정시간 확보하기 위해 고성능(AE)감수제를 비교적 다량으로 사용하기 때문에 응결시간은 보통콘크리트와 비교하여 지연된다. 또 분리저감제의 종류와 양에 따라서는 응결시간이 더욱 지연되는 경우도 있다. 발열대책으로서 저발열형의 결합재를 사용하는 경우가 많은 것도 응결시간을 지연시키는 요인이 된다.

(2) 발열특성

플라이 애쉬, 고로슬래그미분말, 실리카흙 등은 콘크리트의 수화열을 억제하는 성질이 있으며 그 결과 발생하는 온도응력은 감소된다. 그러나 고유동콘크리트의 경우 초기강도의 발현이 억제되기 때문에 온도균열의 가능성이 개선되지 않을 때도 있다. 따라서 균열의 발생을 방지하기 위해서는 초기양생에 주의해야 한다.

4.2 경화후의 특성³⁾

(1) 강도, 탄성계수

일반적으로 고유동콘크리트는 부배합이기 때문에 초기재령 이후의 강도발현 상황은 양호하다.

고유동콘크리트의 강도특성은 사용하는 분체 자체의 특성 및 물분체비 등의 배합의 차이에 기인한 것으로 기본적으로는 보통콘크리트와 같은 범위로 생각된다. 전술한 바와 같이 고유동콘크리트는 응결시간이 지연되는 경향이 있으며 초기재령에서의 강도발현성은 작지만 이후는 물결합재비에 따른 강도발현을 나타낸다.

양생조건이 압축강도에 미치는 영향에 관하여는 고유동콘크리트에서는 석회석미분말이나 고로슬래그미분말을 사용한 경우 충분한 습윤양생을 하지 않으면 강도발현이 나빠진다는 보고가 있다.

고유동콘크리트의 탄성계수는 같은 압축강도의 보통콘크리트와 비교하면 같거나 약간 작아지는 경향이 있다. 그 이유는 단위겉은골재량이 적기 때문으로 생각된다.

(2) 건조수축

고성능AE 감수제를 다량 사용하여 유동성을 확보하기 때문에 단위수량은 비교적 적으며 물결합재비도 비교적 작게 정하는 경우가 많다. 그 때문에 건조수축은 동일한 수량의 보통콘크리트에 비하여 같거나 그 이하가 되는 경향이 있다. 그러나 단위수량이 적기 때문에 불리당량이 적으며 플라스틱 수축균열이 일어나기 쉬우므로 초기양생에 주의해야 한다.

고유동콘크리트에서 시멘트계 미분말이나 고성능AE 감수제 등의 혼화제가 비교적 다량으로 사용되며 각종 분리저감제가 첨가되는 다양한 배합이 사용되는 점을 고려하면 건조수축에 미치는 영향이 각기 다를 것이기 때문에 앞으로 체계적인 연구가 필요하다.

(3) 내구성

고유동콘크리트의 내동해성은 보통콘크리트의

경우와 같이 물분체비와 강도, 공기량과 경화체의 기포간격계수에 의해 좌우된다. 단위결합재량을 많이 하여 물결합재비를 30-35% 정도로 작게 한 경우는 공기량을 2% 정도 이상으로 하면 내동해성은 양호하다고 한다. 한편 증점제를 사용하는 경우에는 AE 제에 의해 소정의 기포간격계수 이내로 하면 내동해성은 확보된다. 일반적으로 고유동콘크리트는 물분체비가 작아 고강도를 나타내기 때문에 보통콘크리트에 비해 내동해성은 동등 이상으로 판단된다.

고유동콘크리트의 중성화는 보통콘크리트와 같이 조직의 치밀성과 알칼리도에 따라 좌우된다. 따라서 사용하는 분체의 종류 및 물분체비 등의 배합의 차이에 따라 중성화 특성도 다르다. 일반적으로는 고유동콘크리트는 물분체비가 작고 조직도 치밀하여 중성화의 진행은 보통콘크리트와 같거나 작은 경향을 보인다.

한편 고유동콘크리트는 물결합재비가 비교적 작은 경우가 많으며 페이스트 부분은 보통콘크리트에 비하여 치밀하다. 그 때문에 보통콘크리트에 비하여 이온투과성이나 투기성, 투수성이 낮으며 화학적 안정성은 양호하다.

5. 고유동콘크리트의 활용 및 시공상의 주의점

5. 1 활용분야

최근에 대형교량의 앵카리지, LNG 탱크의 저판과 측벽, PC 사장교의 주탑과 주형, 암거 등의 토목구조물에의 적용 또는 복잡한 형상으로 개구부가 많은 건축구조물 등 고유동콘크리트의 실구조물에의 적용예가 외국에서는 많이 보고되고 있다. 이들은 공기의 단축, 에너지 절감 및 시공성의 개선을 주목적으로 한 것 또는 종래의 콘크리트로는 확실한 충전이 대단히 어렵기 때문에 적용한 것 등 여러 가지가 있다. 특히 현재는 고강도 지하연속벽과 鋼콘크리트 샌드위치 합성구조 또는 충전형 강관 콘크리트 기둥에의 적극적인

개발이 시도되고 있다.⁸⁾

국내에서도 학계 및 건설회사의 일부 기관에서 고유동콘크리트에 대한 연구를 시작하였으며⁹⁻¹¹⁾ 이와 관련하여 한국과학기술원과 대우건설기술연구소 및 동양중앙연구소가 공동 제안한 고유동콘크리트의 개발에 관한 연구가 국책연구과제로 채택된 바 있다. 또한 사무실 건물 등 현장에 적용한 예¹²⁾ 등이 보고되는 등 실용화를 위한 연구가 진행되고 있다.

5.2 시공상의 주의점

고유동콘크리트의 시공상의 유의점으로 중요한 사항을 열거하면 다음과 같다.

(1) 제조관리와 품질관리

고유동콘크리트의 제조에 있어서는 철저한 품질관리와 제조관리가 필요한데 그것은 보통콘크리트에서는 진동다짐의 가감에 의해 어느 정도 대응할 수 있지만 고유동콘크리트에서의 국부적인 충전불량은 전체적인 결함요인이 될 수 있기 때문이다. 특히 잔골재 표면수량의 변동을 억제하는 것이 중요하다. 또한 비교적 분체량이 많아 점성이 높게 되는 경향이 있기 때문에 강제2축믹서 등과 같이 혼합능력이 우수한 믹서를 사용할 필요가 있고 혼합시간도 보통콘크리트의 2-3배를 요하는 경우가 많다.

(2) 펌프압송성

고유동콘크리트는 높은 점도를 가지며 재료분리가 적어 콘크리트 펌프에 의해 압송할 때 관의 벽면에 분리수에 의한 미끄럼막이 생기기 어렵기 때문에 직선부에서의 압송저항은 보통콘크리트와 비교하여 크게 된다.

다만 曲管이나 테이퍼管 등의 압송 장애부에서의 폐색 등의 위험성은 적다고 한다. 따라서 사전에 압송저항이 과도하게 되지 않도록 타설속도와 토출량을 검토한 다음 콘크리트 펌프의 기중선정과 배관계획을 세울 필요가 있다.

(3) 거푸집에 걸리는 축압

고유동콘크리트는 거푸집의 구석구석까지 충전하는 성능과 응결경화까지 비교적 많은 시간을 요하기 때문에 보통콘크리트와 비교하여 거푸집에 작용하는 축압이 크다. 따라서 콘크리트의 유동성 증가에 따른 압력분포의 정확한 예측이 필요하며 기존에 사용된 거푸집으로는 고유동콘크리트의 축압에 대한 대비가 어려우므로 재질이 우수하고 증가된 축압을 충분히 수용할 수 있는 새로운 거푸집의 설계가 필요하다.

(4) 유동에 따른 균질성의 변화

고유동콘크리트를 사용하는 경우, 종래의 콘크리트와 특히 다른 시공상의 특징은 수평방향으로의 유동거리와 연직방향의 치기높이가 비교적 크게 되는 것을 들 수 있다.

수평유동에 의한 품질의 변화는 배근조건과 부재치수에 따라 다른데 지금까지 보고된 실구조물 수준에서의 검증예를 보면 대체로 5m 정도의 유동거리의 범위이면 강도나 굽은골재 등의 균질성의 저하는 거의 없는 것 같다. 또 연직방향의 품질에 대해서는 재료분리 등에 의한 강도나 균질성의 저하는 적지만 연직높이가 높을수록 상하에서의 강도차가 크게 되는 경향이 있다.

또 연직방향으로 타설하는 경우에 자유낙하높이 5m 정도이면 재료분리를 일으킬 가능성은 작다. 그러나 낙하높이가 높거나 치기속도가 빠르면 낙하도중에 철근과 부딪쳐서 갇힌공기가 생기는 등의 문제점이 있으므로 자유낙하높이는 낮은 것이 좋다.

6. 맺는말

이상에서 고유동콘크리트에 대한 기술의 개략을 고찰하였다. 앞으로 고유동콘크리트가 실용적으로 이용되기 위해서는 몇가지 추가적인 연구가 필요하다 하겠는데 그 가운데 가장 중요하다고 생각되는 사항을 몇가지 언급하면 다음과 같다.

첫째, 고유동콘크리트 배합이론의 확립이 필요하다.

다짐이 불필요한 콘크리트를 합리적으로 설계하기 위해서는 충전성에 근거한 배합이론의 확립이 필요하다고 보며 또 실제구조물에 대응한 충전성의 평가방법이 마련되어야 한다. 이것은 다짐이 불필요하다는 것이 사전에 판정 또는 보증되지 않으면 실제로 사용하는 것이 어렵기 때문이다.

둘째, 레미콘의 제조관리시스템의 개선이 필요하다.

다짐이 불필요한 콘크리트는 타설현장에서 배출하는 것만으로 치기작업이 끝나기 때문에 콘크리트 제조시에 그 품질은 결정된다. 따라서 요구되는 품질의 콘크리트를 확실하게 제조 관리하는 시스템을 구축할 필요가 있다. 다짐이 필요한 콘크리트가 한 배치라도 출하된다면 구조물 전체의 품질을 크게 손상시킬 우려가 있기 때문이다.

셋째, 원재료 특히 잔골재의 철저한 표면수 관리방안이 필요하다.

다짐이 불필요한 콘크리트는 비교적 적은 물로 높은 충전성을 갖도록 하기 때문에 수량의 변동을 작게 억제할 필요가 있다. 또 분체가 많은 배합이므로 그 성능을 충분히 발휘시켜 안정시키기 위해서는 반죽질기를 종래의 것에 비해 길게 유지시킬 필요가 있다. 따라서 정확히 잔골재의 표면수를 제어하고 반죽효율을 개선하는 제조시스템이 요구된다.

참고문헌

1. 岡村 甫, “新しいコンクリート 材料への期待”, セメント・コンクリート, No.475, pp.2-5, 1986
2. 小澤一雅, 前川宏一, 岡村 甫, “ハイパフォーマンスコンクリートの開発”, コンクリート工學年次論文報告集 Vol.11, No.1, pp.699-704, 1989. 6
3. 新藤竹文, “コンクリート 最新技術-高流動コンクリート工學”, Vol.32, No.6, pp.73-77, 1994. 6
4. 小林幸一, 吉本徹, 鈴木後一郎, “中庸熱ポルトランドセメント 系HPC用セメントに関する研究”, 第47回セメント技術大會講演集, 1993
5. 超流動コンクリート研究委員會報告書(Ⅱ), 日本コンクリート工學協會, 1994
6. 김무한, “고유동콘크리트의 컨시스턴스 특성 및 각종 영향요인에 관한 고찰”, 레미콘, 제47호, pp.18-30, 1996. 4
7. 谷川恭雄, 森 博嗣, “高流動コンクリートのレオロジー”, センソト・コンクリート, No.558, pp.8-14, 1993
8. 寺西浩司外 3人, “シリカフューム混入コンクリートをを用いた充填鋼管柱の壓入施工”, コンクリート工學, Vol.32, No.4, pp.54-63, 1994. 4
9. 정재동외 3인 “고성능콘크리트 개발에 관한 실험적 연구, 제1보 : 초유동콘크리트의 기초물성”, 한국콘크리트학회 논문집, 제5권 제2호, pp.51-56, 1993.
10. 윤재환외 3인, “고유동콘크리트의 제조 및 현장적용을 위한 실험적 연구”, 한국콘크리트학회 논문집, 제8권 제2호, pp.109-117, 1996. 4
11. 김진철외 5인, “강관충전용 콘크리트의 재료 개발에 관한 연구”, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, 제8권 제1호, pp.101-106, 1996. 5
12. 박칠림, 권영호, “고성능콘크리트의 개발 및 실용화 연구”, 한국콘크리트학회지, 제7권 제5호, pp.42-50, 1995. 10