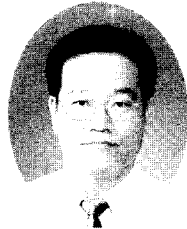


# 일본의 고유동 콘크리트 개발 및 사용현황

- Development Trend and Present Situation of High-Performance Concrete in Japan -



김은겸\*



최재진\*\*



전찬기\*\*\*



이호석\*\*\*\*

## 1. 서 언

고유동 콘크리트는 높은 변형성과 분리 저항성에 의해 자기충전성(自己充填性)을 갖는 콘크리트로서 외부에서 힘을 전혀 가하지 않거나 또는 아주 작은 힘만으로 재료분리 없이 거푸집 구석구석까지 충전되는 특징을 가진다.

이러한 고유동 콘크리트는 일본 동경대학의 岡村 甫 교수에 의해 제창되었는데<sup>1),2)</sup> 콘크리트의 다짐을 하지 않아도 된다 면 시공방법의 영향을 받지 않고 신뢰성이 높은 구조물을 만들 수 있을 뿐 아니라 1회치기 높이의 제한, 다짐작업을 위한 발판, 박스단면에서 밀면과 벽체 부분의 분할치기 등의 제약을 받지 않게 되고, 강(鋼) 콘크리트 샌드위치 합성구조 등의 새로운 구조형식도 용이하게 시공할 수 있어 많은 이점을 가질 수 있다.

또한 다짐작업시의 소음과 진동에 의한 작업환경문제가 크게 해소되므로 이른바 3D로 불리는 콘크리트 치기 작업과 관련한

이미지의 제고와 함께 시공 현장 인근 주민의 불만이 크게 감소될 것으로 기대된다.

필자들은 이러한 고유동 콘크리트를 개발, 사용하고 있는 일본의 실정을 파악하기 위하여 금년 2월 27일부터 4일간 고유동 콘크리트용 화학혼화제를 시판하고 있는 일본의 Grace Chemical사와, 고유동 콘크리트에 의해 암거 등 PC 제품을 생산하고 있는 鶴見 콘크리트사의 공장(神奈川県 川현 소재)을 방문하였다.

이하에서는 이때 확인한 사항과 관련자료를 인용하여 일본의 고유동 콘크리트의 제조기술과 현황 등을 기술하고자 한다.

## 2. 고유동 콘크리트의 배합

고유동 콘크리트의 반죽질기는 일반적인 개념으로 볼 때 슬럼프값 23 ~ 27 cm, 슬럼프 플로우 60 ~ 70 cm 정도의 범위이다. 배합은 종래의 AE 콘크리트 배합과 비교할 때 골재량의 차이는 크지 않으나 단위수량이 적고 분체량이 많으며, 대부분 고성능 감수제 또는 고성능 AE 감수제를 비교적 다량으로 사용하여 높은 변형성을 부여하는 것이 공통된 점이다.

<표 1>은 고유동 콘크리트의 제조를 위

한 재료 및 배합의 범위를 나타낸 것으로 고유동 콘크리트의 배합은 높은 분리저항성을 부여하는 방법에 따라 대체로 다음 3가지로 구분된다.<sup>3)</sup>

(1) 분체계 : 단위량 500 kg/m<sup>3</sup> 이상의 비교적 다량의 분체(시멘트, 고로 슬래그 미분말, 플라이 애쉬, 석회석 미분말 등)를 사용하며, 분체의 보수성에 의해 높은 분리저항성을 부여하는 것으로 물-분체비는 30% 정도로서 배합 면으로는 고강도 콘크리트에 가깝다.

(2) 병용계 : 분체의 단위량을 500 kg/m<sup>3</sup> 정도로 하며 여기에 다당류천연고분자계(多糖類天然高分子系)의 분리저감제 또는 미량의 셀룰로오스계 분리저감제를 첨가함으로써 분체와 분리저감제 양자에 의해 높은 분리저항성을 부여하는 것으로 배합 면으로는 앞의 (1)에 가깝다.

(3) 증점계 : 셀룰로오스계나 아크릴계의 분리저감제를 비교적 다량으로 첨가함으로써 높은 분리저항성을 부여하며, 물-분체비는 40 ~ 60%로 보통 콘크리트와 같은 정도이고, 배합 면으로는 수중불분리성 콘크리트와 유사하다.

\* 정희원, 서울산업대학교 토목공학과 교수

\*\* 정희원, 천안공업대학 토목과 교수

\*\*\* 정희원, 인천전문대학 토목과 교수

\*\*\*\* (주)토암산업 부사장

표 1. 고유동 콘크리트의 배합<sup>a)</sup>

콘크리트 종류	분리저감제		분체		물-분체비 (%)	고성능 (AE) 감수제
	첨가 유무	종류	분체량 (kg/m <sup>3</sup> )	종류		
고강도 콘크리트	무	-	450 ~ 650 정도	OPC, OPC+BS, OPC+SF 등	20 ~ 40 정도	첨가
고유동 콘크리트	무	-	비교적 많다 500 ~ 700 정도	OPC+BS, OPC+BS+FA, OPC+LS, M, OPC+FA, OPC+BS+SF, Belite(+BS, FA, LS, SF) 등	30 ~ 35 정도	첨가
	유	바이오폴리머계 또는 미량의 셀룰로오스계	500 ~ 600 정도	OPC, M, OPC+BS, OPC+FA, OPC+BS+FA, OPC+LS, OPC+BS+LS, Belite, Belite+FA	30 ~ 35 정도	첨가
		셀룰로오스계 아크릴계	비교적 적다 300 ~ 450 정도	OPC, BB, OPC+BS, OPC+FA, OPC+BS+FA, OPC+BS+LS 등	40 ~ 60 정도	첨가
수중불분리성 콘크리트	유	수중불분리성 혼화제(셀룰로오스계, 아크릴계)	320 ~ 550 정도	OPC, BB, OPC+BS, OPC+BS+FA 등	40 ~ 65 정도	첨가

주) OPC : 보통 포틀랜드 시멘트, M : 중용열 포틀랜드 시멘트, BB : 고로 시멘트 B종, BS : 고로 슬래그 미분말, FA : 플라이 애쉬, SF : 실리카 폼, LS : 석회석 미분말

### 3. 고유동 콘크리트의 시험방법 및 품질기준

#### 3.1 고유동 콘크리트의 유동성 등 시험방법

굳지 않은 콘크리트의 특성으로서 평가해야 할 사항은 아래와 같이 정의되는 유

동성, 부착성, 분리저항성, 간극통과성, 충전성 등 5가지 정도이며, 이들의 측정을 위해 <표 2>에 나타난 여러 가지의 시험방법이 제안되고 있다.

(1) 유동성  
고유동 콘크리트의 굳지 않은 상태에서

의 변형성상의 총칭으로 레올로지 정수(항복치 및 점도등)로 정량화 될 수 있는 재료의 성질이다. 유동성에 관한 평가시험방법은 자중이나 외력에 의한 최종변형량 즉 연도(軟度)를 평가치로 하는 것과 그때의 변형에 필요한 시간을 측정하고 변형속도 즉 점도를 구하여 평가치로 하는 것 등이 제안되고 있다.

#### (2) 부착성

부착성은 고유동 콘크리트가 굵은골재, 철근, 거푸집에 부착하려는 성질이며 이들과의 경계면에서 미끄러짐이 일어나는 최소의 전단응력으로 정량화 되는 재료의 성질이다. 부착성에 관한 시험방법은 모르타르와 강판, 굳지 않은 콘크리트와 강판간의 부착력을 측정하는 방법 등이 제안되고 있다.

#### (3) 분리저항성

고유동 콘크리트 속의 모르타르와 굵은골재의 중량차 등에 의해 생기는 상대이동에 저항하는 콘크리트의 성질을 말한다.

분리저항성에 관한 시험방법은 정적 또는 진동 하에서 모르타르와 굵은골재의 비중 차이에 의해 일어나는 분리저항성을 평가하는 것과 콘크리트 유동시의 간극부분을 통과할 때에 일어나는 모르타르와 굵은골재의 분리저항성을 평가하는 방법이 제안되고 있다.

표 2. 고유동 콘크리트의 유동성 등 시험방법<sup>a)</sup>

판정 내용	측정 항목	하중 상태	시험방법의 예	특 징
유동성 (변형 저항성)	최종 변형량	자중	· 슬럼프 플로우 시험 · L형 플로우 시험	자중에 의한 횡방향 흐름거리를 측정하는 것이 많음. 측정치는 항복치에 의해 크게 지배된다.
		외력	· 콘크리트 플로우 시험	충격적인 외력이 가해질 경우에는 항복치 외에 점성의 영향도 받는다.
	변형 속도	자중	· 슬럼프 플로우 속도 시험 · L형 플로우 속도 시험 · 깔때기 유하 시험	항복치가 같으면 점성의 크기를 비교할 수 있다. 정지할 때까지의 속도를 측정하는 것은 오차가 크다. 하중이 별로 감소하지 않는 초기의 속도를 측정하는 연구가 필요하다.
		외력	· 구인상(球引上) 시험 · 전단상자 시험	레올로지시험이 많음. 하중이나 변형속도를 제어하고 측정한다. 측정은 간편하지 않으나 항복치와 소성점도를 검출할 수 있다.
분리 저항성	골재량	자중	· 망체 시험 · 배근상자형 시험	굵은골재와 모르타르의 분리를 양적으로 측정하여 분리한계를 정량화 한다. 목측에 의한 판단과 크게 다르지 않다.
		외력	· 진동하의 굵은골재 침강 시험 · 진동 망체 시험	무진동 치기를 전제로 한 콘크리트에서도 진동 등의 외력을 제어하고 시험을 하는 것은 가치가 크다.
간극 통과성	유량, 유동속도	자중	· 깔때기 유하 시험 · 배근상자 시험 · 배근L형 플로우 시험	모르타르의 변형저항성과 굵은골재와의 분리저항성이 관련되며 대상이 되는 영역의 크기가 영향을 미친다. 수직낙하형과 횡방향 흐름의 형식이 있다.
충전성	충전 상황	자중	· 각종 장애모델 거푸집 시험	최종적인 종합평가를 실패 크기 조건으로 바꾸어 행한다. 측정치를 수치로 정략적으로 표시하는 것은 곤란하며 평가시험으로서는 별로 범용성이 없다.

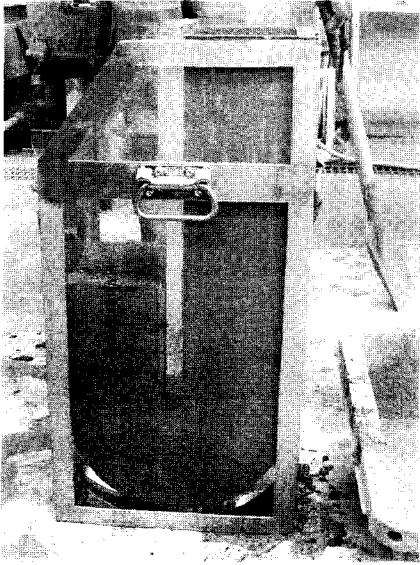


사진 1. U형 충전장치에 의한 간극 통과성 시험장면

(4) 간극통과성

고유동 콘크리트가 철근사이나 거푸집 사이 등을 통과할 때의 통과하기 쉬운 정도를 나타내는 콘크리트의 성질로서 유동성과 분리저항성, 철근의 배근상태와 거푸집 치수 등에 따라 지배된다.

간극통과성 시험방법으로서는 고유동 콘크리트가 거푸집의 협소한 부분이나 철근부분을 통과하는 경우를 가정한 것이 제안되고 있다.

(5) 충전성

고유동 콘크리트가 철근주변이나 거푸집의 구석구석까지 채워지는 상태를 나타내는 콘크리트의 성질로서 이것은 유동성



사진 2. 슬럼프 플로우 시험장면



사진 3. V형 깔때기에 의한 유하 시험장면

표 3. 고유동 콘크리트의 자기충전성에 따른 등급 구분<sup>6)</sup>

구분	1등급	2등급	3등급
주요 대상 구조물	고밀도 배근부재, 복잡하거나 이형거푸집을 사용한 구조물	보통의 RC 구조물과 복합 구조물	철근량이 적은 매스 콘크리트 구조물과 무근 구조물
구조물 조건 (철근의 최소 순간격)	35 ~ 60 mm 정도	60 ~ 200 mm 정도	200 mm 정도 이상

과 분리저항성, 간극통과성 등에 의해 지배된다.

콘크리트가 높은 충전성을 갖기 위해서는 높은 유동성과 함께 재료분리 저항성을 동시에 갖게 해야 한다.

고유동 콘크리트의 대표적인 유동성 평가시험방법으로서는 주로 항복치(軟度)에 의한 영향을 받는 현상을 측정하는 슬럼프 시험, 슬럼프 플로우 시험 등과, 항복치와 소성점도 둘 다의 영향을 받는 현상을 측정하는 L형 플로우 시험 또는 각종 깔때기 시험을 들 수 있다.

일본토목학회가 정한 「고유동콘크리트 시공지침」에서는 다음 4가지의 시험방법을 규정하고 있다.<sup>6)</sup>

(가) 충전장치를 장치를 사용한 간극통과성 시험방법(U형 또는 상자형의 충전장치를 사용하여 굵은골재 최대치수 25 mm 이하의 고유동 콘크리트의 간극통과성을 시험하는 방법)

(나) 슬럼프 플로우 시험방법(굵은골재 최대치수 40 mm 이하의 고유동 콘크리트의 슬럼프 플로우 시험방법)

(다) 깔때기를 사용한 유하 시험방법

(굵은골재 최대치수가 25 mm 이하인 고유동 콘크리트의 평균유하속도, 상대유하속도, 유하상상지수를 구하기 위한 O형 및 V형 깔때기 유하 시험방법)

(리) L형 플로우 시험방법(굵은골재의 최대치수가 25 mm 이하인 고유동 콘크리트에 있어서 장애물을 두지 않은 L형 플로우 시험방법)

〈사진 1~3〉은 위에서 정한 시험기구에 의해 고유동 콘크리트의 유동성을 측정하고 있는 모습을 보인 것이다.

3.2 고유동 콘크리트의 품질기준

고유동 콘크리트에 관한 기준으로서 일본토목학회의 「고유동콘크리트시공지침」과 일본건축학회의 「고유동콘크리트의 재료·조합·제조·시공지침(안)」이 있다.<sup>6),7)</sup>

일본토목학회에서 정한 지침에서는 대상 구조물, 치수, 배근상태에 따라 〈표 3〉에 나타난 바와 같이 자기충전성 등급을 1등급, 2등급 및 3등급으로 나누고 있다.

표 4. 자기충전성의 등급과 각 평가시험값의 기준<sup>8)</sup>

자기충전성의 등급		1등급	2등급	3등급
구조	강재의 최소 순간격(mm)	35 ~ 60	60 ~ 200	200 이상
조건	강재량(kg/m <sup>3</sup> )	350 이상	100 ~ 350	100 이하
U형 또는 상자형 충전높이(mm)		300 이상 (장해 R1)	300 이상 (장해 R2)	300 이상 (장해 없음)
단위 굵은골재 절대용적(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )		0.28 ~ 0.30	0.30 ~ 0.33	0.32 ~ 0.35
유동성	슬럼프 플로우(mm)	600 ~ 700	600 ~ 700	500 ~ 650
재료분리	V <sub>75</sub> 깔때기의 유하시간(초)	9 ~ 20	7 ~ 13	4 ~ 11
저항성	500 mm 플로우 도달시간(초)	5 ~ 20	3 ~ 15	3 ~ 15

표 5. 고유동 콘크리트의 치기량 추이<sup>8)</sup> (단위 : m<sup>3</sup>)

년도	분체계	증점체계	병용계	기타	합계
1992년도 이전	191,636 (185,386)	2,030 (2,030)	14,253 (14,253)	- (-)	207,919 (201,66)
1993년도	295,097 (213,535)	3,192 (3,192)	16,676 (16,676)	- (-)	314,965 (233,403)
1994년도	257,185 (153,074)	9,980 (9,980)	56,056 (55,973)	- (-)	323,221 (219,027)
1995년도	207,204 (83,706)	21,171 (21,171)	103,507 (92,918)	180 (180)	332,062 (197,975)
1996년도	282,186 (132,487)	26,935 (26,935)	44,706 (29,894)	491 (491)	354,318 (189,807)
1997년도	319,264 (167,185)	46,403 (44,320)	58,709 (43,943)	2,600 (2,600)	426,976 (258,048)
1998년도	206,941 (43,231)	18,078 (16,412)	87,922 (73,181)	3,678 (3,678)	316,619 (136,502)
1999년도	230,165 (58,448)	21,479 (19,813)	33,058 (30,833)	364 (364)	285,066 (109,458)
2000년도	315,536 (127,287)	11,035 (9,369)	56,837 (56,737)	6,005 (6,005)	389,413 (199,398)
2001년도 추정	331,118 (110,246)	21,166 (19,500)	36,276 (36,214)	100 (100)	388,660 (166,060)

주) 상단은 건설, 시멘트, 콘크리트 제조회사의 치기량(=출하량) 및 계획.  
( )내는 건설회사와 시멘트회사의 치기량

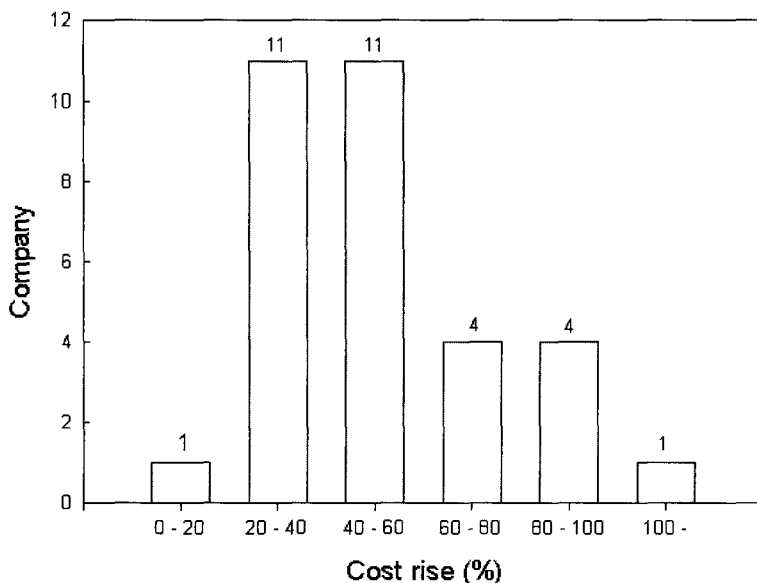


그림 1. 비교대상 콘크리트에 대한 고유동 콘크리트의 원가 상승<sup>10)</sup>

여기서 자기충전성 1등급에 상당하는 구조물의 조건은 대략 강재량 350 kg/m<sup>3</sup> 이상, 2등급은 강재량 100 ~ 350 kg/m<sup>3</sup> 그리고 3등급은 100 kg/m<sup>3</sup> 이하를 기준으로 한다. 또 이 지침은 자기충전성의 각 등급에 대한 각 평가시험의 목표값을 제시하고 있는데 고유동 콘크리트의 배합이 분체계인가 증점계인가 또는 병용계인가에 따라 다소 차이를 두고 있다.

〈표 4〉는 고유동 콘크리트의 배합 중 현재 가장 널리 쓰이고 있는 분체계에 있어서의 각 평가시험값의 기준을 나타낸 것이다.

#### 4. 고유동 콘크리트의 사용현황

고유동 콘크리트는 대형교량의 정착, LNG 탱크의 저판과 측벽, PC 사장교의 주탑 주형, 암거 등의 토목구조물에의 적용 또는 복잡한 형상으로 개구부가 많은 건축구조물 및 고강도 지하연속벽과 강(鋼) 콘크리트 샌드위치 합성구조 또는 충전형 강관 콘크리트 기둥 등의 구조물에 적용되고 있다. 이들은 공기의 단축, 에너지 절감 및 시공성의 개선을 주목적으로 한 것 또는 종래의 콘크리트로는 확실한 충전이 어렵기 때문에 적용한 것 등 여러 가지가 있다.

일본의 시멘트 신문사가 건설회사, 시멘트 회사 및 콘크리트 제품회사 등을 대상으로 고유동 콘크리트의 시공·출하실적을 조사한 결과를 나타낸 〈표 5〉에 따르면 그 양은 현장치기 공사에서 26만 m<sup>3</sup>를 기록한 1997년도에 최고치에 도달한 후 대형 공사의 종료 등으로 사용량은 크게 감소하였다. 특히 1999년도의 현장치기량은 최고치의 약 40%의 수준까지 떨어졌으나 그후 다시 회복되고 있으며, 현재는 연간 약 40만 m<sup>3</sup>의 고유동 콘크리트가 생산되고 있다.

고유동 콘크리트의 적용에 있어서의 장해요인으로 가격 문제가 제기된다. 고유동 콘크리트의 가격은 적용되는 곳의 규모와 지역 등의 상황 등에 따라 크게 다르게 된다. 1997년 시점에서의 건설회사에 대한

표 6 콘크리트 제품회사의 고유동 콘크리트 실용화 현황<sup>8)</sup>

회사명	분류	적용제품	누적출하량(t)
丸高 콘크리트공업	분체	대형블록, 측구제품, 환경제품, 사방댐 관련제품	89만8,961
鶴見 콘크리트	분체	암거, 우수지블록, 프리캐스트 차고, 방화수조, 상판등	89만3,481
昭和 콘크리트공업	분체	암거, L형옹벽, 가변 측구, 상자형옹벽, 방음판, U형수로, 측구 덮개	48만6,242
和光 콘크리트공업	분체	일반도로용 콘크리트제품, 프리캐스트 L형옹벽 등	20만3,000
重里 산업	분체	도로용 콘크리트제품(U형, L형, 경계블록, 원형수로, L형옹벽, 자유경사, 측구 등), 하수도용 제품(맨홀, 조립 맨홀)	17만9,460
지오스타	병용	콘크리트 널 말뚝(sheet pile), 암거, 아치형 암거 등	13만5,200
東播 상사	분체	무근 제품 또는 배근 6mm 이하의 콘크리트 제품(경계블록 등)	10만3,300
羽田 콘크리트공업	분체	암거, L형옹벽, 각종 수로용 제품 등	9만5,000
靑木 콘크리트공업	분체	도로용 콘크리트 제품(원형수로, U형, 환경블록, 대형옹벽블록)	2만5,300
佐榮*建工	분체	RC 세그먼트	1만7,704
야막쿠스	분체	토목제품(관거, 측구류), 프리캐스트 칸막이	1만7,200
	병용	집수 덮개(토목), 건축용 프리캐스트 부재	2,340
	합계		1만9,540
일본흡관	증점제	프리캐스트 암거, PC관, PC벽의 일부 등	1만9,000
前田製管	분체	암거, L형옹벽	1만
加賀 콘크리트공업	분체	조립식 맨홀, 암거, 덮개판	7,300
속크베톤·재팬	분체	PC 칸막이, 쉘드 세그먼트	4,728
	병용	위와 같음	24
	합계		4,752
近畿 콘크리트공업	분체	PC 칸막이, 건축구조부재	2,880
케이콘	분체	암거, L형옹벽, 도로용 콘크리트 제품	235
石川島 건재공업	분체	현장치기 내진성 저수조 등	160

주) 누계적 출하량(일부 생산량)은 2001년 9월 1일까지의 합계이고, 和光 콘크리트공업은 2000년까지의 합계임.

설문조사결과에 의하면 대부분의 회사가 비교대상의 보통 콘크리트에 비하여 20% 정도부터 60% 정도의 원가상승이 발생한다고 답하였지만 원가상승이 2배 이상이 된다고 답한 회사도 있었다.(그림 1)<sup>9),10)</sup>

고유동 콘크리트를 사용할 때의 원가상승은 콘크리트 자체의 재료비 상승과 거푸집의 보강 및 시험관리비의 추가에 의한 것으로 보통 콘크리트에 비해 가격이 높은 재료를 사용하기 때문에 이와 같은 재료를 사용하지 않으면 시공이 어렵거나 품질확보가 곤란한 경우에 한하여 적용되고 있는 것이 현재의 실정이다.<sup>10)</sup>

한편 <표 6>은 콘크리트 제품을 만드는 공장에서의 고유동 콘크리트 사용 현황을 나타낸 것이다.

고유동 콘크리트의 적용품목은 암거(box culvert)류와 옹벽, RC 세그먼트, 조립식 맨홀, 도로용·농업용 제품 등 토목용 제품이 많지만 콘크리트 칸막이 등 건축부재에서의 적용도 증가하고 있다. 또 고유동 콘크리트는 분체계가 주류를 이루며, 병용계와 증점계는 많이 사용되고

있지 않음을 알 수 있다.

고유동 콘크리트를 콘크리트 제품에 적용할 때 기술적인 최대의 과제는 콘크리트 표면에서의 기포발생이다.<sup>9)</sup>

기포를 제거하기 위해서는 각 사가 독자적으로 터득한 노하우(knowhow)를 이용하는데 거푸집 박리제의 선정과 콘크리트를 부어넣은 위치에 대한 고려가 매우 중요하다고 한다. 또 기포를 추출시키기

위해 약간의 진동을 주는 방법도 많은 공장에서 채택하고 있다.

<그림 2>는 암거를 제조하기 위해 고유동 콘크리트를 부어 넣는 예를 보인 것이다. 여기서 (a)의 경우는 한 쪽 측벽에서 콘크리트를 부어 넣고 그것이 저판을 흘러 다른 쪽 측벽에 도달되었을 때 부어 넣는 위치를 변경하는 방법이 종종 사용되며, 이때 저판 거푸집의 안쪽에 부직포를 붙여

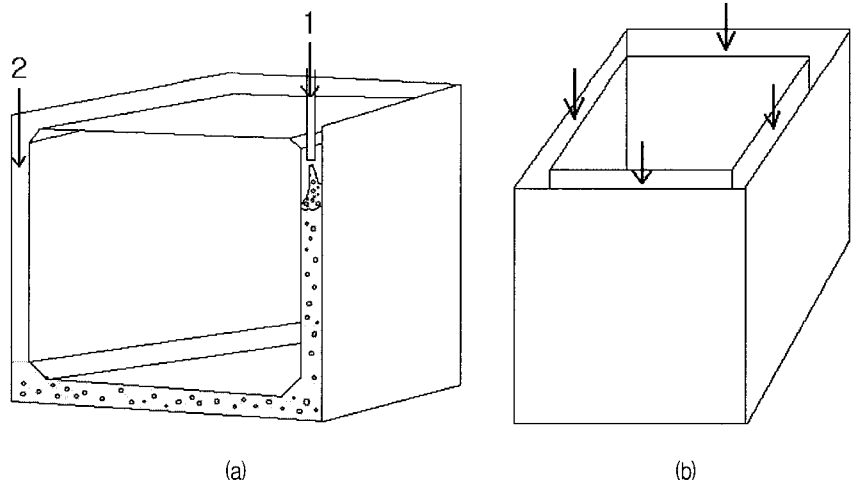


그림 2. 암거 제조를 위해 콘크리트를 부어 넣는 방법

두어 떠오른 기포를 제거하는 방법도 사용된다. 또 (b)의 경우는 저판, 정판, 측벽을 모두 수직이 되도록 거푸집을 세우고 슈트를 4개소로 이동하며 콘크리트를 부어 넣는 모양을 보인 것으로 견학한 鶴見 콘크리트사의 神奈川현 소재 공장에서는 이 방법을 사용하고 있었다.

### 5. 맺는 말

이상에서 일본의 고유동 콘크리트의 기술현황을 개략적으로 살펴보았다. 이 기술을 국내에서 적용하기 위해서는 생산 및 시공에 있어서 다음 사항에 대한 검토와 주의가 필요하다고 생각된다.

첫째, 화학혼화제의 특성을 충분히 이해하여야 한다.

고유동 콘크리트에 사용되는 고성능 감수제 또는 고성능 AE 감수제는 그의 종류 및 온도변화에 따라 슬럼프 플로우값의 경시변화가 상당한 차이를 나타내기 때문에 그 특성을 충분히 파악한 후 사용하여야 하며, 화학혼화제 제조회사에 따라서는 계절별로 각기 다른 제품을 추천하고 있다.

둘째, 철저한 제조관리가 필요하다.

고유동 콘크리트의 제조에 있어서는 철저한 품질관리와 제조관리가 필요한데 그것은 보통 콘크리트에서는 진동다짐의 가감에 의해 어느 정도 대응할 수 있지만 고유동 콘크리트의 경우는 국부적인 충전불량이 전체적인 결함요인으로 작용할 수 있기 때문이다. 특히 골재의 입도나 표면수량의 변동을 억제시키는 것이 중요한데 이 때문에 골재를 옥외의 야적장이 아닌 사이

로에서 저장하는 것이 필요하다고 생각된다. 또 분체량이 많아 점성이 높게 되는 경향이 있기 때문에 믹싱시간을 충분히 길게 할 필요가 있다.

세째, 거푸집 박리제에 대한 세밀한 검토가 필요하다.

필자들이 일본을 방문하였을 때 안내를 맡은 Grace Chemical사의 西村 正 부장은 적절한 박리제의 선정이 고유동 콘크리트 시공 성패의 50%를 좌우한다고 말함으로써 박리제의 선정이 무엇보다 중요함을 역설하였다.

네째, 펌프 시공시 압송성을 검토해야 한다.

고유동 콘크리트는 높은 점도를 가지며 재료분리가 적어 콘크리트 펌프에 의해 압송할 때 관의 벽면에 분리수에 의한 미끄럼 막이 생기기 어렵기 때문에 직선부에서의 압송저항이 보통 콘크리트와 비교하여 크게 된다. 다만 곡관(曲管)이나 테이퍼관 등의 압송 장애부에서의 폐색 등의 위험성은 적다고 한다.

따라서 사전에 압송저항이 과도하게 되지 않도록 치기속도와 토출량을 검토한 다음 콘크리트 펌프의 기중선정과 배관계획을 세울 필요가 있다.

다섯째, 거푸집에 작용하는 측압 상승에 대비해야 한다.

고유동 콘크리트는 거푸집의 구석구석까지 충전되는 성능과 응결경화까지 비교적 긴 시간을 요하기 때문에 보통 콘크리트와 비교하여 작용하는 측압이 크다. 따라서 콘크리트의 유동성 증가에 따른 압력 분포의 정확한 예측이 필요하며 기존의 거

푸집으로는 고유동 콘크리트의 측압에 대한 대비가 어려울 수 있으므로 증가된 측압을 충분히 수용할 수 있는 거푸집 설계가 필요하다. □

### 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發," 콘크리트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," 콘크리트工學, Vol.32, No.6, pp.73~77, 1994. 6.
4. 超流動콘크리트研究委員會報告書(II), 日本콘크리트工學協會, 1994.
5. 谷川添雄, 森 博嗣, "高流動콘크리트의 레オロジー," セメント・コンクリート, No. 558, pp.8~14, 1993.
6. 土木學會, 高流動콘크리트施工指針, 1998.
7. 日本建築學會, 高流動콘크리트의材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説, 技報堂, 1997.
8. 高流動콘크리트特輯(高强度・高流動コン普及が着實に進む), セメント新聞, 2001년 11월 26일
9. 高流動콘크리트特輯(二次製品工場への適用), セメント新聞, 1999년 12월 20일
10. 小澤一雅, "高强度・高流動콘크리트-土木構造物," 콘크리트工學, Vol.39, No.1, pp.78~81, 2001. 1.

## 주택건설 동향(1999~2002.5)

(단위 : 천호, %는 전년동기대비)

구 분	1999	2000	2001	2001.5	1/4	2/4	3/4	4/4	6	7	8	9	10	11	12	2002.1	2	3	1/4	4	5	누계
주택건설	404	433	530	38.8	59	124	150	198.2	54	47	44	59	50.1	61.7	86.5	42.2	37.2	62	141.3	57.9	57.0	256
증감률(%)	32.2	7.1	22.2	49	-23	25	18.8	49.5	60.1	0.5	18.1	45.7	24.3	133.1	31.3	132.6	135.3	146.6	139.3	83.2	46.7	97.8

[출처 : 건설 경제관]