

고유동콘크리트의 컨시스턴시 특성 및 각종 영향요인에 관한 고찰

김 무 한

(충남대학교 건축공학과 교수, 공박)

1. 서 론

콘크리트는 강재와 병용하여 사회기반시설을 구축하기 위해 부족함이 없는 구조재료로서 첫째로 손꼽히고 있으며, 금후에도 점점 더 그의 역할은 커질 것이다. 특히 건설현장에 있어서 임의의 형상에 안전하고 내구적인 구조물을 구축할 수 있는 특징이 있으나, 내구적으로 신뢰성이 높은 콘크리트를 제조하기 위해서 많은 인력에 의해 시공해야하는 것이 현 실정이다. 그러나, 최근 건설업계에서의 환경은 크게 변화하기 시작하여 건설사업량의 급증, 건설기술자 및 작업자의 부족, 특수환경하에서 건설공사의 증가, 구조물의 고성능화 등 건설구조물 및 구조재료로서의 성능 향상을 요구하고 있다. 따라서 이러한 상황하에서 미래의 콘크리트에 요구되는 기술은 노동력 절감, 급속시공, 고성능화 등으로 건설공사의 근대화를 추진해야 된다는 것은 쉽게 예상할 수 있다.

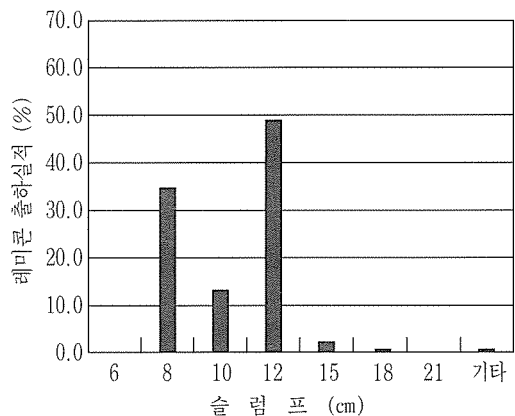
실추된 콘크리트 구조물의 신뢰성을 확보하기 위하여는 콘크리트 타설시 시공의 불량에 따른 영향에 구해받지 않는 고성능의 콘크리트가 필요하다는 것을 일본의 岡村교수가 제창하여, 혼화재료의 진보와 더불어 그의 개발이 성공단계에 있다. 따라서 국내에서도 콘크리트의 신뢰성을 이와 같은 고성능의 콘크리트를 국산화함으

로써 시공시스템의 개혁 등 콘크리트공사의 근대화를 하루 빨리 추진해야 할 것이다.

본 고는 고유동콘크리트의 개발 필요성을 제시하고, 컨시스턴시 특성에 대한 검토와 더불어 이에 영향을 미치는 각종 요인들에 대하여 검토하고자 한다.

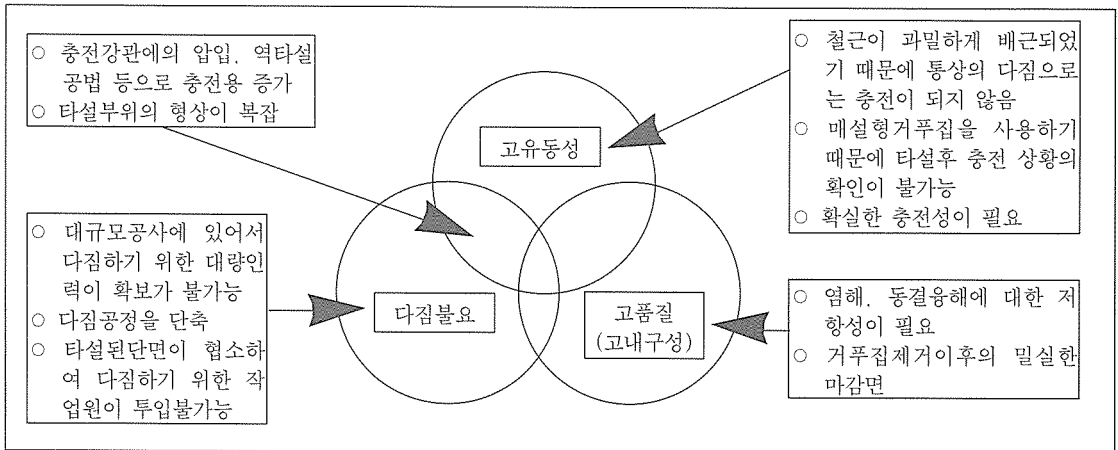
2. 고유동콘크리트 개발의 필요성

국내의 건설현장에서 사용되고 있는 콘크리트의 품질은 그림 1의 슬럼프별 레미콘 출하량에

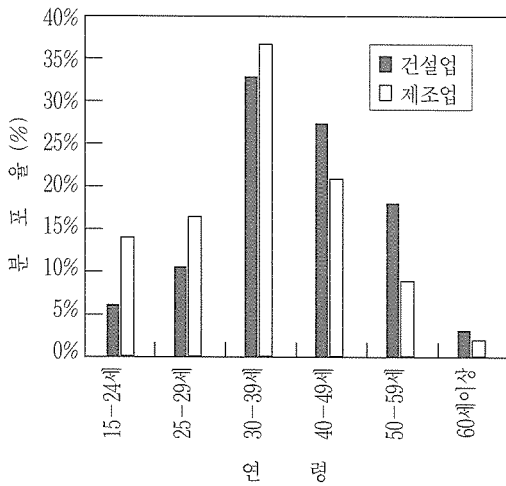


주) 레미콘출 하실적은 각 년도별 조사가 이루어진량만을 가지고 슬럼프별로 평균한 것이며 전국 총 출하량이 아님.

〈그림 1〉 슬럼프별 레미콘 출하실적 (1989~1994년)



〈그림 3〉 고유동콘크리트의 요구성능에 따른 필요성



〈그림 2〉 기능인력의 연령분포(92)

서 보는 바와 같이 12cm이하의 된비빔 콘크리트가 95%이상을 이루고 있으며, 이러한 된비빔 콘크리트를 충분히 다지는 것이 고품질의 구조물을 축조하기 위한 공사의 기본으로 인식되어 왔다. 그러나, 이러한 된비빔 콘크리트가 운반 및 타설지연 등으로 콘크리트 호칭강도의 주종을 이루고 있는 수준인 180~210kg/cm²의 저강도콘크리트 품질이 더욱 열악해 지는 결과로 시공불량이 초래되고 있어 사회적 물의를 일으키고 있다. 또한 최근 건설공사의 형태가 대량·

급속시공이라는 사회적 요구나 대형, 특수한 구조물의 증가에 따라서 철근량이 많아져 된비빔 콘크리트에 맞는 충분한 시공레벨을 확보하기가 어려워지고 있으며, 이것이 콘크리트구조물의 내구성을 해치는 원인이 되고 있다.

더우기 최근에는 그림 2의 기능인력의 연령분포에 나타난 바와 같이 건설업에 종사하는 노동인력이 기타 제조업의 노동인력에 비하여 고령화되어 가고 있는 것으로 나타났다. 그러나 현 기술수준에서 콘크리트공사가 기능인력 및 노동인력이 많이 필요로 되고 있는 점에서 건설기능인력의 고령화 현상은 현재 건설공사에 관계있는 인력이 질적으로나, 양적으로 부족하다는 것이라 할 수 있다. 따라서 향후에는 일반적인 레벨의 시공품질조차 확보하기가 어려워지리라 예상된다.

이는 곧 현재 건설공사 현장의 콘크리트 공사에 있어서 콘크리트의 저품질 및 저성능으로 인하여 콘크리트공사의 각 과정속에서 시공의 품질수준 및 관리가 충분히 이루어지지 않고 있다는 것으로 구조재료로서 콘크리트가 갖추고 있어야 할 고유동성, 다짐불요, 고내구성과 같은 요구성능을 그림 3과 같이 품질, 제조, 시공기술적인 측면 등에서 지금보다도 한층 비약적인 발전과 성능향상이 시급히 요구되고 있는 실정이다.

3. 고유동 콘크리트의 컨시스턴시의 특성 및 평가방법

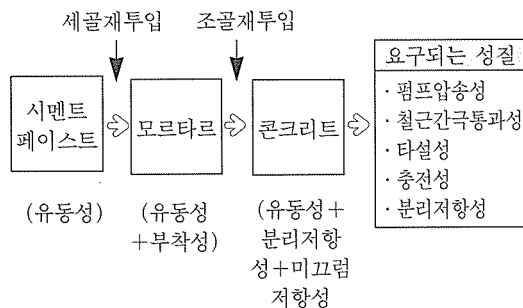
3.1 컨시스턴시의 정의

초유동콘크리트의 컨시스턴시에 관련된 성질로서는 유동성, 부착력, 분리저항성, 간극통과성, 충전성 등 다양한 용어로 표현된다. 그러나 이러한 용어는 명확히 정의되어 있지 않으며, 혼란스럽게 사용되는 경우가 많아, 고유동콘크리트의 컨시스턴시에 관련된 각종 성질 및 이를 평가하는 것에 대하여 어느 정도 명확히 분류할 필요가 있다. 이러한 고유동콘크리트의 컨시스턴시에 관련된 각종 성질을 기존 정의와의 관계성을 그림 4에 표시하였으며, 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

(1) 유동성

유동성은 고유동콘크리트의 굳지않은 콘크리트의 변형성상을 총칭하는 레오로지징수에서 정량화된 재료의 성질이다.

즉, 가장 단순한 모델을 사용하면 유동성은 軟度(항복치에 관련하여, 슬럼프와 슬럼프·플로우로 대표된다)와 점도(소성점도에 관계하고, 유동속도에 영향을 미친다)의 2개의 성상으로 대표된다. 즉, 콘크리트 수준에서 유동성은 모델의 유동성의 외적인 요인인 조골재에 따라서 형성되는 재료성질로 볼 수 있다.



〈그림 4〉 컨시스턴시에 관한 정의

(2) 부착성

부착성은 초유동콘크리트가 조골재, 철근, 거푸집 등에 부착하게 하는 성상으로, 이것과의 경계면에서 미끄러짐이 발생하는 것으로 최소의 전단응력으로 정량화된 재료성질이다.

부착성은 본래 페이스트의 항복치에 지배된다고 고려되기 때문에, 콘크리트의 부착성은 페이스트의 부착성에 비해, 세·조골재가 혼화된 부분이 접촉하여 면적이 작게 되어 결과적으로 부착성이 작게 된다고 할 수 있다.

(3) 분리 저항성

초유동콘크리트를 구성하는 재료간(예를 들면, 콘크리트의 경우, 조골재와 모르타르 또는 매트릭스 사이)에서 그의 배합수준 등에 의해 발생하는 상대이동에 저항하는 콘크리트의 재료성질이고, 앞으로 말한 유동성과 부착성에 의해 지배된다.

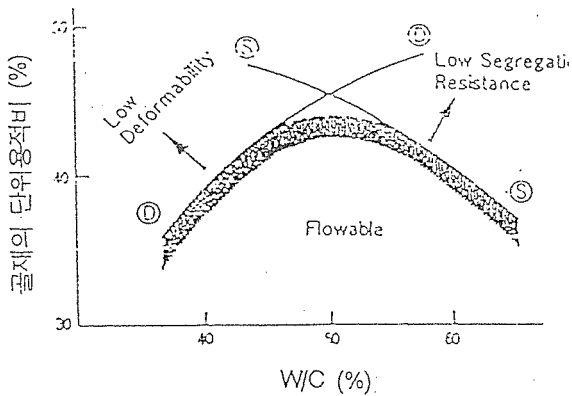
(4) 간극 통과성

초유동콘크리트가 철근사이와 거푸집사이 등의 간극을 통과할 때 쉽게 통과하는 것을 나타내는 관찰성상이고, 초유동콘크리트의 유동성, 부착성, 분리저항성과 철근의 배근조건, 거푸집 조건 등에 의해 지배된다.

(5) 충전성

충전성은 초유동콘크리트가 철근주변부와 거푸집 구석구석까지 고루 퍼지는 성상을 나타내는 관찰성상으로 유동성콘크리트의 유동성, 분리저항성, 간극통과성 등에 의해 지배된다.

고유동콘크리트의 컨시스턴시 특성 중 유동성과 분리저항성은 그림 4와 같이 서로 상반되는 성질로써 콘크리트 타설부위의 형상이나 철근의 배근상태, 시공시스템 등에 따라 각각의 성능을 변화시켜 소요의 충전성을 부여하는 것이 고유동콘크리트의 배합설계 및 제조상의 중요한 관건이 된다.



〈그림 5〉 유동성과 분리저항성과의 관계로부터 확보되는 충전성 영역

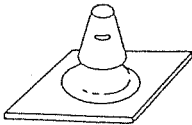
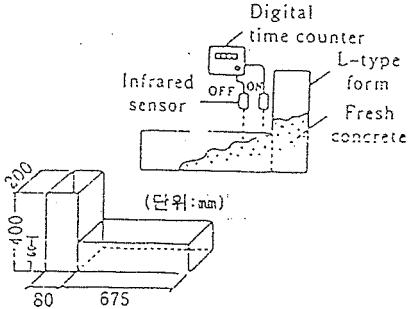
3.2 콘시스턴시의 각종 평가시험방법

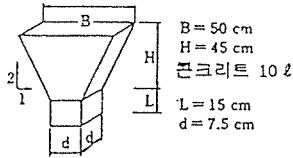
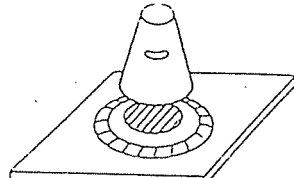
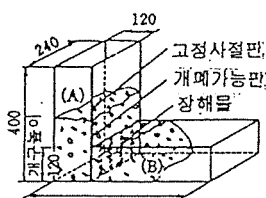
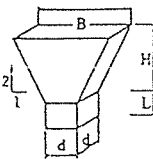
고유동콘크리트의 재료적인 성질로서의 유동성, 부착성, 분리저항성 등은 고유동콘크리트를 구성하는 재료특성과 그 배·조합에 의해 결정

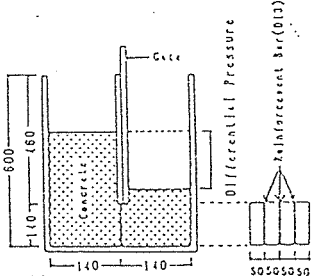
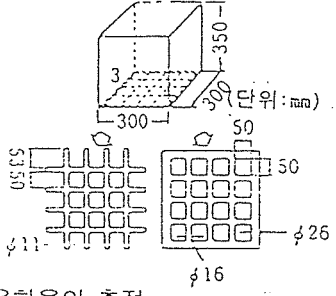
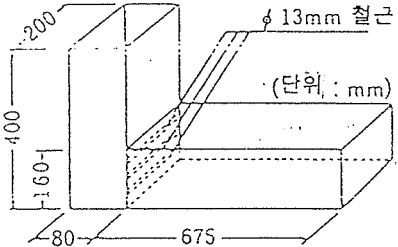
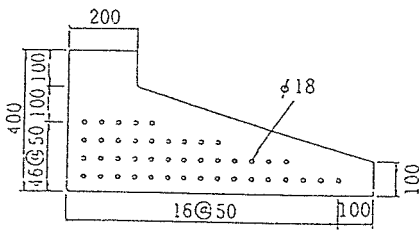
되는 레오로지 특성(항복치와 소성점도 등)에 의해 어느 정도 정량화가 가능하다. 이러한 재료 성질의 평가치가 물리적 의미의 명확한 레오로지 특성과 관련되어 있다면, 다른 평가치와의 관계도 명확하게 될 것으로 생각된다. 또한, 간극통과성과 충전성 등의 관찰성상은 재료성질 즉 레오로지 특성과 각각의 시공조건(거푸집과 배근조건, 타설조건 등)에 따라 결정되고, 보다 정량적인 평가가 가능할 것이다.

고유동콘크리트의 콘시스턴시에 관련된 각종의 성질을 평가하는 시험방법을 확립할 경우에는 재료성질의 경우 레오로지 특성과의 관계를, 또 관찰성상의 경우에는 레오로지특성과 각종의 시공조건과의 관계를 명확하게 하는 것이 필요하다. 이러한 관계를 명확하게 하는 것에 의해 고유동콘크리트의 각각의 성질을 정확하게 파악할 수 있는 여러 측정방법들이 표 1과 같이 제시되고 있고 건설현장에서도 합리적인 시공의 평가가 가능하다고 할 수 있다.

〈표 1〉 대표적인 콘시스턴시 평가시험방법

특 성	시험명	개략적 방법(약도)	표준치	견 해
① 유동성 후레쉬상태의 변형성상의 측정. 연도(극대치의 관계) 및 점도(소성점도의 관계)의 2성 상의 표현	슬럼프·플로우 시험	 플로우속도 : 소정유동거리/콘을 끌어올린 후의 소정의 유동거리에 달하는 시간	[연도] SF=500-700mm) [점도]플로우속도- 10-60mm/s	간편 조합시험. 현장관리시험에 적용가능
	L플로우 시험	 (단위: mm)	[연도] L플로우치- 400-750mm L슬럼프- 200-360mm [점도] 플로우속도- 50-250mm/s (SF=500-700mm)	비교적 간편 조합시험에 적용 가능

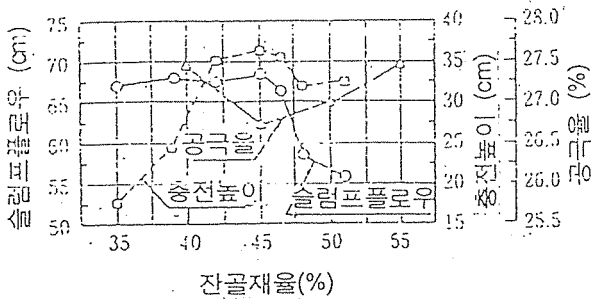
특 성	시험명	개략적 방법(약도)	표준치	견 해																																				
	V로트시점	 <p>상대유하속도=5/tv tv: 유하시간</p>	[점도] 상대유하시험- 0.5-1.5 (SF=500-700mm)	간편 조합시험, 현장관리시험에 적용가능																																				
② 분리저항성 구성재료간의 그 질량 차에 의해 생기는 상대 이동에 저항하는 성질	슬럼프·플로우시험	 <p>분리율: 주변부조골재량/중앙부조골재량</p>	분리율- 0.85-1.05 (SF=500-700mm)	세척시험을 수반 조합시험에 적용 가능 목시평가로 현장관리시험에 적용가능																																				
	L플로우철근통과성 시험	 <p>철근부통과후 시방배합에의한 조골재량의 편차를 평가</p>	시방배합에 대한 조골재량의 편차 =10~0% (SF=500-700mm)	세척시험을 수반 조합시험에 적용 가능 목시평가로 현장 관리시험에 적용 가능																																				
③간극통과성 철근간과형들간의 간극을 통과	V로트 시험	 <p>로트시험배치의 형상</p> <table border="1" data-bbox="588 1528 868 1666"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>i</th> <th>d</th> <th>B</th> <th>H</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>7.5</td> <td>37.5</td> <td>30.0</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.0</td> <td>7.5</td> <td>52.5</td> <td>22.5</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.0</td> <td>7.5</td> <td>73.5</td> <td>16.5</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1.0</td> <td>5.0</td> <td>67.0</td> <td>31.0</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.0</td> <td>10.0</td> <td>43.0</td> <td>16.5</td> <td>15.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(단위: mm)</p>	No.	i	d	B	H	L	1	0.5	7.5	37.5	30.0	15.0	2	1.0	7.5	52.5	22.5	15.0	3	2.0	7.5	73.5	16.5	15.0	4	1.0	5.0	67.0	31.0	15.0	5	1.0	10.0	43.0	16.5	15.0	상대유하시간 -0.5~1.5초 (SF=500-700mm)	간편 조합시험, 현장 관리시험에 적용 가능
No.	i	d	B	H	L																																			
1	0.5	7.5	37.5	30.0	15.0																																			
2	1.0	7.5	52.5	22.5	15.0																																			
3	2.0	7.5	73.5	16.5	15.0																																			
4	1.0	5.0	67.0	31.0	15.0																																			
5	1.0	10.0	43.0	16.5	15.0																																			

특 성	시험명	개략적 방법(약도)	표준치	견 해
	박스시험	 <p>2실의 압력차(높이차)를 측정</p>	압력차 $-5 \sim 20 \text{gf/cm}^2$ (SF=500-700mm)	비교적간편 조합시험에 적용 가능
	체시험	 <p>유하율의 측정</p>	유하율=3-100cm (SF=500-700mm)	비교적간편 조합시험에 적용 가능
	L플로우 철근간통과 성시험 (횡방향)	 <p>(단위: mm)</p>	L플로우치=400-750mm L스럼프치=200-360mm (SF=500-700mm)	간편 조합시험 현장관리시험에 적용가능
④ 충전성	고밀배근 충전성 시험		충전상황 관찰	시료가 많이 필요 조합시험에 적용 가능

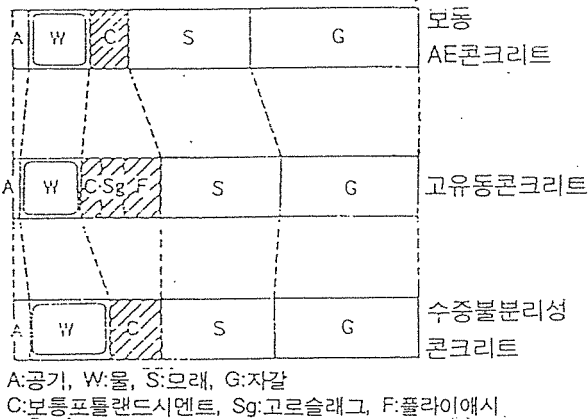
4. 고유동콘크리트의 유동특성에 영향을 미치는 각종 요인

4.1 잔골재율의 영향

잔골재율의 수준에 따른 고유동콘크리트의 컨시스턴시 변화는 그림 6에서 보는 바와 같이 물결합재비 0.32에서 잔골재율을 35~51%로 변화하여 이에 따른 슬럼프·플로우와 충전성을 평가하였다. 즉 35~45%까지는 슬럼프·플로우는 거의 동등하지만, 45%보다 큰 경우에는 슬럼프·플로우가 급격히 저하하고 있다. 한편, 충전성이 양호하게 나타나는 잔골재율의 범위는



〈그림 6〉 잔골재율과 플로우, 충전성, 공극율과의 관계



〈그림 7〉 종래의 AE콘크리트와 고유동콘크리트, 수중불분리성 콘크리트의 배합비교

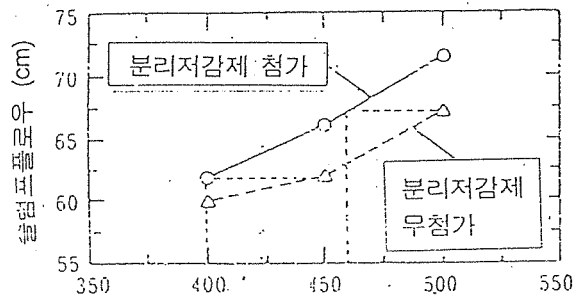
42~46%로써 45%의 경우가 가장 양호한 것으로 보인다.

이의 결과는 골재의 공극율이 최소로 되었을 때의 잔골재율과 거의 일치하고 있다. 따라서 고유동콘크리트의 배합검토에 있어서 사용골재의 공극율이 최소로 되는 잔골재율을 산정하는 것이 고유동콘크리트의 적절한 배합을 선정하는데 유효한 지표가 될 것으로 사료된다.

4.2 단위결합재량에 따른 영향

고유동콘크리트의 배합산정에 있어서 단위결합재량은 주요한 요인으로, 각 물결합재비에 있어서 그의 단위결합재량에 대한 적정 수준을 고려하여야 할 것이다. 그림 7에서 보는 바와 같이 각 콘크리트의 종류에 따른 단위결합재량을 비교하여 보면, 종래의 AE콘크리트에 대하여 고유동콘크리트의 조골재량이 다소 적고 분체량이 증가된다. 또한, 수중불분리성 콘크리트의 배합과 비교하면 골재량은 그다지 변화하지 않는 것에 비해 고성능콘크리트는 단위수량이 약간 적은 것을 알 수 있다.

그림 8은 동일한 물결합재비에서 단위결합재량의 변화에 따른 슬럼프·플로우치를 나타낸 것으로써 분리저감제를 사용한 경우와 분리저감제를 사용하지 않은 경우 모두 단위결합재량이



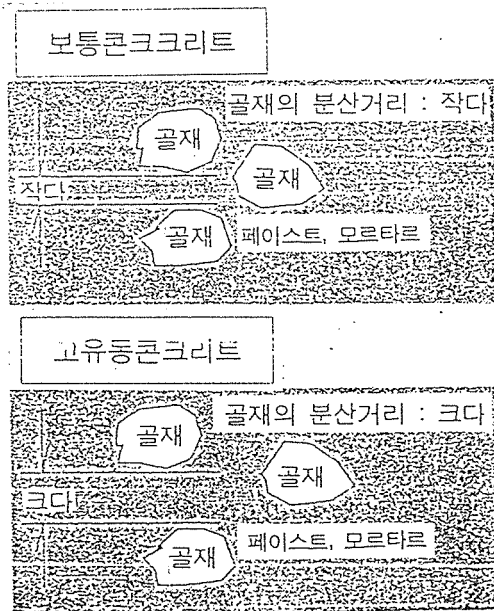
〈그림 8〉 단위결합재량과 슬럼프플로우의 관계

증가함에 따라 슬럼프·플로우치가 증가하고 있다. 이는 곧 매트릭스(matrix)량이 증가함으로써 유동성이 증대되는 것으로 사료된다.

또한 분리저감제를 사용한 경우 동등한 유동성상에서 단위결합재량이 50kg/m³정도 감소할 수 있다는 것을 나타내고 있지만, 분리저감제를 사용하는 경우, 분리저감제의 개발상에 어려움 점도 있고 일반 혼화제보다 가격이 비싸기 때문에 시멘트나 Fly ash와 같은 단위결합재량, 잔골재를 및 혼화제의 첨가율 등 최적의 배합치를 결정하여 배합설계를 하는 방법도 있다.

4.3 골재의 공극과 페이스트 용적과의 관계

콘크리트의 유동성, 분리저항성, 워커빌리티 등에 관련되는 배합이론에 있어서 콘크리트를 페이스트와 골재의 2성분계로 고려하는 잉여페이스트이론은 그림 9에서와 같이 조골재 입자의 분산거리를 고려하여 콘크리트의 컨시스턴시를 확보하는 연구이다.



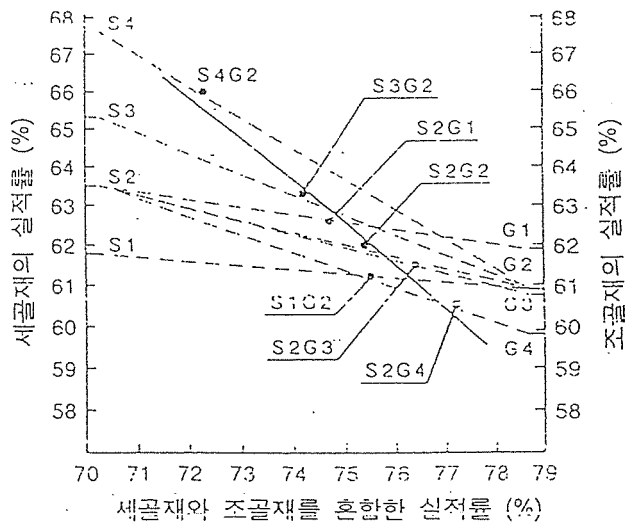
〈그림 9〉 골재분산거리의 개념

즉, 콘크리트의 컨시스턴시에 직접적으로 영향을 주는 것은 주로 페이스트 내지는 매트릭스의 구성에 결정되어지며, 이것은 4.1, 4.2에서 언급한 바와 같이 페이스트의 용적과 골재의 용적사이의 관계, 골재의 비표면적과 공극률등의 물리적 특성에 따른 영향에 관련된다고 생각된다. 또한, 조골재 입자의 분산거리는 모르타르에 대한 조골재의 상대 용적비와 같은 것으로 유동성, 분리저항성 등에 영향을 주는 것이다.

여기에서 골재 입자의 비표면적과 분산거리의 측정이 곤란하므로 다음의 식과 같이 골재의 공극률과 페이스트량의 상대용적비를 이용하여 간접적으로 골재입자의 분산거리를 상대 비교하고자 하는 것이다.

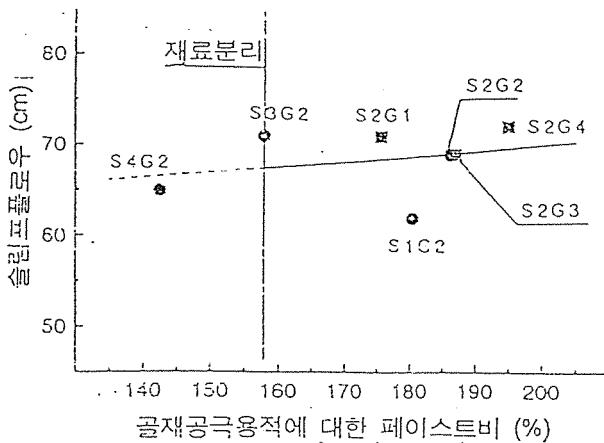
$$\text{용적비}(\%) = \frac{\text{페이스트의 용적}}{\text{골재(세골재+조골재)공극용적}}$$

입도의 분포가 서로 다른 세골재와 조골재 각각의 실적율과 이들을 혼합시킨 경우의 실적율을 그림 10에 나타낸 바와 같이 혼합된 골재의 실적율은 72~78%의 범위를 나타나고 있어, 조골재, 조골재 각각의 실적율보다 증가된 것으

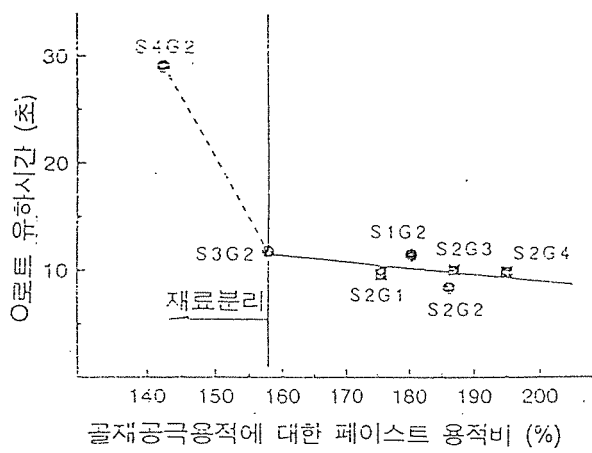


〈그림 10〉 세골재와 조골재를 혼합한 경우 골재의 실적율

로 나타났다. 이에 대하여 그림 11에서와 같이 골재의 공극용적에 대한 페이스트 용적비의 수준을 140~200%로 하여 슬럼프·플로우, O로트 유하시간과의 변화를 알아 본 결과, 먼저 슬럼프·플로우의 변화에서는 상대용적비가 증가함에 따라 슬럼프·플로우치가 증가하고 있지만 그 변화의 폭은 작으며, 상대용적비가 160% 이하에서는 재료분리의 현상이 나타나고 있다.



〈그림 11〉 골재공극용적에 대한 페이스트 용적비와 슬럼프플로우

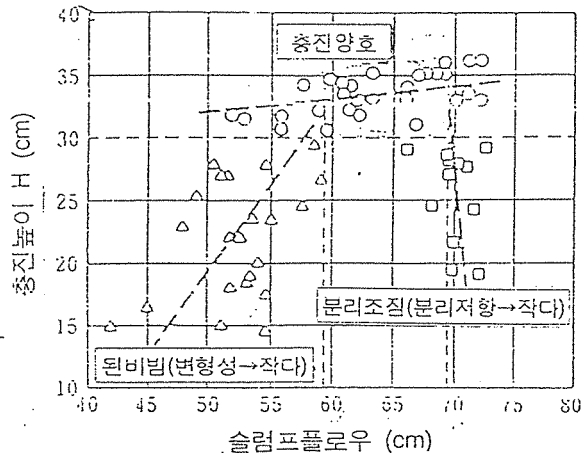


〈그림 12〉 골재공극용적에 대한 페이스트 용적비와 O로트 유하시간

그림 12에 나타난 바와 같이 상대용적비에 따른 O로트 유하시간의 변화는 용적비 160% 이상에서는 용적비가 증가할 수록 유하시간이 약간씩 저하하고 있으나 용적비 160%이하에서는 유하시간이 20초 이상 증대되었다. 이는 용적비 160%이하에서는 골재의 분산거리가 감소하여 재료분리가 발생한 결과를 초래한 것으로 판단된다. 따라서 고유동콘크리트의 배합선정시 골재의 실적을 및 공극율과 이에 대한 시멘트 페이스트와의 용적비를 고려하여 적용하는 것이 유효할 것으로 사료된다.

4.4 고유동콘크리트의 컨시스턴시 특성에 따른 적용 범위

고유동콘크리트의 슬럼프·플로우와 충전높이의 상호관계를 나타낸 그림 13에서 보는 바와 같이 마찰기구와 점착기구간의 상호 변화양상에서 매트릭스와 골재와의 전단력이 최소화되고, 재료분리가 일어나지 않은 범위로써 슬럼프·플로우는 60~70cm, 충전높이 30cm이상에서 유동성과 분리저항성을 동시에 갖는 영역을 나타내고 있다. 그러나 슬럼프·플로우 70cm내외에서 재료분리의 조짐이 보이는 범위가 좁게 나타



〈그림 13〉 슬럼프·플로우와 충전높이와의 관계

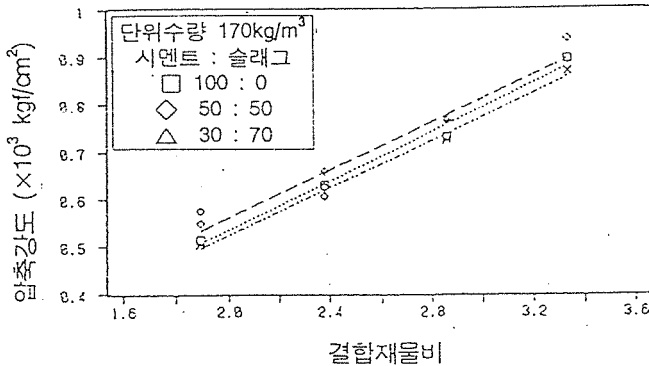
나고 있어, 양호한 유동성상에서도 순간적으로 재료분리가 일어날 수 있음을 시사하고 있어 주의해야 할 것으로 사료된다.

5. 고유동콘크리트의 경화특성

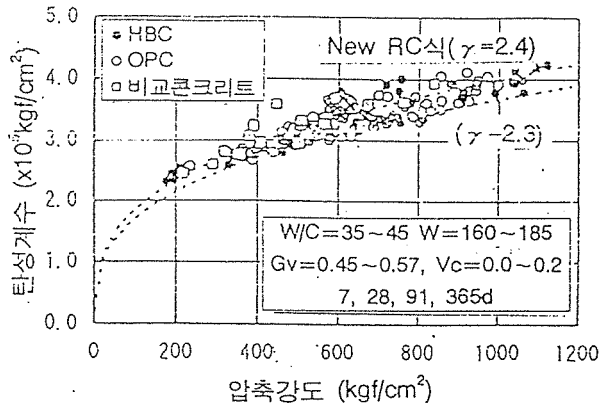
고유동콘크리트는 다짐을 하지않고도 충전될 수 있는 성능을 확보하고 있고, 경화후의 콘크리트 성상에서도 고품질의 고내구성이 요구된다. 그러나 분체재료의 증가로 페이스트량이 많아 이에 대한 배려를 하지 않으면 수화발열량, 자기수축 등이 증가하여, 크랙이 발생하는 원인이 된다. 따라서 콘크리트의 발열문제에 대처하는 것으로, Fly ash, 슬라그, 석분과 같은 혼화재료나 중용열시멘트의 사용 등 분체재료를 이용하는 방법을 택할 수 있다.

5.1 압축강도 및 정탄성계수의 특성

고유동콘크리트의 경화성상에서 압축강도등의 각종 공학적 특성은 주로 물결합재비에 의해 좌우된다. 즉, 그림 14과 같이 시멘트물비에 따른 통상의 콘크리트와 고유동 콘크리트의 압축강도는 거의 직선적으로 증가하고 있음을 보이고 있다. 또한, 기본적인 배합수준이 고강도 콘크리트에 가깝기 때문에 고강도의 압축강도 수준도



〈그림 14〉 압축강도와 시멘트물비



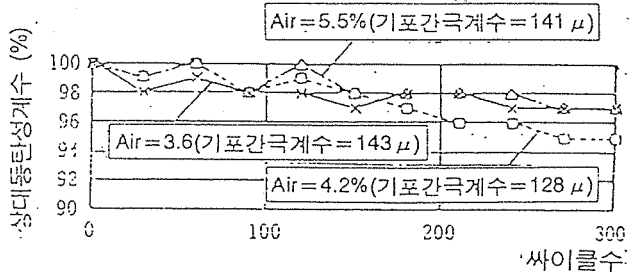
〈그림 15〉 고유동콘크리트의 압축강도와 탄성계수

달성할 수가 있다. 그림 15에서 보는 바와 같이 고유동콘크리트의 압축강도 및 탄성계수치는 통상의 콘크리트와 동일한 양상을 보이고 있다. 또한 탄성계수는 기존의 콘크리트보다 약간 낮고, 단위용적중량이 2.3~2.4t/m³의 범위이다.

5.2 내동결융해성능

고유동콘크리트는 보통 고성능AE제에 의해 유동성을 부여받음과 동시에 소정의 독립된 기포를 연행시킴으로서 그림 16에서 보는 바와 같이 동결융해의 300사이클 이후 상대동탄성계수가 94%이상으로 내동결융해성능이 우수하다.

이것은 경화콘크리트의 기포간극계수가 140μ 정도로 극히 작기 때문으로 사료된다.

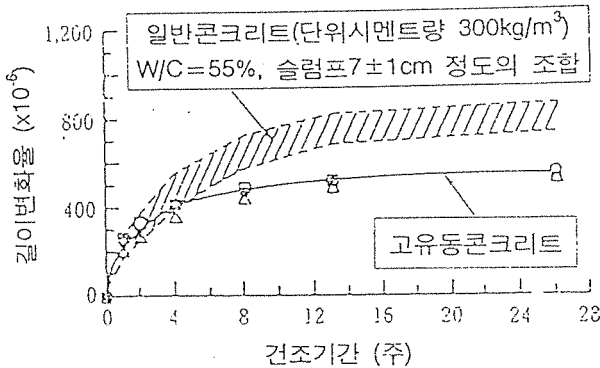


〈그림 16〉 고유동콘크리트의 동결융해저항성

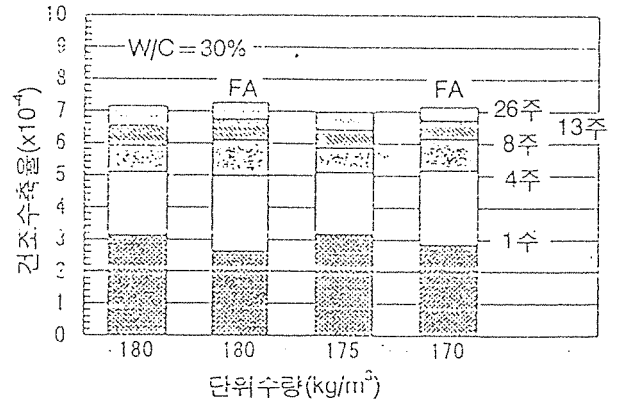
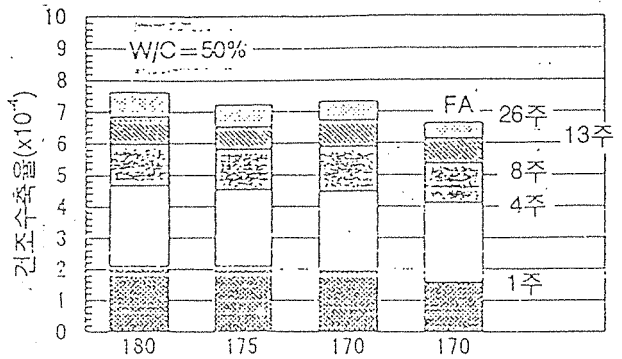
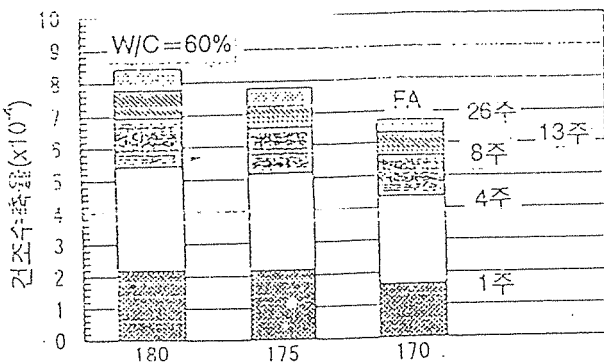
5.3 건조수축에 대한 안정성

고유동콘크리트의 건조수축성상을 그림 17과 같이 단위시멘트량 300kg/m³정도, 물시멘트비 55%, 슬럼프 7cm정도의 일반콘크리트의 경우보다 고유동콘크리트의 경우가 건조수축량이 적게 나타나고 있다.

또한 JIS A 1129의 모르타르 및 콘크리트의 길이변화시험방법에 준하여 건조수축 측정결과를 나타낸 그림 18과 같이 단위수량 175 및 180kg/m³, 물결합재비 0.60에서 각각 8.4×10^{-4} , 7.8×10^{-4} 현저한 건조수축율을 보이고 있어, 단위수량이 많을 수록 건조수축율이 크게 되고 있다. 그러나 물결합재비 0.50이하의 경우 보존기간 26주의 건조수축율이 $6.9 - 7.6 \times 10^{-4}$ 로 나타나 JASS 5에서 6개월간의 건조수축율



〈그림 17〉 고유동콘크리트와 일반콘크리트와의 건조수축 비교



〈그림 18〉 단위결합재량에 따른 건조수축량

이 8.0×10^{-4} 이하를 만족하고 있으며, 플라이애시의 혼입도, 보존기간 초기에서 수축저감에 대한 효과가 있음을 보이고 있다.

6. 배합설계 및 제조상에서 유의할 점

고유동콘크리트의 제조시 동일 품질의 콘크리트를 얻기 위한 품질 변동 범위가 대단히 커서 제조상 유의할 점이 많다. 예를 들어 보통콘크리트에 비해 동일 배합에 있어서 생각하더라도, 골재의 입도, 잔골재율, 혼입되어지는 분체량의 변동, 표면수량의 변동 등에서 현저하게 품질변동이 생기는 경우가 많다.

고유동콘크리트의 품질을 변동시키는 요인으로서, 유의하지 않으면 안되는 것은 다음과 같이 여러가지가 있다.

가. 배합의 선정

나. 시멘트 종류와 품질

다. 결합재와 미립분의 양, 입도, 형상

라. 단위수량(골재의 표면수 함유)

마. 골재의 품질, 입도, 형상, 표면수량

바. 고성능(AE)감수제의 종류와 양

사. 증점제의 종류와 양

아. 재료의 믹서에의 첨가방법, 순서, 시간

자. 혼합방법, 시간과 에너지양(발열량)

차. 기타

간략하게 말하면, 종래에는 특히 문제가 안되는 요인인데도, 고유동콘크리트에서는 고려하지 않으면 안되는 것이 있다는 것을 말한다. 즉, 종래의 일반 콘크리트에 대한 품질관리보다 훨씬 엄격한 품질관리가 요구되기 때문에 컴퓨터를 이용한 콘크리트의 품질관리방법 등 새로운 시스템을 도입할 필요가 있다고 생각된다.

7. 결 론

고유동콘크리트는 앞에서 언급한 바와 같이 다짐이 필요없어 파생되는 건설경제적 효과 이외에도 재료비가 비싸고 품질관리가 엄격해야 한다는 문제점도 안고 있다. 그러나 향후 건설 구조물에 대한 요구성능이 다양화되고, 대량·급속시공이라는 특수한 건설환경으로 전화되는 시점에서 볼 때, 콘크리트가 건설산업용 구조재료로서 갖추어야 할 성능을 개발 및 향상시켜야 할 것이다. 특히 국내에서는 콘크리트 구조물의 대형사고로 인해 실추된 콘크리트의 신뢰도를 높이기 위한 노력과 아울러, 건설생산성 향상을 위한 고유동콘크리트의 개발은 당연한 과제로서 고유동콘크리트에 대한 구체적이고 실험·실증적인 연구를 통하여 고유동콘크리트의 컨시스턴시에 대한 배합설계법, 각종 유동성 측정 방법 및 사용지침안 작성 등이 체계적으로 진행되어야 할 것이다.

- ① 고유동콘크리트의 컨시스턴시 특성에 대한 정확한 정의와 고유동의 매카니즘에 대한

이해가 선행될 것

- ② 고유동콘크리트를 구성하는 재료특성과 그 배합에 의해 결정되는 각 레오로지 특성을 정량화할 수 있는 각종 평가방법이 개발되어야 할 것
- ③ 컨시스턴시에 관련된 유동성, 분리저항성, 충전성, 부착성 등 각종 레오로지 특성치에 대한 상관성을 명확히 규명하여 합리적인 시공의 평가가 이루어질 것
- ④ 단위분체량, 단위수량, 고성능감수제의 사용량, 골재의 입도분포 등 배합설계상 각종 요인에 대한 실험적 검토를 통하여 고유동콘크리트의 특성이 양호한 범위에 배합요인을 규명할 것.
- ⑤ 고유동콘크리트의 경화성상으로서 압축강도, 건조수축, 발열특성 등에 대한 실험적 검토가 실행될 것.

현재 고유동콘크리트에 대한 연구가 일부 실시되고 있고, 향후 상당량의 고유동콘크리트가 사용되는 것은 고유동콘크리트의 비용이 높은 만큼 구조물의 신뢰성 및 성능에 대응된다는 사고의 전환이 이루어질 것으로 기대되며, 이는 고품질의 콘크리트를 생산하는 생산자에 대한 행정적 지원과 시공자의 품질관리 의식뿐만 아니라 특히 발주자의 적극적인 의식이 뒷받침되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 超流動コンクリート研究委員會; コンクリートシンポジウム 論文報告集, 日本コンクリート工學協會, 1993, 5, 21
2. 松田 敦夫, ほか2; L型アロ・試験アロ・値の時間による高流動コンクリートの品質評價, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 17, No.1, 1995, pp. 11~16.
3. 岩井信彰, ほか3; 高流動コンクリートの調合と請性質關する研究, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol. 17, No.1, 1995, pp. 57~62.

-
4. 平田隆祥, ほか3: 高流動コンクリートのフレックシビリティに及ぼす骨材粒度の影響, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 17, No.1, 1995, pp. 81~86.
 5. 陸野 克己, ほか3: 高流動コンクリートの水和熱低減に関する研究, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 17, No.1, 1995, pp. 87~92.
 6. 中村亮太, ほか3: 細骨材の粒度の相違が高流動コンクリートの性状に及ぼす影響について, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 17, No.1, 1995, pp. 111~116.
 7. 野口 貴文, ほか6: 高流動コンクリート調合と関する試験的研究, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1994. 9. pp. 573~578.
 8. 山本 辛雄, ほか6: 高流動コンクリートの調合と関する實驗的研究, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1994. 9. pp. 579~580.
 9. 檀垣 誠, ほか5: フロ・イングコンクリート關する實驗研究, 日本建築學會大會學術講演 概集, 1994. 9. pp. 573~578.
 10. 田中 齊, ほか4: 高流動コンクリートの運搬時の流動性保持する検討, 本建築學會大會學術講演 概集, 1994. 9. pp. 507~508.
 11. 浅井 洋, ほか3: 高流動コンクリートのフレックシビリティに關する基礎的研究, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 16, No. 1, 1995, pp. 119~124.
 12. 岩奇訓明, コンクリート配合原点と, セメントコンクリート, No. 564, Feb. 1994, pp.20~27.
 13. 岡村 甫 ほか2, ハイパフォーマンスコンクリート, 技報堂出版出版
 14. 岡村 甫 ほか1, 締固の不要への挑戦, セメントコンクリート, No. 558, 1993. 8. pp.1~7.
 15. 岡村 甫 ほか1, 締固の不要コンクリートへの施工, セメントコンクリート, No. 558, 1993. 8. pp.1~7.
 16. 松尾 茂美田 ほか1, 自己充填コンクリートへの充填性に及ぼす組骨材の影響, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 16, No. 1, 1994, pp. 165~170.
 17. 小山明男, ほか3: 高強度高流経量コンクリートの充填性に及ぼす組骨材の影響, コンクリート諸性状に關する基礎的研究, コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 16, No. 1, 1994, pp. 159~164.