

고성능 (AE) 감수제를 사용한 「고강도·고품질 콘크리트」의 제성질 (1)

아직 굳지않은 콘크리트의 성질 ; 역학적성질

飛坂基夫

번역 권 순 욱

〈한일시멘트공업(주) 대전연구소 연구원〉

1. 머리말

고성능(AE) 감수제를 이용한 고강도 콘크리트는 고층RC조 공동주택을 중심으로 사강교의 주탑등에 사용되고 있다. 또한 이 고강도 콘크리트에 관한 연구도 약 10년전부터 활발하게 추진되어왔고 최근에는 실리카흙등의 혼화재를 이용한 1,000kgf/cm² 정도의 압축강도를 가지는 콘크리트를 레미콘 공장에서 제조하고, 현장에서 시공하는 실험연구도 추진되고 있다.

그러나 고강도 콘크리트에 관한 통계적인 실험연구는 적고, 특히 역학적 성질 이외에 품질에 관한 보도는 극히 적은 것이 현실이다.

본 보고에서는 필자가 1974년 이래 18년간에 걸쳐서 계속적으로 실험연구를 해온 저 W/C 콘크리트의 굳지않은 상태의 성질, 역학적 성질, 내구성 및 열적 성질에 관한 연구 성과를 소개하겠다.

2. 실험연구의 내용과 성과

고성능 감수제는 1962년 일본에서 처음 개

발되어 이 혼화재를 이용해서 1966년 오토클레브 양생한 압축강도 700kgf/cm²의 PC파일의 제조가 시작되었다.

또 1969년에는 증기양생과 오토클레브양생을 병용하여 압축강도 900kgf/cm²의 파일제조도 시작되었다. 이와같이 고성능 감수제와 증기양생 또는 오토클레브양생등의 촉진양생을 병용하여 고강도 콘크리트의 제조기술이 확립되었고, 콘크리트 파일이외에 빔, 침목, 슬라브, 홉판 및 어초등의 콘크리트제품에 많이 사용되고 있다. 그러나 상온양생에 의한 고강도콘크리트의 제조나 이용에 관한 연구는 일부를 제외하고는 실시되고 있지 않다.

필자는 1974년이후 25회 정도의 연속적인 실험연구를 실시하여 고성능감수제 또는 고성능 AE감수제를 이용한 상온양생콘크리트의 제성질을 밝혀 보았다.

또한 이 연구에서는 실리카흙등의 혼화재를 이용하지 않은 콘크리트를 대상으로 하였으며, 기본적인 배합은 시멘트페이스트의 양을 일정하게 하고 슬럼프의 조성은 고성능(AE)감수제의 첨가량에 의해 조절되었다.

3. 고성능(AE)감수제의 특징

본 연구에서 사용한 고성능(AE)감수제의 특징은 다음과 같다.

① 첨가량의 증가에 따라 감수율을 대폭적으로 크게하는 것이 가능하고, 특히 높은 첨가량으로 감수성이 우수하며, 저 W/C의 범위에서도 충분히 워커블한 콘크리트를 제조할 수 있다.

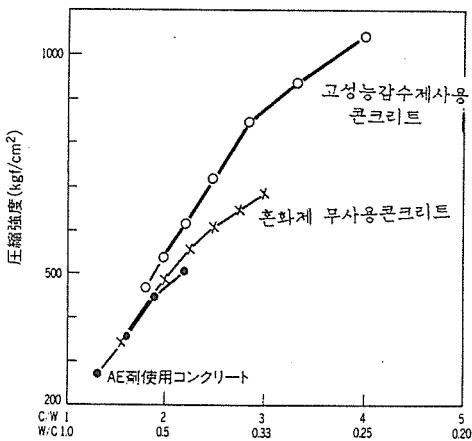
② 응결지연성이 작다.

③ 공기연행성이 작다.

고성능(AE)감수제를 이용하지 않은 콘크리트 및 종래의 (AE)감수제를 이용한 콘크리트에서는, 저 W/C에서 시멘트 입자가 뭉쳐있는 상태가 되고, 미수화 입자를 다수 포함한 불균일한 시멘트페이스트가 되어 W/C를 40%이하로 작게해도 강도의 증가가 적고, 워커블한 콘크리트를 제조하는 것이 불가능했다.

그러나 본 연구에서 사용한 고성능(AE)감수제는 종래 사용되어 온 (AE)감수제에 비해 탁월한 분산성질을 가지며 W/C 25% 정도에서도 워커블한 콘크리트를 용이하게 제조하는 것이 가능하고, 시멘트 입자 분산성이 좋기 때문에 수화가 촉진되어 (그림1)에 나타

(그림 1) 압축강도에 미치는 고성능 감수제의 효과 (조강시멘트/쇄석; 천사 사용/수중양생/재령28일)



난 것과 같이 고강도 고품질의 콘크리트를 제조할 수 있다.

최근에는 배합후에 슬럼프의 경시변화를 작게한 고성능(AE)감수제가 개발되어 고강도 콘크리트를 레미콘 공장에서 제조하여 공사현장으로 운반하고 타설하는 것이 가능하게 되었다. 이하 본문에서는 AE제 및 슬럼프의 경시변화를 억제하는 성분을 포함한 혼화제를 “고성능AE감수제”, 이것을 포함하지 않은 혼화제를 “고성능감수제”라고 하겠다.

4. 굳지않은 콘크리트의 특성

고성능(AE)감수제를 이용한 저 W/C콘크리트의 굳지않은 상태의 특성은 보통 콘크리트와 비교하면 큰 차이점이 있다. 이 특징은 다음과 같다.

4-1. 배합에 관한 요인의 영향

저 W/C콘크리트의 배합설계방법은 재물성의 관계가 명백하지 않고 고성능(AE)감수제의 사용량 선택등에 대한 여지가 있어 확립된 방법은 없다.

일련의 연구에서 다음과 같이 밝혀졌다.

(1) W/C와 갇힌 공기와의 관계

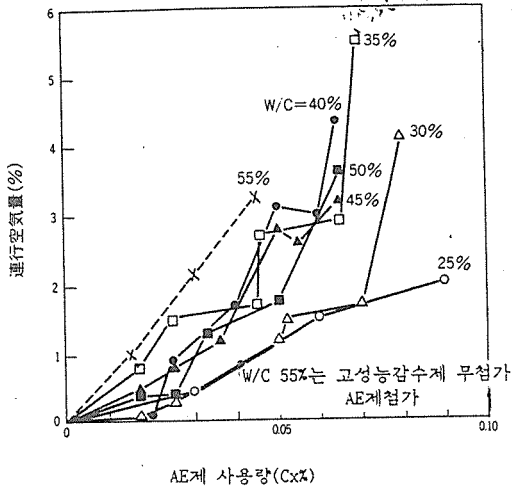
non AE 콘크리트의 공기량은 W/C의 저하에 따라 증가하는 경향이 있으며 W/C 40%이하에서는 특히 심하다. 이것은 내동해성을 공기량에 의해 평가하는 경우나 고강도 콘크리트를 제조하는 경우에 중요한 요인이다.

(2) AE제의 사용량과 연행공기량의 관계

고성능감수제에 AE제를 병용하여 사용한 경우, AE제 사용량과 연행공기량의 관계를 (그림 2)에 나타냈다.

고성능감수제를 사용하지 않은 W/C 55%

(그림 2) AE제 사용량과 연행공기량의 관계
(조강시멘트/고성능감수제;나프탈렌계/AE제;빈출)

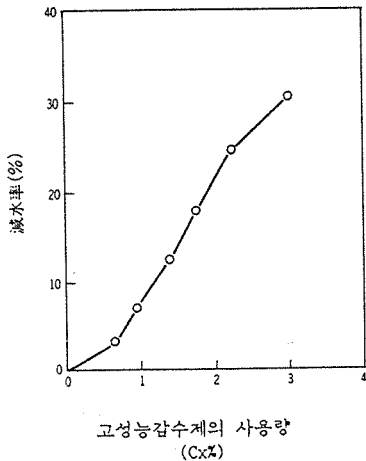


의 경우, AE제의 적은 사용량으로 또한 사용량에 비례해서 공기가 연행되지만, 고성능감수제를 사용한 경우는 AE제의 사용량을 증가시키는 것이 필요하고, 이런 경향은 W/C 30%이하의 경우 특히 현저하다.

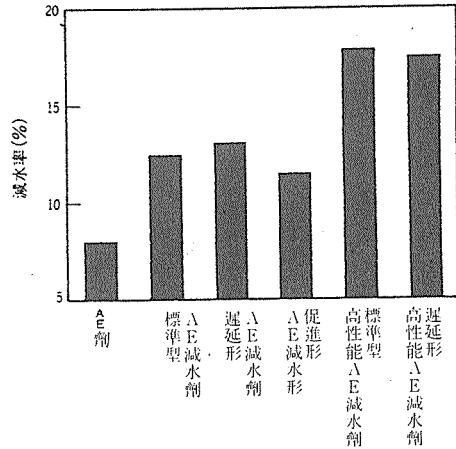
(3) AE제의 병용에 의한 감수 효과

고성능감수제에 AE제를 병용하여 공기를

(그림 3) 고성능감수제의 사용량과 감수율의 관계
(조강시멘트/나프탈렌계 고성능감수제/non AE 콘크리트)



(그림 4) 화학혼화제의 종류와 감수율의 관계
(JIS A 6204 의거 시험 : 단위시멘트량 320kg/m³ 슬럼프 18cm)



연행한 경우에는 일반콘크리트와 같은 감수효과를 기대할 수 있다.

4) 고성능감수제의 사용량과 감수율의 관계를 (그림3)에 나타냈다.

이것이 저 W/C에서 위커블한 콘크리트의 제조를 가능하게 하는 것이다.

참고로 JIS A 6204(콘크리트용 화학혼화제)에 나타난 조건에 따라 실시한 경우의 고성능 AE감수제의 감수율과 그밖의 화학혼화제의 감수율의 비교를 (그림4)에 나타냈다.

(5) 굵은 골재의 종류가 컨시스턴스에 미치는 영향

고강도를 필요로 하는 콘크리트에서는 후술할 것이지만 쇄석이나 쇄사등 입형이 각이진 골재가 유리하지만, 고강도보다는 내구성 이 뛰어난 콘크리트가 필요한 경우에는 단위 수량이 작아지도록 골재를 선정하는 것이 필요할 것이다.

동일 배합조건에서 제조한 콘크리트 시험

결과에 의하면 일반콘크리트와 같으며, 실적이거나 조립율이 큰 조골재를 이용하는 것이 컨시스턴시가 커지는 경향이 있는 것으로 확인되었다.

(6) 시멘트 종류와 고성능감수제 사용량의 관계

동일한 컨시스턴시를 얻기 위해 필요한 고성능감수제의 사용량은 W/C 35% 이상에서는 보통 시멘트와 조강시멘트 사이에는 차이가 없는 것으로 확인되었지만, W/C 30% 이하의 경우에는 차이가 있는 것이 확인되었다.

(7) 단위시멘트량과 W/C의 관계

고성능감수제를 다량으로 사용하는 것에 의해 단위시멘트량이 적은 저 W/C 콘크리트 제조가 가능하다. 그러나 단위시멘트량이 적은 경우에는 필요한 컨시스턴시를 얻지 못하거나, W/C를 작게해도 압축강도의 증가가 확인되지 않는 경우가 있다. 따라서, 사용되는 원재료의 성질에 따라 차이가 있지만 W/C에 대한 적절한 단위시멘트량이 존재하는 것으로 보인다.

(8) 단위 용적중량

고성능감수제를 사용한 저 W/C 콘크리트는 시멘트페이스트의 비중이 크기 때문에 단위용적중량이 커진다. 그 차이는 W/C 25%와 W/C 55% 사이에서 굳지않은 상태는 100kg/m³, 기건 상태에서 150kg/m³ 정도이다.

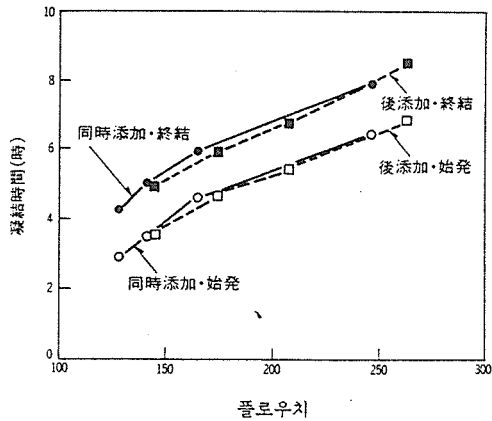
4-2. 응결, 블리딩

4-2-1. 응결

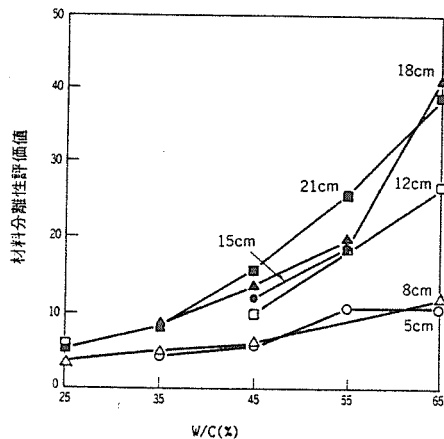
고성능감수제는 응결지연성이 작은 것이 특징이지만 이것에 대한 보고는 적다.

나프탈렌계 고성능감수제를 이용하여 모르

(그림 5) 모르타르 플로우치와 응결시간의 관계 (W/C 25% 모르타르/조강시멘트/고성능감수제; 나프탈렌계)



(그림 6) 재료분리성 시험 결과(평균치와의 차이는 적분에 의한 방법) (보통시멘트사용/non AE 콘크리트/W/C 55%, 65%는 고성능감수제무첨가)



타르와 동시첨가한 경우와 모르타르에 후첨가한 경우의 응결시간과 플로우의 관계를 (그림 5)에 나타냈다.

동일 플로우시 고성능감수제의 사용량이 달라도 응결시간은 거의 동일하다.

고성능감수제 자체에 지연성이 있으면 동일 flow치의 경우 응결시간이 다를 수 있겠으나 여기에서 보면 고성능감수제 자체에 지연성이 없는 것으로 나타났다.

그러나 모르타르량을 적게하고 고성능감수

재를 다량으로 이용하여 슬럼프를 동일하게 하는 경우에는 모르타르의 플로우가 커지기 때문에 응결시간이 길어질 위험성이 있지만 일반적으로 W/C에 의한 차이는 확인되지 않았다. 또한 고성능AE감수제의 경우에는 지연 효과가 있기 때문에 응결시간이 길어진다.

4-2-2. 블리딩

고성능감수제를 사용한 저 W/C 콘크리트는 자유수가 적기 때문에 블리딩량은 감소하고 W/C 35% 이하에서는 블리딩이 나타나지 않았다.

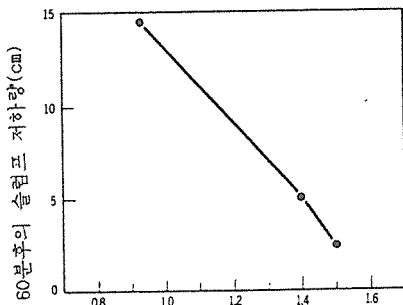
4-3. 재료분리

고성능감수제를 이용한 저 W/C 콘크리트는 동일배합의 콘크리트와 비교하면 점성이 작지만 일반콘크리트와 비교하면 상당히 크다. 이 때문에 굵은 골재의 이동이 적고 균일한 콘크리트를 얻을 수 있는 가능성이 있다.

(그림6)은 W/C 및 슬럼프를 변화시킨 콘크리트의 재료분리성을 조사한 결과이다.

이 결과에 의하면 W/C 35% 이하에서 슬럼프 21cm 콘크리트는 W/C 55%에서 슬럼프 5cm 콘크리트 보다 재료분리가 나타나기

(그림 7) 고성능 AE감수제의 사용량이 슬럼프 경시저하량에 미치는 영향
(고성능감수제 : 방향족 아미노 설펜산계 고분자 화합물 / 보통시멘트 / W/C 37% / 공기량 4% / 슬럼프 18cm)



고성능 AE 감수제의 사용량(X)

어려운 것으로 표시되고 있다.

4-4. 슬럼프의 경시변화

고성능감수제를 사용하면 시멘트의 분산성이 좋기 때문에 그후 시간의 경과에 따라 응집이 빨라 슬럼프의 경시 저하량이 커진다. 이 경시변화에 대해 슬럼프저하를 억제하는 효과를 가진 고성능AE감수제가 다수 시판되고 있다.

억제효과는 각각의 혼화제에 따라 다르지만 (그림7)에 나타냈듯이 고성능AE감수제의 사용량에 의해서도 크게 달라진다.

또 혼합후의 아지데이터의 회전수, 시료의 량등이 시험실 시험 결과와 현장시험결과와 달라지기 때문에 사용조건등을 고려하여 소정의 성능을 확인하는 것이 중요하다.

또한, 공기량의 감소와 슬럼프 저하량과의 관계는 특별한 상관관계가 있는지에 대해서는 확인되지 않았지만 고성능AE감수제의 지연 효과에 의해 좌우되고 있는 것으로 보인다.

5. 경화콘크리트의 역학적 특징

고성능AE감수제는 (그림1)에 나타냈듯이 고강도콘크리트의 제조에 불가분한 혼화제로, 현재 실용화되고 있는 분야는 그 우수한 역학적 특징을 이용한 것이 대부분이며 그 특징은 다음과 같다.

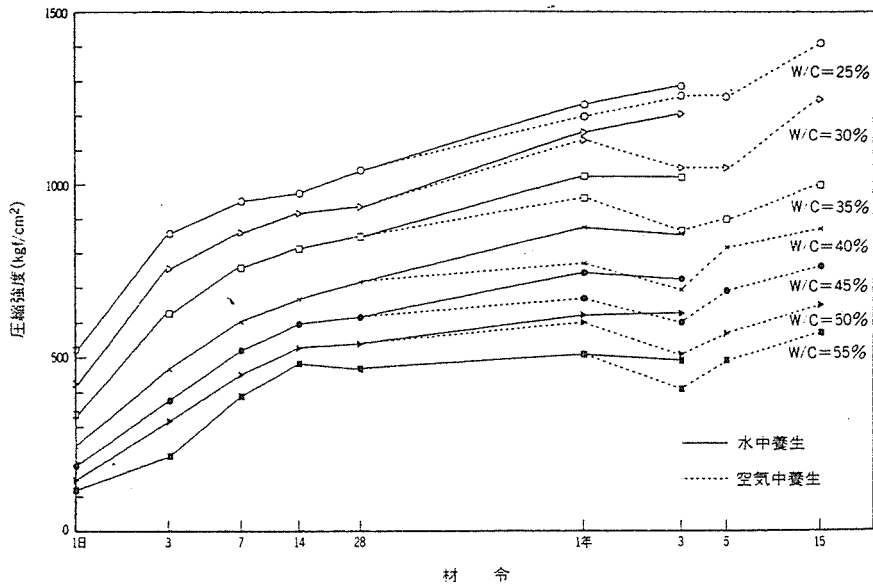
5-1. 압축강도

고성능감수제를 이용한 콘크리트의 재령1일에서 15년까지의 압축강도시험결과는 (그림8)과 같다. 저W/C의 콘크리트는 재령28일의 압축강도가 큰 것 외에 초기압축강도도 크고 또한 장기적으로 안정한 것이 확인되었다.

5-1-1. 초기압축강도

초기압축강도는 W/C, 시멘트 종류, 양생

(그림 8) 재령과 압축강도의 관계
(고성능감수제 : 나프탈렌계 / 조강시멘트사용)



온도, 양생방법 및 고성능감수제의 종류에 의해서 달라지지만, 적당한 조건을 찾으면 재령 24시간에 600kgf/cm² 정도의 압축강도를 얻는 것이 가능하다. 배합 및 양생조건을 변화시킨 콘크리트가 1, 100, 200, 300, 400 및 500kgf/cm²의 강도에 도달하는 재령은 (표1)에 나타냈다.

1kgf/cm²의 압축강도에 도달하는 재령은 배합 및 양생조건에 의하지 않고 3~4시간안에 가능하지만, 100~500kgf/cm²에 도달하는 재령은 조건에 따라 다른 것이 확인되었으며 촉진양생은 하는 것 없이 프래캐스트 제품이 탈형시에 요구되는 100kgf/cm²의 압축강도를 6시간에, 프리스트레스트 콘크리트의 응력도 입시에 요구되는 300kgf/cm²의 압축강도를 8시간에 얻는 것도 가능하였다. 이러한 콘크리트는 최종적인 압축강도도 크고 고품질의 제품이 된다.

또한, 고성능AE감수제를 사용한 경우에는 徐放 효과에 의해 응결시간이 늦어지기 때문에 초기압축강도를 얻을 수 있는 재령이 늦어질 수 있기 때문에 주의가 요망된다.

5-1-2. 재령 1일~28일 압축강도

(1) C/W와 압축강도의 관계

고성능감수제와 조강시멘트를 이용한 일련의 nonAE콘크리트의 압축강도 평균치와 C/W와의 관계를 (그림9)에 나타냈다. 또한 (그림9)에 보통시멘트를 사용한 콘크리트의 결과도 같이 표시했다. C/W 2.5정도까지의 일반보통콘크리트에서는 C/W와 압축강도의 관계가 직선적으로 나타내는 것이 가능하다고 보고되고 있다. 그러나 C/W가 좀더 커진 범위를 포함하면 일직선상으로 표시하는 것이 불가능하게 되고 조강 및 보통시멘트를 사용한 콘크리트라도 C/W 2.88(W/C=35%)를 경계로 2개선 선이 된다.

(2) 시멘트 종류의 영향

시멘트 종류가 압축강도에 미치는 영향도 (그림9)에 나타냈듯이 조강시멘트가 보통시멘트보다 압축강도가 큰 것이 확인되었다. 그러므로 각종의 시멘트를 사용해서 모르타르시

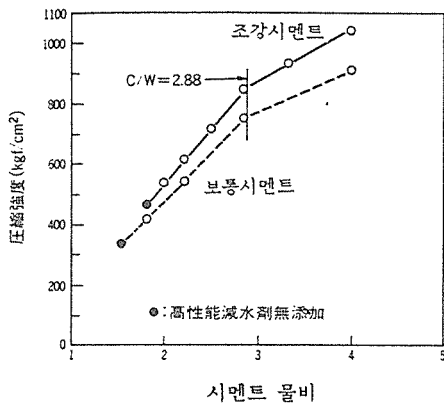
표 1 소정의 압축강도를 얻는 재령

소정의 압축강도를 얻는 재령 (시간)						
養生方法	調合記號*	1kgf/cm ²	100kgf/cm ²	300kgf/cm ²	400kgf/cm ²	500kgf/cm ²
空氣中養生	N-30-20	4	11	24	—	—
	N-35-5	4	—	—	—	—
	N-35-20	4	14	—	—	—
	N-35-35	3	8	24	—	—
	N-40-20	4	18	—	—	—
	H-30-20	3	9	12	16	23
	H-35-5	5	—	—	—	—
	H-35-20	3	10	16	23	—
	H-35-35	3	6	9	17	—
	H-40-20	4	12	—	—	—
	UH-30-20	3	9	11	13	15
	UH-35-5	3	20	—	—	—
	UH-35-20	3	9	14	18	—
	UH-35-35	3	6	8	11	—
UH-40-20	3	10	15	—	—	
簡易斷熱養生	N-30-20	4	10	20	—	—
	N-35-5	4	19	—	—	—
	N-35-20	4	12	—	—	—
	N-35-35	3	9	19	—	—
	N-40-20	4	15	—	—	—
	H-30-20	3	8	10	12	17
	H-35-5	4	18	—	—	—
	H-35-20	3	9	12	18	—
	H-35-35	3	7	12	17	—
	H-40-20	3	10	18	—	—
	UH-30-20	3	8	9	10	12
	UH-35-5	3	11	16	21	—
	UH-35-20	3	8	11	13	18
	UH-35-35	3	7	8	10	—
UH-40-20	3	8	12	18	—	

(주) * 시멘트의 종류—W/C—양생 온도

험을 실시하여 (그림 10)에 그 결과를 나타냈다. 이 결과에 의하면 조강시멘트가 고강도를

(그림 9) C/W와 압축강도의 관계 (non AE 콘크리트 / 수중양생 / 재령 28일)



얻는데 적절하였고, 고로 시멘트 C종의 경우에는 압축강도가 작아지는 경향이 확인 되었지만, 그밖의 시멘트의 경우에는 꽤 높은 고강도를 얻었다. 특히 91일 재령에서는 증용 열시멘트, 후라이에쉬시멘트 C종도 높은 강도가 얻어졌고, 시멘트의 차이도 있으므로 앞으로 검토가 필요하다.

(3) 단위시멘트량의 영향

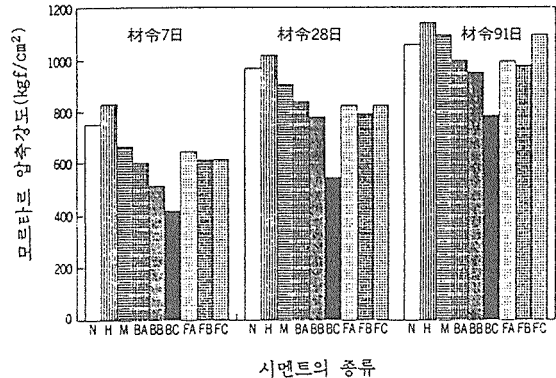
단위시멘트량을 일정하게 하고 고성능감수제의 사용량에 의해서 W/C를 변화시킨 콘크리트의 압축강도 시험결과를 (그림 11)에 나타냈다. 이 그림에 의하면 고성능감수제를 다량 사용해서 W/C를 저하시켜도 압축강도가 증가하지 않는 경우가 있었다. 따라서 W/C에 대한 적절한 단위시멘트량이 존재함을 알 수 있었다.

(4) 골재종류의 영향

골재종류를 변화시킨 동일배합의 콘크리트 압축강도 시험결과를 (그림 12)에 나타냈다.

인공경량골재 및 고로슬래그골재를 제외한 보통골재들간에 약 300kgf/cm², 잔골재의 종류에 의해서도 약 200kgf/cm²의 차이가 나타

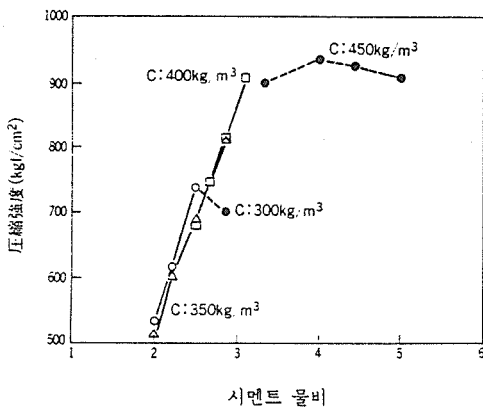
(그림 10) 시멘트의 종류와 압축강도의 관계 (W/C 25% C:S=1:1.6 / ø 5×10cm / 수중양생)



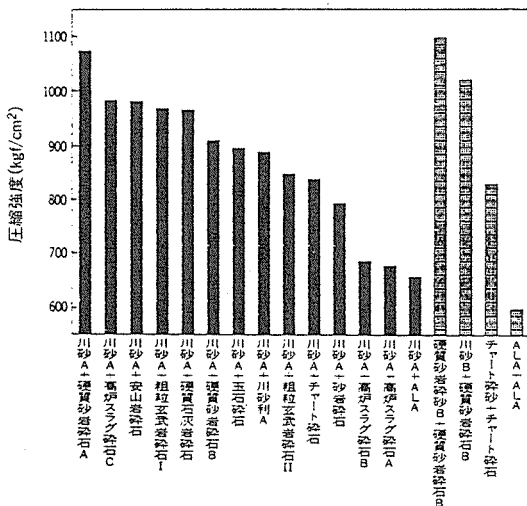
나 골재의 선정이 고강도콘크리트의 제조에 중요한 요인임을 알 수 있었다.

고강도콘크리트용 골재로 요구되는 품질은 골재자체강도 및 시멘트페이스트와 골재간의 부착성상이 중요한 것으로 고려되지만 이것들은 골재시험으로 판정하는 것은 곤란하다.

(그림 11) 단위시멘트량의 영향
(조강시멘트/non AE콘크리트/고성능감수제;
나프탈렌계/재령 28일)



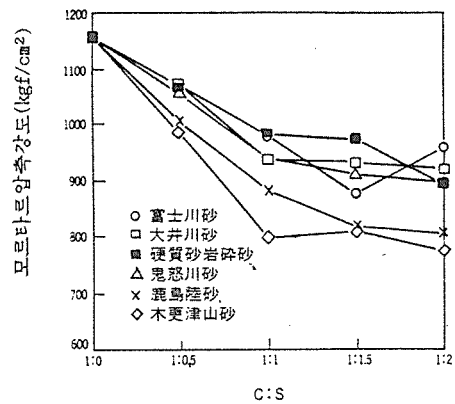
(그림 12) 골재의 종류가 압축강도에 미치는 영향
(조강시멘트/W/C 25%/W/C 25% non AE콘크리트/
고성능감수제: 나프탈렌계)



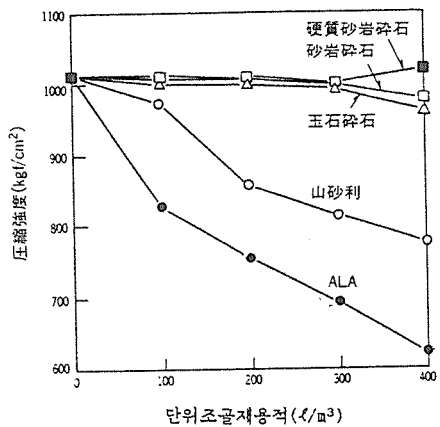
그래서 시멘트:잔골재의 비를 변화시킨 모르타르압축강도, 모르타르에 굵은 골재를 첨가한 콘크리트의 압축강도를 (그림 13) 및 (그림 14)에 나타내었다.

잔골재의 경우에는 시멘트:잔골재의 비를 1:1.5로 하고 W/C를 일정하게한 모르타르

(그림 13) 세골재의 종류와 모르타르 압축강도의 관계
(W/C 25%/ 보통시멘트/ 고성능감수제;
나프탈렌계/재령 28일)



(그림 14) 조골재량과 압축강도의 관계
(W/C 25%/ 조강시멘트/non AE콘크리트/
재령 28일/ 고성능감수제; 나프탈렌계)



의 압축강도로 판정하는 방법, 굵은골재의 경우에는 모르타르에 굵은골재량 350 l 를 첨가한 콘크리트의 압축강도를 비교하는 것에 의해 판정하는 방법을 제안한다.

(5) 공기량의 영향

공기를 연행하면 동일 W/C에서는 압축강도가 저하하며 고강도콘크리트는 일반적으로 non AE콘크리트로서 제조된다. 그러나 동결융해작용을 받는 콘크리트등에서는 공기를 연행할 필요가 생기므로 공기량이 압축강도에 미치는 영향을 검토했다. 그 결과는 (그림 15)와 같다.

공기량의 영향을 시멘트 공극비(시멘트체적 / (물과공기)의 체적)으로 표시했다. 그 결과 W/C별로 보면 시멘트 공극비가 커짐에 따라 압축강도도 커지고 공기량이 적은만큼 압축 강도가 커지는 것이 확인되었다. 또한 시멘트 공극비와 압축강도의 관계를 나타낸 직선의 기울기가 W/C에 의하지 않고 거의 일정한 값을 나타내고 있으므로 공기량이 압축강도에 미치는 영향을 시멘트 공극비에 의해서 평가하는 것이 가능할 것으로 보인다.

(6) 양생방법의 영향

양생방법이 압축강도에 미치는 영향을 수중양생에 대한 비로 나타내면,

봉합양생의 경우에는 0.83~1.01, 공기중 양생의 경우에는 0.58~0.94의 범위에 있고, 이 비는 W/C가 작아지는 만큼 커지는 경향이 있다.

(7) 각재령간의 압축강도 관계

재령 3일 및 7일의 압축강도와 재령28일의 압축강도간에는 (그림16)에 나타낸 것과 같은 좋은 상관관계가 확인되었다.

(8) 컨시스턴시의 영향

동일 W/C에서 슬럼프 10cm와 21cm간의 압축강도의 차이는 확인되지 않았다.

5-1-3. 장기압축강도

장기압축강도를 재령15년까지 측정했다. 이 결과 장기재령의 압축강도를 재령 28일의 압축강도에 대한 비로 나타내면 거의 일정하고, 저 W/C콘크리트도 장기에 걸쳐서 안정한 것이 확인됐다.

5-2. 인장강도 ; 휨강도

인장강도 및 휨강도와 압축강도의 관계를 (그림17) 및 (그림18)에 나타냈다.

인장강도와 압축강도의 관계는 狩野博士의 실험식과 유사하게 나타냈다.

5-3. 철근과의 부착강도

철근과의 부착강도시험결과를 (표2)에 나타냈다.

미끄러진량이 철근직경의 0.2배 일때의 부착강도는 압축강도의 15%정도로 일정하지만, 최대부착강도는 W/C가 작아지는 만큼 압축강도에 대한 비가 작아지는 경향이 확인됐다.

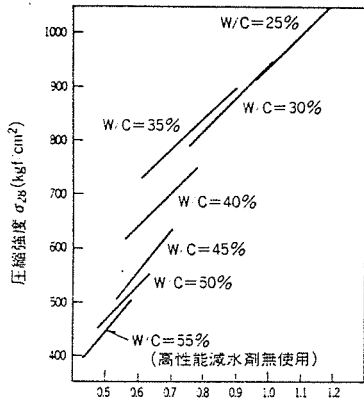
5-4. 정탄성계수 : 포아송 비

5-4-1. 정탄성계수

저 W/C비의 콘크리트를 포함한 정탄성계수는 일반 콘크리트와 같이 압축강도의 0.5 층에 비례해서 증가하는 경향이 확인되었고 또한 공시체가 건조하면 작아진다.

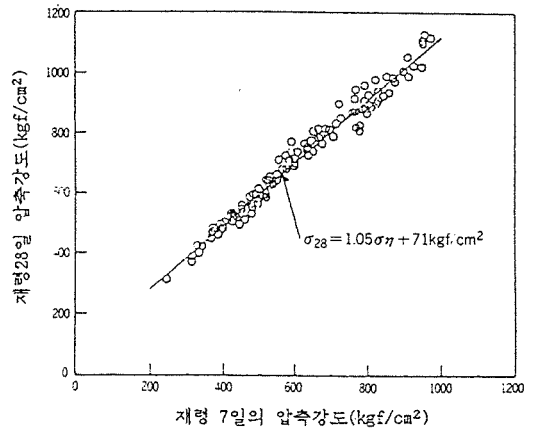
그러나 (그림19)에 나타냈듯이 사용골재의 영향이 크고 높은 정탄성계수를 필요로 하는

(그림 15) 시멘트공극비와 압축강도의 관계
(조강시멘트/ 고성능감수제; 나프탈렌계)

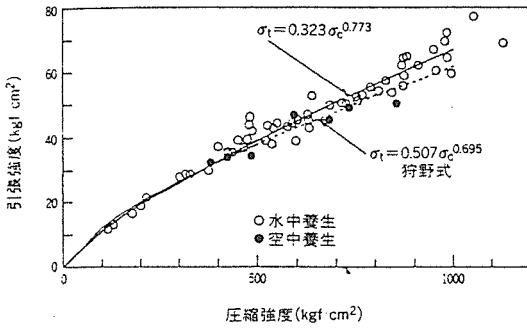


시멘트공극비

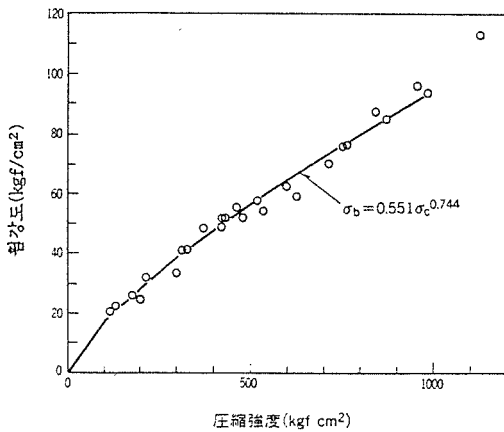
(그림 16) 재령 7일과 28일의 압축강도 관계



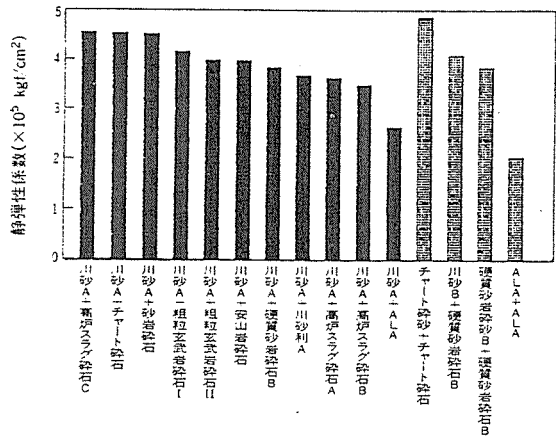
(그림 17) 인장강도와 압축강도의 관계
(조강시멘트/non AE콘크리트 고성능감수제;
나프탈렌계/ 재령일 - 28일)



(그림 18) 휨강도와 압축강도의 관계
(고성능감수제: 나프탈렌계/ 재령 1일 - 28일/
조강시멘트/non AE콘크리트/수중양생)



(그림 19) 정탄성계수에 미치는 골재종류의 영향
(고성능감수제: 나프탈렌계/W/C 25%/조강시멘트/
절대용적 조합 일정)



〈표 2〉 부착강도 시험 결과

W/C (%)	마모량 0.002D인 경우 부착강도 (kgf/cm)			最大附着強度 (kgf/cm)		
	垂直	水平上段	水平下段	垂直	水平上段	水平下段
25	212	128	220	331	308	336
30	125	100	208	319	282	330
35	87	113	188	312	288	323
40	62	88	140	281	277	297
45	60	108	143	271	258	286
50	37	85	123	246	227	267
55	52	67	103	233	182	238

(표 3) 압축강도 90%의 응력에 대한 변형량 측정결과

(單位 : $\times 10^6$)

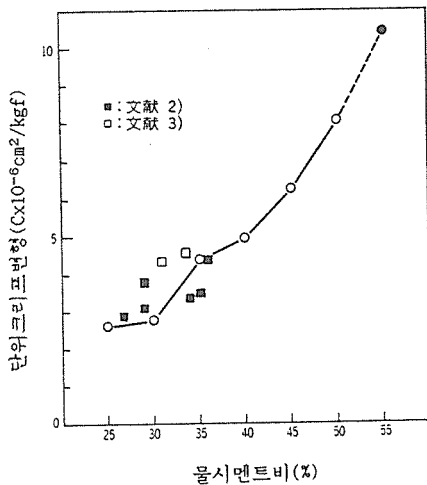
養生方法	물시멘트비(%)						
	25	30	35	40	45	50	55
水中養生	2427	2444	2402	2222	2042	1838	1680
封緘養生	—	—	2508	2278	2008	—	1718
空氣中養生	2681	2537	2329	2128	1980	2010	1713

경우에는 압축강도를 고려하여 선정하는 것이 중요하다.

5-4-2. 응력변형도 곡선

응력변형도곡선은 저 W/C가 될수록 직선에 가까워지고 압축강도 90%에서 변형량은 (표 3)에 나타냈듯이 저 W/C가 될수록 커진다.

(그림 20) 단위, 크리프 변형
(고성능감수제 : 나프탈렌계 / W/C 55%는 고성능감수제 사용없음 / 조강시멘트 / non AE콘크리트 / 제하 1년)



5-4-3. 포아송비

횡변형은 W/C가 작아지는만큼 커지지만 포아송비는 W/C에 관계없이 0.2 전후의 값을 나타낸다.

5-5. 크리프

W/C와 제하기간 1년의 단위크리프 변형 관계를 (그림 20)에 나타냈다.

저 W/C 될수록 단위크리프변형이 작아진다.

5-6. 피로강도

공기중 상태에서 200만회 피로수명은 W/C에 의하지 않고 65% 전후에서 거의 일정하지만 W/C 25%의 경우에는 피로한계와 같은 특이한 성상이 확인되었다.

해수중에서 200만회 피로수명은 공기중보다 작은 40~45% 정도이지만 W/C에 의한 차이는 확인되지 않았다. 또한 $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 의 공시체 피로수명은 $\phi 7.5 \times 15\text{cm}$ 이 공시체보다 커지는 경향이 확인되었다.

(引用文獻)

- 1) 狩野春—/콘크리트의引張に關する研究, 建築學會論文集 17, 1940. 3
- 2) 長瀧重義, 令井實/高强度 콘크리트에關する 2, 3의實驗, 제27회土木學會年次學術講演會講演梗概集 第 5部, pp. 187~190, 1972. 10
- 3) 近藤時夫/高强度 콘크리트에關する諸性狀에關する研究, 土木學會論文報告集 第 263號, pp. 121~134, 1977. 7