

## 「제2회 콘크리트 압축강도 콘테스트」 결과 보고

김진춘\*

### 1. 머리말

한국콘크리트학회에서 주관하고 쌍용양회와 동양시멘트가 공동으로 협찬한 제 2회 콘크리트 압축강도 콘테스트가 대덕연구단지 내에 있는 쌍용중앙연구소에서 전국의 대학교 토목·건축학과 18개팀이 참가한 가운데 '95. 8. 30~31일 양일간에 걸쳐 성황리에 개최되었다.

한국콘크리트학회 정일영 부회장은 축사를 통해서 최근 건설안전 문제가 사회적으로 물의를 빚고 있는 가운데 본 대회와 같이 건설기술 발전을 위한 콘테스트가 열리게 된 것은 매우 의미있는 일임을 역설하였다. 특히 요업학회의 최상훈 회장과 한기성 교수는 외빈으로 참석하여 요업학회와 콘크리트학회가 동반자가 되어 일과와 같이 세계적인 흐름에 맞춰 시멘트·콘크리트 공동학술행표회를 추진하자고 제안함에 따라 건설기술 발전을 위해서 매우 고무적인 일이라는 말을 듣기도 하였다.

최근, 선진국의 콘크리트관련 기술동향을 한마디로 콘크리트품질의 고급화라고 할 수 있겠다. 콘크리트 구조물의 중요한 사회 안전자본이므로 콘크리트 구조물의 고급화로 유지관리에 소요되는 비용을 줄이는 것이 곧 국가경제에 기여하는 지름길이 될 것이다. 콘크리트 품질의 고급화로서 가장 중요한 것은 比強度의 개선일 것이다. 지구상에 존재하는 구조재료로서 철과 함께 가장 널리 사용되는 건설재료이지만 철에 비해서 연성이 떨어지고 比強度가 낮다는 것이 취약점이다. 따라서

콘크리트 기술자들은 콘크리트의 강도를 향상시키기 위해서 끊임없이 노력해 왔으며 최근에는 일반골재를 사용해서 1000kg/cm<sup>2</sup> 정도의 압축강도를 실용화 하는데 큰 문제가 없는 것으로 알려져 있다.

본 대회에 최종 참가한 12팀중 최고 평균강도는 충남대학교 건축공학과 건축재료·시공학연구소(지도교수: 김부한)이 제1회 대회에 이어서 또다시 최우수상을 수상하였다. 제1회 대회에서 1,758kg/cm<sup>2</sup>을 기록한 바 있는 충남대학교팀은 무려 361kg/cm<sup>2</sup>의 평균강도가 상승되는 2,119kg/cm<sup>2</sup>의 좋은 성적을 올렸다. 또한 입상팀들의 평균강도가 1,632kg/cm<sup>2</sup>를 기록했고, 대전대학교 Y-CON팀의 공시체중 2,408kg/cm<sup>2</sup>을 기록함으로써 최고강도를 향한 발전 가능성이 무한함을 보여주었다.

### 2. 행사 진행 내용

본 대회의 진행은 제 1회 대회의 연속적인 의미에서 내용상 큰 변화가 없었다. 콘테스트의 참가 자격은 건설관련 학과(토목, 건축, 요업, 무기재료 및 기타 관련학과)에 재학중인 전문대학, 대학(원)생으로 제한하였으며, 기업체 연구원 또는 임직원의 참여는 배제하였다. 기업체가 참여하게 되면 경쟁이 과열될 우려가 있고, 본 행사의 주목적인 축제와 교류의 장을 마련해 준다는 의도가 다소 퇴색될 우려가 있기 때문이었다.

공시체 제작에 있어서는 참가학생들의 자유로운 발상과 참신한 아이디어가 충분히 반영될 수 있도록 제약조건을 최소화 하였으며, 공정한 경연

\* 정회원, 쌍용중앙연구소 콘크리트연구소 선임연구원

및 심사를 위하여 다음과 같이 공시체 제작조건 및 관리조건을 두었다.

1) 결합재는 수경성 무기재료를 사용하여야 한다.

2) 공시체는 전체가 균일한 구성이 되도록 하여야 한다.

3) 사용 골재는 자연산 골재로 하며(쇄석, 쇄사가능), 최소 골재 사용량은 공시체 절대 용적의 1/3 이상으로 한다. 여기서 골재의 최소 치수는 0.074mm 이상, 최대치수는 25mm 이하로 한다.

4) 부분적 보강이 없어야 하며, 입방체, 주상의 골재 등은 사용할 수 없다.

5) 섬유, 수지 등의 사용은 인정하지 않으나 콘크리트용 화학혼화제 및 무기질 혼화제는 사용할 수 있다.

6) 제작방법 및 양생방법은 자유롭게 선택할 수 있다.

7) 공시체는 직경 100mm, 길이 200mm의 원주형 공시체로 하며 치수오차는  $\pm 2\text{mm}$  이내로 한다.

8) 공시체의 양단면은 그대로 가압시험에 사용할 수 있도록 깎평을 한다.

9) 반입 공시체 수는 5개로 한다.

참가신청 접수는 1995년 6월 30일까지 받아 총 14개 대학 18개팀이 참가신청을 하였으며, 최종적으로 12개팀이 콘테스트에 참가하였다. 이는 제1회 대회와 달리 요업과나 무기재료과가 한팀도 참여치 않았으며, 자체적인 평가에 의해서 마지막 순간에 참가를 포기한 팀이 많았던 것으로 추정된다. 학생들의 순수한 참여의식이 아쉬웠던 사항이 있으며 차기 대회부터는 참여율을 높이기 위한 적극적인 홍보와 프로그램 개발이 필요하다고 생각된다. 참가팀은 각팀의 이미지를 부각시킬 수 있는 팀명을 갖고 참여하였으며 팀명은 「건축재료·시공학 연구실」과 같이 학문적 분위기를 표현하는 것이 있는가 하면 「콘크리트 특공대」와 같이 젊은 학생들답게 패기가 넘치는 표현도 많았다. 공시체 및 제작내용 설명서 제출은 8월 25일까지 받았으며, 반입된 모든 공시체는 동일한 조건(항온항습)에서 시험 당일까지 보관하였다.

콘테스트는 8월 30, 31일 양일간에 걸쳐 대전시 대덕연구단지에 소재한 쌍용중앙연구소에서 개최

되었다. 첫째날은 심사위원 입회하에 압축강도 실험을 하였으며, 둘째날은 참가학생들과 지도교수, 관심있는 대학의 학생들 및 기업체 임직원 등 약 100여명이 참석한 가운데 압축강도 실험, 만남의 시간, 연구소 소개, 시상식 및 리셉션 등이 성황리에 진행되었다. 특히 오후에 각 팀의 마지막 5번째 공시체를 측정하는 과정은 KBS TV에서 취재('95. 9. 2 KBS 1TV 07:00~07:30 전국뉴스에 보도됨)를 하였으며, 최근의 건설안전 문제와 관련하여 본 대회에 대한 사회적 관심도를 보여주었다.

심사위원은 기술위원회 회원중에서 위원장(한국과학기술원 김진근 교수)의 추천으로 선임되었으며, 충남대 박승범 교수, 경북대 김화중 교수, 연세대 송하원 교수, 동양중앙연구소 박기청 실장, 쌍용중앙연구소 최광일 실장 등이 다섯 명이 심사해 주었다.

실험에 사용된 기기는 쌍용중앙연구소의 500톤 용량의 Instron社 제작 모델 8509 U.T.M.이며, 압축강도 시험시 재하속도는 동일조건으로 강도 수준을 비교하는 의미에서 제 1회 대회와 동일하게  $5.5\text{kg}/\text{cm}^2/\text{sec}$ 로 설정하였다. 각 팀의 압축강도 실험 순서는 심사위원인 박승범 교수의 입회하에 주침으로 결정하였으며, 첫째날은 오전에 1개, 오후에 2개씩 측정하였다. 둘째날은 오전에 1개, 오후에 1개를 측정하였다. 각 팀의 최종 성적은 5개의 공시체 중에서 최고값과 최저값을 제외한 3개 공시체 압축강도의 평균값으로 결정하였다.

### 3. 배합분석 및 콘테스트 결과

콘테스트에 참가한 전팀이 실리카흙과 고성능 감수제를 사용하여 결합재량을 크게 늘리면서도 물-결합재비를 16~24%로 최대한 줄이기 위해서 노력하였다. 또한 참가팀의 절반이 초조강시멘트 등 조강성시멘트를 사용하였으며, 공극을 줄이기 위해서 소포제를 사용한 팀들도 있었다. 골재는 대부분의 팀이 특별한 골재를 선택하기 위한 관심이 덜 했던 것 같다. 이와 같이 대부분의 팀이 사용재료에 큰 차이가 없었음에도 실제 강도 차이가

켰던 것은 각 팀별로 공시체 성형 및 양생방법에서 상당한 차이가 있었기 때문으로 판단된다. 공시체 성형방법은 건식분체 선비빔→몰탈 중간비빔→콘크리트비빔 순으로 하는 일반적인 고강도 콘크리트 혼합방법이 많이 이용되었지만 충남대학교팀은 비중이 다른 재료의 균질한 혼합을 위해서 사용하는 옴니믹서로 콘크리트를 혼합한 것이 특이한 점이였다. 공시체 양생방법으로는 고온양생과 고온고압양생이 많았으며 일반콘크리트와 같이 표준양생을 한 팀들도 있었다.

콘테스트에 최종 참가한 12개팀 중 충남대학교 건축공학과 '건축재료·시공연구실'팀이 압축강도 2,119kg/cm<sup>2</sup>로 영예의 최우수상을 수상하였다. 또한, 대전대 Y-CON팀, 동아대 건축공학과팀이 우수, 충남대 건축공학과 무한강도팀, 대전대 X-CON팀, 한국과학기술원 INFINITE팀이 각각을 수상하였다. 최우수팀 공시체 파괴후 모양은 사진 1과 같고, 각 입상팀의 성적은 표 1과 같다.

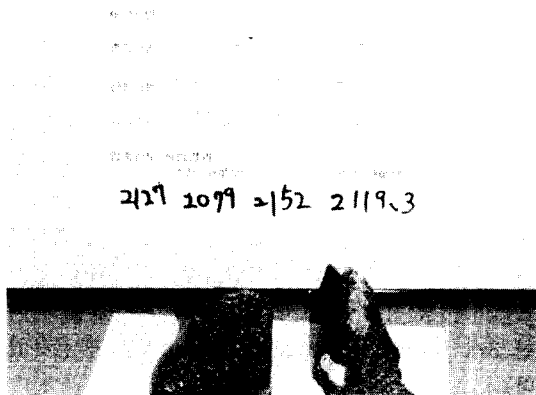


사진 1 최우수팀 공시체 파괴형태

표 1 입상팀 성적

상 명	소속 및 팀명	압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
최우수	충남대 건축공학과 건축재료·시공연구실	2,119
우수	대전대 건축공학과 Y-CON	1,972
우수	동아대 건축공학과	1,622
가 작	충남대 건축공학과 무한강도	1,744
가 작	대전대 건축공학과 X-CON	1,602
가 작	한국과학기술원 INFINITE	1,528

본상에 입상한 6개팀의 압축강도는 표1에서 보듯이 1,500kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 평균 1,765kg/cm<sup>2</sup>, 특별상을 받은 3개팀도 1,300kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 고른 분포를 기록하였다. 또한 1,000kg/cm<sup>2</sup> 이하를 기록한 팀도 2개팀이 있었지만 대체로 1회 대회에 비해서 강도 상승이 눈에 띄게 향상되었음을 보여 주었다.

다음은 최우수 및 우수팀의 프로파일, 사용재료, 배합비, 제작방법 등 참가내용을 표 2~4에 나타 내었다.

또한, 본 대회는 참여하는 모든 사람들의 친목과 교류의 장으로써 의미가 크기 때문에 본상 이외에 참여팀의 성적에 따라서 3종류의 특별상이 주어졌다. 성균관대 구조반이 정밀도상, 청주재 건축재료·시공연구회팀이 실용화상, 창원대 새내

표 2 최우수팀의 참가 내용

팀 명	건축재료·시공학 연구실
학교 및 학과	충남대학교 대학원 건축공학과
지도 교수	김부한
참가 학생	김진만, 최민수, 김규룡, 최희용

사용재료

시멘트	초조강포틀랜드시멘트
굵은 골재	-
잔 골재	쇄사(골재최대크기: 2.5mm, 비중: 2.59)
혼합재	SF(Elkem社, 비중: 2.2)
혼화제	고성능감수제(SSP-104), 제(AFK-2)

배합비

물-결 합재비 (%)	혼합재 첨가율 (%)	혼화제 첨가율 (%)	단위재료량(kg/cm <sup>3</sup> )			
			물	시멘트	실리카흙	잔골재
18	25	4.5	162	675	224	1390

제작방법

혼합 방법	시멘트, 실리카흙과 세골재(1/2)를 먼저 투입하여 건비빔한후, 물과 SP 및 소포제를 투입하여 모르터를 충분히 유동시킨후, 나머지 세골재(1/2)를 투입하여 다시 비빈다. 비빔시 사용한 믹서는 된비빔콘크리트의 균질성을 향상시키기 위해서 용량 30l의 Omni Mixer를 사용하였다.
성형 방법	콘크리트를 2층으로 나누어 각층을 붓다집기로 60초간 다짐한후, 테이블진동기로 30초간 진공상태에서 다짐
양생 방법	공시체 성형 12시간후 탄형하여 80±3℃의 고온수에서 5일간 양생한후, 소정의 재령까지 40±3℃, 상대습도 100%의 항온항습조에서 양생하였다.

표 3 우수팀(2위)의 참가 내용

팀 명	Y-CON
학교 및 학과	대전대학교 대학원 건축공학과
지도교수	남재원
참가학생	전진환, 김배수, 조민형, 윤보영, 유형준

사용재료

시멘트	보통포틀랜드시멘트(비중 3.15)
굵은골재	-
잔골재	산사(비중 : 2.65)
혼합재	SF(Elkem : 940-U)
혼화제	고성능감수제(SP-8HS), 소포제(14HP)

배합비

물-결합재비 (%)	혼합재 첨가율 (%)	혼화제 첨가율 (%)	단위재료량(kg/cm³)			
			물	시멘트	실리카흙	잔골재
16	30	3.2/0.6	160	700	300	1251

제작방법

혼합방법	강제식 펜타입 믹서를 이용하여 시멘트와 실리카 흙을 충분히 건비법한후, 결합수와 고성능감수제 및 소포제를 동시첨가 혼합하여 유동성을 확보한 다음, 세골재를 투입하고 최종공시체를 제작. 총 6분 비법.
성형방법	몰드에 콘크리트를 1/3씩 나누어 넣고 각각 15회 다진후 가압다짐, 가압면 연마
양생방법	수중양생(1일)→상압증기양생(80℃ : 1일간)→고온건조양생→습윤양생(80℃)

기들팀에게 아이디어상을 각각 수여 하였다. 한편, 대회에 참관한 모든 학생들이 본 대회의 최고상의 예상강도를 제출케하여 가장 근접한 예상치를 말한 사람에게 행운상이 주어졌다. 최고강도가 2119Kg/cm<sup>2</sup>이었는데 예상강도를 13kg/cm<sup>2</sup>밖에 차이가 나지 않게 근사하게 2106Kg/cm<sup>2</sup> 제출한 사람이 두 사람이나 되어서 2명에게 각각 행운상이 주어졌다.

콘테스트에 출품한 모든 공시체의 압축강도를 측정 한 다음 심가결과를 정리하는 동안에 시멘트 제조공정 및 시멘트 화학에 대한 강좌 및 쌍용연구소의 연구개발 동향을 소개하는 워크숍이 있었다. 건설현장에서 가장 많이 쓰이는 건설재료가 바로 시멘트와 무기계 건설자재지만 토목·건축 기술자가 시멘트의 제조공정이나 경화되는 화학적 반응이라든가, 각종 무기계 건설재료에 대해서

표 4 우수팀(3위)의 참가 내용

팀 명	동아대학교 건축공학과
학교 및 학과	동아대학교 건축공학과
지도교수	강병희
참가학생	김상균, 박승진, 황성자, 윤종진, 문양고

사용재료

시멘트	1종 보통시멘트
굵은골재	19mm체석, 경남용촌產
잔골재	합천사, 경남 합천
혼합재	SF(Elkem : 940-U), 노르웨이產
혼화제	마이티150, 일본 마이티社

배합비

물-결합재비 (%)	혼합재 첨가율 (%)	혼화제 첨가율 (%)	단위재료량(kg/cm³)			
			물	시멘트	실리카흙	잔골재
17	30	6.5	170	1000	497.7	810.2

제작방법

혼합방법	▶ 강제식(80) 믹서 사용 ▶ C+SF 30s → Sand 30s → W 30s → 고성용화제 30s → G 60s
성형방법	① 10층 다짐    ② 1000kg 가압다짐
양생방법	③ 시멘트레이스트 카핑 ① 40℃ 수중양생(7일) ② 200℃ 3시간 가열(승온 : 1℃ / min)

잘 모르는 것이 현실이다. 따라서 대회에 참가한 콘크리트를 공부하는 많은 학생들에게 시멘트 및 각종 무기계 건설재료를 연구개발하는 전문연구기관에서 본 워크숍을 통해서 폭넓은 견식을 갖는 기회가 됐으리라 본다.

워크숍이 끝나고 바로 시상식이 있었다. 한국콘크리트학회 정일영 부회장의 대회사와 요업학회 최상홀 회장의 축사, 쌍용양회 개발사업본부장이 신 최단 전무의 축사가 있었고, 이어서 심사기준 발표, 시상식, 폐회사 및 기념촬영 순으로 화기에 애한 분위기 속에서 진행되었다(사진 2, 3 참조).

본상에 입상한 팀들에는 각각 상장 및 상금(최우수 100만원, 우수 50만원, 가작 30만원), 상패(추후 학회에서 수여)가 수여되었으며, 특별상을 수상한 팀들에게는 상장 및 상금(각 20만원)이 주어졌다. 시상이 끝난후 참가자들은 리셉션장으로 자리를 옮겨 행사 전반에 대한 의견, 공시체 제작시 경험 등에 대한 정보교환과 환담을 나누면서

# 콘크리트 압축강도

1995. 8. 30 ~ 31 한국콘크리트학회

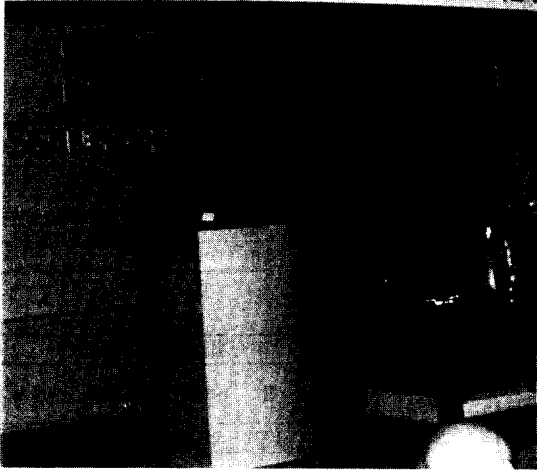


사진 2 정일영 부회장 대회사

## 제2회 콘크리트 압축강도 콘테스트

1995. 8. 30 ~ 31 한국콘크리트학회



사진 3 기념촬영

즐거운 시간을 갖었다.

### 4. 맺음말

1824년 영국에서 포틀랜드시멘트를 개발한지 170여년, 철근콘크리트 기술이 개발된 지도 130여년이 되었다. 그리고 우리나라에 콘크리트가 들어온 것은 약 70년, 철근콘크리트가 소개된 것도 약 60년으로 선진국에 비해서 콘크리트기술의 기반이 넓다 할 수 없다. 그러나, 콘크리트는 사회생활의 기반을 형성하는데 불가결의 건설재료로써 우리나라와 같이 경제발전 속도가 빠른 나라에서는

생활주변에 콘크리트 구조물이 급속히 증가하고 있으며, 현대문화의 상징적 표현으로 「콘크리트술에서 산다」는 표현이 조금도 과장된 것이 아니다.

최근, 성수대교 및 삼풍백화점 붕괴 등으로 건설안전 문제가 사회적으로 물의를 빚고 있다. 건설재해가 발생할 때마다 어김없이 논의되는 항목이 콘크리트의 품질이다. 그만큼 콘크리트의 품질이 건설안전에 미치는 영향이 크다고 할 수 있으며, 콘크리트 연구에 참여하고 있는 사람들의 책임이 실로 막중하다 하겠다.

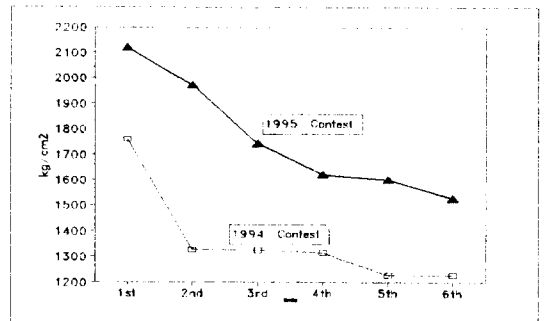


그림 1 1회와 2회 본상 입상팀의 성적 비교

작년에 이어 2회째를 맞은 본 대회는 작금의 사회적 여건을 감안할 때 매우 의미 있는 행사로써 질적 향상을 보이고 있다(그림 1 참조). 그러나, 참가팀은 오히려 1회 대회 18팀에서 2회 대회는 12팀으로 대폭 감소하였으며, 또한 참가 학교의 분포도 특정지역 중심으로 편중된 사실은 매우 바람직스럽지 못한 사항이었다. 본 대회가 젊은 콘크리트 공학도들에게 꿈과 용기를 심어주고 건설 기술 발전을 위한 모범적인 대회로 성장하기 위해서는 건설관련 학과 지도자들의 적극적인 관심과 독려가 뒷받침 되어야 할 것이다. 또한, 본 대회의 지속적인 발전을 위해서 지금까지의 대회운영의 경험을 토대로 차기대회부터는 다양한 프로그램 개발의 병행과 아울러 참여를 유도하기 위한 정책적 수단이 동원되어야 할 것으로 판단된다.

끝으로 본 대회를 주관하여 주신 한국콘크리트학회 기술위원회 김진근 위원장과 전 대회 개최의 경험으로 소상히 자문하여주신 동양중앙연구소 박기청 실장 이하 관계자들에게 심심한 감사를 드리는 바이다. ☐