

건설시장 개방에 따른 국내 콘크리트 산업의 현실과 대응

국내 건설시장의 개방에 따른 콘크리트자재업계의 대응전략

The Countermeasures in Concrete Makers attendant upon the Liberalization of the Domestic Construction Market



최 민 수*



김 재 영**



김 무 한***

1. 머리말

근간의 국내 건설경제환경은 경험하지 못했던 엄청난 변화를 하고 있다. 우선 ISO시리즈에 의한 품질인증제가 도입되고, 국내 건설시장의 개방이 이루어져 건설시장의 글로벌(global)화가 진행되고 있다. 그리고 대내적으로는 입찰자격 사전심사제도(P.Q.제), 하도급 직불제, 附帶入札制, 관수자재의 폐지 등과 같은 제도 개선이 시행 혹은 검토되고 있다.

본고는 이러한 건설환경의 변화에서 특히 건설시장의 개방에 따른 건설산업측면에서의 문제점과 그의 대응 전략을 건설자재업계, 특히 콘크리트 자재업계를 중심으로 살펴보는 것이다.

2. 건설시장 개방과 파급효과

2.1 건설시장의 개방과 건설자재 산업환경의 변화

최근 국내의 건설시장은 대내외적인 환경변화에 따라 양적, 질적으로 큰 변화가 진행되는 전환기적 상황에 놓여 있다. 국내의 건설업계는 UR/서비스협상의 결과로 민간건설공사는 1995년 7월 이후, 그리고 정부조달시장은 1997년 1월 이후 전면 개방될 예정이고, 해외시장과 국내시장에서 외국업체와의 치열한 수주경쟁이 불가피한 상태이다. 이러한 건설시장의 개방은 국내의 건설시장의 잠식을 가져올 것이나 그 반면 외국 선진기업의 진출은 선진국의 경영기법 및 기술이전, 경쟁촉진효과를 수반하여 국내 서비스분야의 경쟁력 향상과 국제화를 촉진하게 될 것이다. 아울러 우리 기업의 해외진출기회를 보다 넓혀주게 되는 긍정적인 효과도 지닌다.

시장개방에 따른 건설시장의 잠식정도는 우선 민간시장에는 외국업체의 면허취득 또는 지사형

* 정회원, 한국레미콘공업협회, 충남대학교 박사과정

** 국토개발연구원 연구위원, 經博

*** 정회원, 충남대 건축공학과 교수, 工博

태로 전면적인 접근이 가능하며, 공공시장은 정부 발주공사의 경우 5백만SDR (약 50억원) 이상, 지자체 및 투자기관은 15백만SDR(약 150억원) 이상의 공사가 개방될 예정으로 있다.⁽¹⁾

표 1의 발주부분별 건설공사계약액추이에서 보는 바와 같이 국내의 건설시장은 1980년대 중반까지는 공공부분의 비중이 높았으나 1980년대 중반 이후 민간경제의 활성화에 힘입어 현재는 공공부분이 약 40%, 민간부분이 약 60%를 점유하고 있다. 공공부분의 시장개방규모는 공공투자의 30% 정도에 해당하는 5.7조원 규모로서, 개방에 따라 외국 건설업체의 본격적인 진출이 예상되는 분야로는 원전설비, 환경·화학공업 플랜트, 신공항 등 대형 토목사업, 정보화 빌딩 분야, 냉난방·기계설비, 위생설비 등 특수전문업종 등을 들 수 있다.

표 1 발주부분별 국내 건설공사계약액 추이
(단위 : 억원(경상), %)

발주부분	연도별	1980년		1990년	
		계약액	점유비	계약액	점유비
총계		20,623	100.0	209,640	100.0
공공합계		11,947	57.9	86,027	41.0
중앙정부		3,801	18.4	16,154	7.7
지방자치단체		4,004	19.4	28,180	13.4
국영기업체		3,558	17.3	37,111	17.7
기타		584	2.8	4,583	2.2
민간		8,226	39.9	123,522	58.9
(제조업)		1,653	8.0	27,526	13.1
(비제조업)		6,573	31.9	95,996	45.8
외국기관		450	2.2	90	0.0

자료 : 통계청, 170개 사업체 자료임

한편 건설노동인력의 국가간 이동 가능성을 살펴보면 미국, 일본 등 선진국과 함께 우리나라가 주장하고 있는 임원(executive), 고급관리자(manager), 그리고 전문가(specialist)의 이동만이 이루어질 가능성이 크나 경우에 따라서는 저임의 제3국 인력이 국내 건설시장에 유입될 가능성을 배제할 수는 없다.

그런데 자재와 장비는 최악의 경우 모든 자재 및 장비의 국가간 이동을 허용하게 될 가능성이 크다. 왜냐하면 자재와 장비의 국가간 이동을 허용하지 않는다면 시장진입의 장애요소로서 문제가

가 제기될 수 있기 때문이다. 또한 공사완료 후 잔여자재 및 장비를 국내 시장에서 처분하는 행위를 일정한도 내에서 허용할 가능성도 높다.⁽²⁾

2.2 건설시장 개방의 파급효과

건설시장의 개방은 자본, 자재, 장비시장도 함께 개방되는 추세이므로 건설시공능력 뿐만 아니라 한 때 부수적이라고 생각되었던 기타 생산요소의 조달능력에 따라 공사의 수주여부가 좌우될 수도 있을 것이다. 전문가들 그리고 학자들은 건설시장개방에 따른 건설자재시장에 대한 바람직한 파급효과로서는 다음 사항을 들고 있다.

- 발주자에 양질의 자재를 저렴한 가격에 제공
 - 국내 업체의 기술개발 촉진 유도
 - 자재산업구조의 합리적 개편과 고부가가치 산업화 촉진
 - 자재업체의 국제경쟁력 제고
 - 해외시장에의 투자기회 확대, 시장다변화 기능
- 만면, 건설시장의 개방은 건설자재산업계에 다음과 같은 부정적인 면도 있다.
- 국내 건설자재시장의 잠식
 - 과당경쟁 초래
 - 자본력이 약한 중·소자재메이커의 도산
 - 일부자재의 수입 과다증대
- 그리고 건설시장의 개방에 따라 피해가 클 것으로 예상되는 건설자재 품목은 다음과 같이 열거하고 있다.

- 대형토목공사용 자재
 - 첨단자재
 - 특수기술을 요하는 자재(콘크리트부분 : 고강도콘크리트, 체치장콘크리트, 칼라콘크리트, 수중콘크리트, RCCP 등)
 - 건설부문에 투입계수가 큰 자재
 - 수입의존도가 높은 자재
- 건설시장의 개방에 따른 외국의 건설 자재업체의 시장참여는 건설자재의 중량성, 운반비의 과다 등과 같은 점 때문에 대폭적으로 이루어지지는 않

1) 日刊建設 보도(94. 1. 14)

2) 남충희, 시장개방을 맞은 건설업계의 대응방안, 건설시장개방 정책토론회 논문집, 1994. 1. p.74

을 것으로 보인다. 그러나 위생도기, 내·외장재 및 설비자재는 시장참여가 활발해 질 것으로 예상된다.

그래도 건설시장의 개방에 따라 건설자재업계는 여러 문제에 당면할 것임을 타산업의 예에서 찾을 수 있다. 예상되는 문제점으로는 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

- 자국 자재·장비의 직접 반입 및 사용 증대
- 시공회사에서의 자재의 직접 생산 증대(조립식 공법, 현장간이배치플랜트에 의한 콘크리트 직접 생산사용 등)
- PC(조립식) 건설의 증대에 따른 자재의 치수·성능 표준화의 문제
- 철골조 구조물의 증대 → 콘크리트의 수요감소 유발
- 공공공사에서의 정부조달 건설자재(관수자재)의 문제
- 자재구매 및 품질관리, 품질보증체계의 상이함에 따른 문제(예: 콘크리트의 경우 계약,

품질검사 로트(lot), 강도, 슬럼프, 공기량, 염화물량시험 및 합부관정 등)

- 지방, 규격이 서로 다른 조항에 대한 문제
- 국내 일부 자재업체의 품질관리능력의 부족에 따른 경쟁력 약화

2.3 건설자재의 국제 경쟁력 현황

건설부가 최근 발표한 「국산 건설기자재의 국제 경쟁력 실태분석」자료(표 2 참조)에 따르면 형강, 봉강, 강관 등 철강제품과 시멘트 등 대기업이 주도하는 건설자재와 불도우저, 크레인, 굴삭기, 지게차, 덤프트럭, 준설선, 콘크리트배치플랜트, 불도우저, 채석기 등 일부 국산 건설기계는 외국의 최상품을 100으로 볼 때 90% 수준으로 어느 정도 경쟁력을 갖추고 있으나 그외의 제품들은 대부분 가격면에서만 유리한 편, 품질과 성능면에서는 품목별로 60-90%수준에 머물고 있는 것으로 나타났다. 더욱이 위생도기·온수기·보일러·공기조화

표 2 주요 건설자재 및 건설기계의 국제 경쟁력 비교

자재종류	가격	규격	품질	홍보 판매	납입 기간	종합	건설기계종류	가격	규격	성능	A/S	공급 판매	금융 결제	종합
불	2.6	3.0	2.8	3.5	3.5	2.8	불	3.0	4.0	3.0	4.5	4.5	4.0	4.0
형	2.5	2.9	2.9	3.4	3.5	2.7	굴	2.0	2.3	3.8	3.0	3.0	4.0	2.5
시	2.3	2.5	2.6	3.0	3.5	2.5	로	2.7	3.3	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5
멘	3.5	2.7	2.6	3.5	3.3	3.4	지	2.8	3.0	3.3	2.5	2.5	3.0	2.5
트	3.7	3.0	3.3	3.5	3.8	3.5	스	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
목	2.5	3.0	2.7	3.3	3.7	3.0	크	2.5	2.7	3.0	3.0	3.0	4.0	2.5
합	3.2	2.6	2.7	3.0	3.3	3.0	레	2.7	3.6	3.8	4.0	4.0	4.0	3.5
관	2.3	3.3	3.0	3.7	3.3	3.0	모	2.7	4.0	3.2	4.3	4.0	4.0	4.0
도	3.0	3.0	2.7	3.5	3.5	3.0	우	2.3	3.0	2.3	4.5	4.0	4.0	3.0
도	3.0	3.0	2.7	3.5	3.5	3.0	터	2.8	3.5	3.3	4.3	4.0	4.0	3.5
목	2.6	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	미	2.2	3.5	3.2	4.3	4.0	4.0	3.5
용	3.0	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	사	3.5	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
관	2.5	3.0	3.0	3.7	3.3	3.0	트	3.5	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
인	3.3	3.5	3.3	3.5	3.5	3.5	믹	2.3	3.0	3.0	4.5	4.0	4.0	3.0
조	3.0	3.5	3.3	3.5	3.5	3.5	서	2.8	4.0	3.8	4.3	4.0	4.0	4.0
석	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.3	믹	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
재	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	서	2.3	3.0	3.0	4.5	4.0	4.0	3.0
타	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.2	기	2.2	2.5	3.0	4.3	4.0	4.0	3.5
방	3.3	3.0	2.7	3.5	3.5	3.0	채	3.3	3.5	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5
수	3.3	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	석	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
재	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
창	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	속	2.3	3.0	3.0	4.5	4.0	4.0	3.0
호	3.0	3.0	3.3	3.5	3.5	3.2	기	3.3	3.5	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5
세	3.0	3.0	2.7	3.5	3.5	3.0	기	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
리	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
일	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
조	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	2.3	3.0	3.8	4.5	4.0	4.0	4.0
각	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.3	기	3.0	3.8	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0
공	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
기	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
조	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
화	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
기	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
타	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
트	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.2	기	3.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0

주) 경쟁력 정도 1: 매우 양호, 2: 약간 양호, 3: 보통, 4: 약간 불량, 5: 매우 불량
자료) 건설부

기 등 설비자재는 대략 75% 수준에 머물고 있어 시장개방에 대비한 경쟁력 확보가 시급한 것으로 분석된다.

또한 건설시장의 국제화 추세에 따라 국내 건설업체의 해외시장도 크게 늘어날 전망이다. 전체 공사비의 50-60%를 차지하고 있는 건설자재 및 건설기계부분의 국제경쟁력이 떨어져 국산제품의 활용이 부진한 실정이며, 이로 인해 해외진출에 따른 실질적인 외화가득효과를 거두지 못하고 있는 상태이다. 때로는 국내 건설업체가 해외공사를 수주했을 때에도 국산제품을 기피하고 국제적으로 명성있는 외국산 제품을 사용하는 사례가 많아질 것으로 예상되는 바, 이에 대한 신중한 대책이 요구된다.

3. 건설시장개방에 따른 콘크리트 자재업계의 주요 현안과제

3.1 정부조달제도의 문제점

정부조달제도, 즉 관수제도는 중소기업의 안정적인 발전을 도모하고 정부소요물품의 효율적인 조달과 원가절감을 위하여 지난 30여년간 시행되어 왔다. 그동안 단체수의계약제도의 시행에 있어 가장 큰 문제점으로는 생산업체간의 자율적 경쟁풍토를 저해하여 업체의 품질 및 기술개발을 유도하지 못하였다는 점을 들 수 있다. 더구나 오는 97년 GATT의 정부조달협상 가입과 관련, 단체수의계약제도는 적용대상에서 제외돼 있다고 하더라도 외국기업참여를 제외하고 있다는 점에서 향후 문제의 소지가 많아 개선되어야 할 필요성이 커지고 있다.

이에 따라 정부에서는 정부조달물자의 단체수의계약제도를 오는 97년까지 단계적인 축소를 통해 폐지한다는 계획을 발표하였다. 정부가 마련한 개선안을 보면 95~96년에 단체수의계약 대상품목을 절반이하로 축소하고, 또 제품의 품질향상을 위해 단체표준제정 및 품질인증제도를 도입하며, 입찰자격사전심사(P.Q.) 제도를 실시하여 일정한 자격보유업체에 한하여 입찰참가자격을 부여할 방침으로 있다. 또한 97년에는 중소기업자의 수주

기회를 증대할 필요가 있거나 저가낙찰이 예상되는 품목, 기계 및 전기·전자 등 제품특성상 연구배정이 불가피한 품목 등 극히 일부 품목에 대해 단체수의계약대상으로 존속시키고 대부분의 품목은 해제할 계획으로 있다.³⁾

그런데 이와같은 정부조달제도의 개선은 기술경쟁을 촉진한다는 취지에서 바람직한 면이 있으나 현재 국내의 건설자재업계의 실태를 파악할 때, 치열한 가격경쟁이 우위를 점하고 있는 상태에서 기술경쟁을 유도하기 보다는 시장가격의 하락과 과도한 업체의 도산이 우려되는 현실에 있다는 점을 감안할 때, 보다 중장기적인 대책의 수립과 아울러 근본적으로 기술경쟁을 촉진할 필요가 있다.

3.2 건설현장 간이배처플랜트와 레미콘의 관계

최근에는 건설현장에 자체 간이플랜트를 시설하여 콘크리트를 직접 제조·사용하는 예가 증가하는 추세인 것으로 조사되고 있다. 건설시장의 개방이 이루어질 경우 외국 건설업체가 콘크리트를 직접 생산 시공하는 예가 많을 것으로 예상되는 바, 이는 분쟁요소가 될 수도 있다.

1989년 이전의 건축법에서는 3층이상이거나 연면적 500제곱미터 이상의 건축물을 건축할 시에는 레미콘품목의 경우 KS제품을 사용토록 의무화되어 있었으나, 그 이후 200만호 주택건설에 따른 심각한 레미콘과동을 겪으면서 건설부에서는 건축법을 3차례 개정(89.11, 92.6, 94.5)하여 건설현장에서 자체간이배처플랜트를 설치할 수 있도록 완화하였고, KS표시품과 동등이상의 성능이 있다고 확인된 것은 사용가능하도록 완화한 바 있다.

건설현장 자체 간이배처플랜트의 운영형태로는 직영, 위탁, 하도급, 기술용역형태 등이 있는데, 이에 대해서는 여러 의견이 있으나, 그 중에서 이해당사자라 할 건설업체와 레미콘업체의 의견을 요약하면 다음과 같다.

1) 건설업계의 입장

○ 건설현장에서 사용되는 고강도·저슬럼프용

3) 매일경제신문 보도(1994. 3. 19)

특수레미콘은 일반 레미콘업체에서 생산이 어려워 고속진철, 댐 등 특수레미콘을 사용해야 하는 현장의 경우 현장배치플랜트설치가 필요하나 현행제도하에서는 공업배치법 등에 의한 입지·환경심의같은 까다로운 기준과 절차 때문에 공사현장이나 인근에 레미콘공장 또는 임시생산시설(배치플랜트)설치가 매우 어려우므로 현장에 콘크리트 생산체계를 갖추기 위해서는 제도개선이 요망됨.

○ 최근 교통체증으로 레미콘품질확보에 필수적인 적가공급이 제대로 이루어지지 않아 콘크리트의 강도부족·균열·시공성 부족 등이 발생하고 있으므로 건설업체들이 공사현장에 배치플랜트를 자율적으로 설치토록 허용할 필요가 있음

○ 이에 따라 판매목적이 아니라 자기공사에 투입될 레미콘은 시공업체가 직접 생산할 수 있도록 허용해 건설구조물의 품질에 대한 권한과 책임을 동시에 부여하는 것이 합리적임

2) 레미콘업계의 입장

○ 건설회사에서 설치하는 배치플랜트는 이동식의 간이플랜트로서 레미콘공장의 고정식 배치플랜트에 비해 계량의 정밀도, 생산용량, 혼합성능이 뒤떨어지며, 레미콘공장에는 다년간 레미콘생산에 종사한 전문기술인력이 상주하고 있어 품질관리가 제대로 이루어지나 건설현장의 자체플랜트에는 이러한 전문인력이 부족함

○ 폐기레미콘, 슬러지(sludge)水, 원재료(시멘트, 모래입자)의 비산 등의 처리에 있어 전문적인 설비를 한 레미콘공장보다 열등한 상태이므로 환경문제를 야기할 우려가 높음

○ 이동식 플랜트에서 제조되는 콘크리트는 비KS제품으로서 이는 KS표시품 우선구매를 권장해 온 정부의 산업표준화정책에 배치되는 것임

○ 연간 레미콘 생산능력이 2억 7천만 m^3 (94년말 기준)을 초과하고 있어 연간 수요인 1억 m^3 내외를 충분히 공급가능한 실정임을 감안할 때, 건설현장에서 자체배치플랜트를 설치하는 것은 국가경제력의 낭비를 초래하게 됨

○ 레미콘공급에 따른 도심지 교통체증 심화를 이유로 들어 건설현장내 자가배치플랜트의 설치를 주장하는 경우가 많으나, 자가 플랜트를 운영하기 위하여는 시멘트 및 골재수송차량이 운행하

게 되어 오히려 교통체증을 가중시키는 결과를 초래하게 됨

○ 건설현장의 자가 간이배치플랜트는 한시적으로 레미콘을 생산하여 건물을 지은 후 곧바로 철거되어 없어지므로 장기적으로 운영되는 레미콘공장과는 달리 하자과 부실이 발생할 경우 소비자 보호차원에서 불리함(특히 개인업자가 위탁하여 시설하는 간이배치플랜트는 품질보증면에서 문제가 큼)

이러한 두 당사자간의 주장에는 일리가 있는 것으로 콘크리트 제조를 어떠한 방향으로 추진하는 것이 건설시공이나 부실방지 그리고 산업보호란 측면에서 바람직한가 하는 것은 현재 콘크리트 제조기술에 대한 검토가 우선 되어야 할 것이다.

3.3 콘크리트 제조기술 현황과 문제점

건설시장의 개방에 따라 콘크리트제도 예전과 다른 새로운 환경에 놓일 것이 자명하다. 그러한 환경변화에 따른 콘크리트 업계가 당면할 수 있는 문제점은 기술력 부족에 따른 수요의 이탈 및 품질관리검사의 강화에 따른 잦은 클레임 발생을 들 수 있다.

레미콘품목을 예로 들면 초고층아파트, 고층빌딩, 항만, 교량 등의 대형구조물에 소요되는 고강도콘크리트 및 레미콘 시공성을 크게 향상시킨 고성능콘크리트, 특수수요에 부합되는 칼라콘크리트, 아이스콘크리트(ice concrete), 전압콘크리트(RCC), 수중불분리콘크리트, 그리고 계절에 따른 수급상의 문제해결을 위한 한중콘크리트와 서중콘크리트 등에 대한 제조기술은 크게 뒤떨어져 있다.

특히 고강도 및 특수콘크리트 제조기술을 보유한 외국 건설업체들이 국내에 등장할 경우, 콘크리트업계로서도 상당량의 시장이 잠식당할 것은 피할 수 없을 것이다. 현재 국내에서는 호칭강도 180-210 kgf/cm^2 , 슬럼프 8-12cm 내외의 비교적 저강도·저유동성의 콘크리트가 콘크리트구조물에 대량 사용되고 있으며, 고강도·고성능콘크리트에 관한 연구는 1980년대 후반부터 부분적으로 이루어지고 있으나 아직 건설현장에서의 실용화가 미흡한 수준에 머물고 있다.

또한 현재 400kgf/cm² 내외의 콘크리트가 교량 공사 등에 부분적으로 사용되고는 있으나 신형주대교의 붕괴사고에서 보는 바와 같이 고강도콘크리트의 제조기술이 취약한 상태에 있어 관련기술의 개발 및 실용화가 시급한 과제이다.

한편, 건설자재의 품질보증체계의 정립도 시급한 과제이다. 제품의 품질검사가 자재업계내에서 자율적으로 이루어져 제품의 품질보증, 불량품 유통방지, 소비자보호를 기하는 것은 당연한 의무로서 영국의 QSRMC(Quality Scheme for Ready Mixed Concrete)를 비롯하여 유럽전역에는 이러한 품질감사체계가 정착되어 있고, 일본의 경우도 품질관리감사위원회 아래 자체적인 품질검사가 엄격히 이루어지고 있으며, 레미콘제품의 경우 전국에 70여개의 공동시험장이 설치되어 활발한 활동을 전개하고 있다. 그러나 국내업계는 아직까지 품질보증에 대하여 뚜렷한 사명감을 갖고 있지 못한 것으로 평가된다.

3.4 건설자재관련 규격·시방의 문제점

건설시장개방에 따른 또 다른 문제로서 제기되고 있는 것이 건설공사와 연관된 각종 법률, 시방, 규격 등이 각 국가별로 상이한 부분이 존재하여 품질관리 및 품질보증업무에 혼선을 초래할 수 있다는 것이다. 콘크리트분야를 중심으로 이러한 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

1) 강도규정

표 3은 주요 국가의 공업규격에 규정된 콘크리트의 강도시험로트(lot) 및 판정기준을 정리한 것이다. 보는 바와 같이 우리나라의 강도품질시험규정은 일본과는 거의 동일하나 타 국가와 비교할 때는 다소 상이한 판정기준을 가지고 있다는 점이 문제로 제기되고 있다.

2) 슬럼프 규정

슬럼프치의 허용범위는 제 외국에서도 각국의 공업규격에 정하고 있다. 품질검사가 매우 엄격한 일본 및 미국의 슬럼프허용치를 살펴보면 일본은 한국과 같고 미국의 ASTM에서는 표 4와 같이 슬럼프의 허용오차가 국내보다 훨씬 완화되어 있는 상태이다.

표 3 각국의 콘크리트강도 판정기준 비교⁽³⁾

규격명	콘크리트강도에 관한 규정
KS (한국)	- 콘크리트강도시험횟수는 원칙적으로 150m ² 당 1회의 비율로 한다 - 1회의 시험결과는 임의의 1개 운반차로부터 채취한 시료로 3개의 공시체를 제작하여 시험한 평균값으로 한다 - 1회의 시험결과는 구입자가 지정한 호칭강도값의 85% 이상이어야 한다 - 3회의 시험결과의 평균치는 구입자가 지정한 호칭강도값 이상이어야 한다
ASTM (미국)	① 허용응력도설계법에 의하여 설계된 구조물과 프리스트레스트구조물 - 시험결과가 호칭강도값의 20% 이상으로 떨어지면 안된다. - 6개 시험체의 시험결과의 평균치는 호칭강도와 같거나 커야 한다 ② 극한강도설계법에 의하여 설계된 구조물과 프리스트레스트구조물 - 시험결과가 호칭강도값의 10% 이상으로 떨어지면 안된다. - 3개 시험체의 시험결과의 평균치는 호칭강도와 같거나 커야 한다.
JIS (일본)	한국과 내용이 동일
BS (영국)	- 시험체가 호칭강도를 하회하는 확률은 2.5% 이하이어야 한다 - 시험치는 호칭강도의 85%를 하회하지 않아야 한다.
DIN (독일)	- 압축강도시험결과의 평균치는 규정의 연속강도를 하회하지 말아야 한다 - 강도시험치는 소정의 공칭강도를 하회하지 않아야 한다. - 연속 9회의 시험결과중 1회의 시험결과는 공칭강도의 80%를 하회하지 않아야 한다 - 연속 3회의 시험결과의 평균치는 연속강도를 하회하지 않아야 한다.
GOST (소련)	시험치가 호칭강도의 90%를 하회하는 비율은 20% 이하이어야 한다

표 4 한국과 미국의 콘크리트 슬럼프 규정 비교

구분	지정슬럼프(cm)	허용오차(cm)
한국 (KS F 4009)	2.5	±1
	5 및 6.5	±1.5
	8이상 18이하	±2.5
	21이상	±3.0
미국 (ASTM C94-84)	2in(5.1cm)이하	±0.5 in(1.3cm)
	2in이상 4in(5.1-10.2cm)	±1.0 in(2.5cm)
	4in(10.2cm)이상	±1.5 in(3.8cm)

한편 최근 94년 9월 정부에서는 건설시장의 개방에 대응하여 레미콘KS규격을 전면 개정하였다. 이 개정에서는 저슬럼프 규격의 사용에 따른 건설현장에서의 레미콘에 대한 加水를 방지하기 위하여 '콘크리트펌프를 이용하여 레미콘을 타설할 때는 슬럼프 15cm이상의 콘크리트를 사용하여야 한다(단, 기초 및 경사구조물 등 특수한 경우 제외)'라고 규정하고 있다. 이 규정은 타 외국에서는 찾아보기 힘든 규정으로서 건설시장개방시 다소의 논쟁의 여지가 있고, 실현상에서도 문제가 있다.

3) 염화물량 규정

근간 사회적 문제로 부각되고 있는 콘크리트중의 염화물에 대하여는 표 5에서 보는 바와 같이 각 국가마다 다소 상이한 규정을 가지고 있다. 우리나라의 염화물허용량은 타 외국에 비해 매우 엄격하게 규정되어 있는 것이 특징이다.

표 5 국내 외 염화물함유량 규정

구 분	한국(KS)	일본(JIS)	미국(ACI)	영국(CP)
모래(%)	0.04 이하	0.04 이하	0.037 0.619	0.037 0.309
콘크리트 (kg/m ³)	0.30 이하	0.30 이하	0.297 4.95	0.297 2.47

주) 1. NaCl함유량 기준임

2. 미국과 영국은 콘크리트 종류 및 환경조건에 따라 허용염분함유량 규정이 다름

4) 레미콘 제조방식

레미콘은 재료를 혼합하여 아직 굳지않은 상태의 콘크리트로서 공급되는 반제품이기 때문에 타 KS제품과는 달리 제품 그 자체의 양부관정을 즉시 내릴 수 없는 특징이 있다. 그러므로 KS규격에서는 원재료에서 제조공정에 이르기까지 제반상황을 규정하여 소요의 품질을 확보하도록 하고 있다.

일반적으로 구미에서의 레미콘제조방식은 ① 센트럴믹싱(central mixing) ② 쉬링크믹싱(shrink mixing) ③ 트랜짓믹싱(transit mixing) ④ 연속믹서방식 등이 있다. 본래 레미콘은 이와 같이 여러 방식으로 제조할 수 있으나 국내에서는 KS규격에서 공장내의 고정믹서로 비빔을 완료하여 공급하는 센트럴믹싱 방식을 규정함으로써 레미콘생산자로서는 타 외국과는 달리 센트

럴믹싱 이외의 방식을 채용하기가 불가능한 상태에 있다. 이는 시장개방 후 수요의 다양화에 대처하기가 곤란한 측면이 있으며, 특히 저슬럼프콘크리트 제조 및 특수혼화제의 사용(특히 슬럼프프로서가 심한 것) 등에 문제가 있게 된다.

3.5 콘크리트 공급조건의 문제점

레미콘발주에서 검사에 이르기까지 아직까지 우리나라에서는 건설산업계의 수직구조에 영향을 받아 품질에 대한 책임한계 및 공급조건이 명확히 규정되거나, 계약이 이루어지지 못하는 경우가 많은데, 대표적인 예를 들면 아래와 같은 사항을 들 수 있다.

- 夏期와 冬期の 배합설계에 있어서 온도보정과 이에 따른 원가상승의 책임귀속

- 특수콘크리트 혹은 특수수요조건을 반영하여 제조할 경우 원가상승의 책임귀속

- 건설현장에서의 레미콘 품질시험의 책임귀속 등 위와 같은 사항에 대하여 일본에서는 다음과 같이 발주자와 레미콘공급업자 사이에 명확한 책임과 역할이 부여되고 있다.

- 레미콘주문시에 호칭강도를 정하는 방법은 시공자에게 기온 및 특수성능(수밀성, 내구성 등)을 감안하여 설계기준강도에 보정치를 더한 값을 호칭강도로 하여 주문하도록 책임을 부여하고 있다.

- 현장반입시험은 건설업체의 책임이며, 단 레미콘업체에서 부득이하게 시험을 대행할 경우 시험료를 지불한다.

- 일반적인 레미콘타설을 제외하고 특수한 성능 및 요구조건이 있을 시에는 다음과 같이 별도의 요금체계가 완비되어 있다.

- 펌프타설까지 SET로 공급할 경우는 별도요금을 가산

- 기포콘크리트는 별도요금을 가산

- 유동화콘크리트는 현장첨가형의 경우 첨가진 지정배합보다 1단계 높은 가격으로 하며, 공장첨가형의 경우는 유동화시킨 슬럼프의 콘크리트가격으로 판매

- 시멘트품종에 따라 별도계산

- 혼화제를 지정할 경우는 실비가산

- 특수골재를 지정할 경우는 별도계산
- 산악지 및 원거리지역은 상황에 따라 별도가산
- 空積 割増(1회 1대의 운반량이 법정 적재량에 다르지 못할 경우는 차량드럼의 빈 용적 1m³당 일정한 공적운임을 가산)
- 소형차에 의한 납입은 별도가산
- 시간외 할증(새벽, 야간, 심야 등)

위와 같은 일본의 예를 감안할 때, 국내에서도 건설시장의 개방에 앞서 레미콘공급조건에 대한 명확한 규정을 정립하고 품질에 대한 책임한계를 보다 명확히 할 필요성이 있다고 하겠다.

3.6 콘크리트품질의 책임한계에 대한 문제점

책임한계는 반제품으로 공급되는 레미콘에 해당되는 문제점이다. 레미콘이 소오의 제조방법에 의거, 우수한 품질로 제조되어 건설현장에 공급되었다고 하더라도 건설현장에서의 취급부주의로 부실하게 되는 사례가 있는데, 이러한 경우에도 레미콘이 불량한 것으로 인식되는 사례가 많다. 레미콘 시공과정에서 발생하는 품질저하요인으로 다음과 같은 예를 들 수 있다.

- 콘크리트 타설공의 사명감 및 장인의식의 결여
- 현장작업준비 미흡으로 인한 레미콘 타설원료까지의 소요시간 증대
- 콘크리트펌프 압송성을 증가시키기 위하여 레미콘에 대한 加水의 빈발
- 시공속도를 우선한 기둥집 및 동바리(支柱)의 조기해체
- 설계와 시방규정의 미준수
- 비나 눈이 올 경우에도 레미콘타설을 강행하는 사례
- 방수제, 지연제 등의 혼화제를 현장에서 추가로 과다투입하여 응결지연 경화불량 등이 발생하는 사례
- 여름 및 겨울철에 양생을 부실하게 하여 동해(凍害) 및 균열 발생 증가

이러한 품질분제의 책임한계에 대하여 KSF 4009 및 시방서에서는 레미콘 부림지점까지의 품질을 레미콘업체가 책임지도록 하고 있다. 즉, 부

림지점에서 150m³마다 1회의 시험을 통하여 품질을 확인하고 소오의 시험에 합격한 경우에는 레미콘업체의 책임이 없는 것으로 되어 있으나 실상은 이러한 규정이 제대로 지켜지고 있는 경우가 적다는 것은 건설시공상의 문제로 지적될 수 있을 것이다.

4. 건설시장개방에 대한 콘크리트 자재업체의 대응전략

4.1 시장보호를 위한 전략

1) 선진국 엔지니어링 설계업체들이 국내 건설시장에 들어와 설계용역을 수주받아 설계 및 시방서를 작성할 경우 해외생산 자재 및 설비로 설계한다면 국내 건설자재업체의 경쟁력은 약화될 것이다. 따라서 현재 EC가 시행하고 있는 건설자재의 EC마크제품 사용 의무화, 미국의 'Buy-American' 정책과 같은 국산자재 및 장비사용 의무화 정책이 검토되어야 할 과제이다.

2) 건설부의 조사결과에 따르면 해외건설공사 현장에서 건설업체들의 국산 기자재 활용실적이 공사비의 5% 미만에 머무르고 있어 매우 저조한 상태이다. 따라서 앞으로 시공평가제도 및 도급산정액제도 등을 활용, 국산기자재 활용을 촉진시켜 외화가득률을 제고하고 국내 제조업과의 연관효과를 높여 나가야 할 필요성이 있다.

3) 해외건설업체와 자재 제조업체간 상설협의회를 설치하는 등 정보교류를 활성화해 나가야 하며, 국산·외산 자재 비교전시회, 세미나, 우수시공 사례발표회를 개최하여 국산 자재의 활용 촉진을 위한 여건을 조성하여야 한다.

4) 세계화, 개방화에 대응하기 위하여는 국제품질인증기관인 ISO인증을 확대하는 것이 필요하다. 현재 건설업계에서는 ISO인증을 부분적으로 획득하고 있으나 건설자재업계에서는 이러한 ISO인증에 관한 노력이 아직 미흡한 것이 현실이다.

5) 건설자재업계에서는 품목별로 중·장기 발전계획에 대한 프로그램이 마련되어야 한다. 장기수요 전망, 시장구조 전망, 기술전망, 외국의 산업구조조정 및 기술개발사례 등에 대한 폭 넓은 연

구 검토를 통하여 중·장기 발전계획을 수립하고 안정적이고 체계적인 발전을 이룩하려는 구체적인 노력이 필요하다.

6) 해외시장의 개척도 적극 노력하여야 할 분야이다. 특히 중국, 베트남은 좋은 투자대상이 된다. 현재 시멘트 및 건설기계업종을 중심으로 해외투자가 부분적으로 진행되고는 있지만 보다 활성화되기 위하여는 해외시장의 경제여건 및 물류비용, 인프라시설 등에 기초한 다양한 투자정보가 제공되는 것이 요구된다.

7) 건설현장 자체 간이배척플랜트 문제에 대응하여 적기공급 및 특수콘크리트 제조여건을 강화하여 자체 경쟁력을 강화하여야 이로 인한 시장축소를 방지할 수 있을 것이다. 다만 공사용 레미콘 생산을 위하여 가설건축물을 건축하는 경우에는 KS F 4009(레디믹스트콘크리트)기준에 의거한 시설 및 인력을 완비하도록 하고 또한 당해지역의 전문레미콘공장 허가를 득한 생산업자에게 시설 설치 및 운영을 위탁하도록 하는 것이 현실적인 대안이 될 수 있을 것이다.

8) 콘크리트업계내에서 중·장기 발전계획에 대한 프로그램이 마련되어야 한다. 중·장기 수요전망, 시장구조전망, 기술전망, 외국의 산업구조조정 및 기술개발사례 등에 대한 폭 넓은 연구검토를 통하여 중·장기 발전계획을 수립하고 안정적이고 체계적인 발전을 이룩하려는 구체적인 노력이 필요하다.

9) 업계의 현안문제에 대처하기 위하여 업계의 핵심인력으로 구성된 각종 위원회를 설치하여(예: 산업정책개선위원회, 품질개선위원회, 원자재수급개선위원회, 법규 규정개선위원회, 중·장기 발전위원회 등) 업계의 우수인력을 유용하게 활용하고 각종 연구용역사업도 적극적으로 추진하여 나가야 할 것이다.

4.2 기술개발 및 품질향상을 위한 전략

국내의 콘크리트자재의 품질은 일반인의 인식과는 달리 비교적 안정된 편이며, 기술개발 및 품질향상을 위한 노력이 나름대로 전개되고는 있으나 일부 제조기술은 아직까지 취약한 면이 있고 또한 원재료 품질의 악화, 건설현장에서의 불합리

한 시공관습, 가격위주의 구매관행, 신설업체의 과다 등에 기인하여 품질향상에 걸림돌이 되고 있다. 이러한 현실적 인식하에 건설시장의 개방에 대응하여 가장 시급하고 중요한 개선사항을 제시하면 다음과 같다.

4.2.1 산업계에서 추진해야 할 사항

1) 품질관리요원 현장실부교육의 강화

콘크리트산업계에서 직접 콘크리트제품의 품질을 책임지고 있는 품질관리인력에 대한 집중적인 현장실부교육이 이루어져야 한다. 현재 콘크리트업계의 품질관리요원들은 전문적인 기술교육을 받지 못한 경우가 많으므로 정부 및 산업계에서 기술교육을 실시할 수 있는 전문적인 교육프로그램을 개발하여 집중적인 교육을 실시하여야 하며, 특히 현장실부교육이 중점적으로 이루어져야 한다.

2) 민간 품질감사기구 및 지역단위 공동시험장의 설치

민간경제의 활성화에 따라 콘크리트산업계에서는 점차 자체적인 품질감사제도를 정착시켜 불량품의 유통을 사전에 방지하고 제품의 품질향상을 위한 업계 자율적인 노력을 전개해 나가야 한다. 이를 위하여는 각종 품질검사업무 및 지역단위의 공동시험과 공동연구를 활성화할 수 있는 공동시험장의 설치가 이루어져야 할 것이다.

3) 전문 연구기관의 설립

콘크리트자재의 품질향상과 기술개발을 위하여는 상당한 자금과 전문인력을 확보하여야 하나 대부분의 업체들이 중소기업인 점을 감안, 업체의 공동출자를 통한 일정 자본과 정부의 지원자본으로 기술연구소를 운영하는 방안을 추진하여야 한다. 또한 기술개발과 품질향상에 대한 연구개발이 원만하게 이루어질 수 있도록 자금 및 세제상 지원과 수입자재에 대한 관세감면 등과 같은 정부의 협조가 필요하다.

4) 콘크리트 제조기술에 대한 연구확대

건설구조물이 점차 대형화, 고층화, 장대화되어 가고 있으며, 또한 해상 및 지하구조물의 증대, 리프레쉬, 리폼 구조물의 증가, 건축의 공업화, 로복시공의 확대, 인텔리전트화의 진전 등과 같은 건설수요환경의 변화추세를 감안할 때, 콘크리트 기

술개발은 매우 시급한 실정이다.

특히 고강도콘크리트는 장래 건설구조물의 대형화, 장대화에 따라 수요가 급증할 것으로 예상되므로 건설시장의 개방에 앞서 고강도콘크리트의 연구·실용화가 시급하며, 현실적 입장을 고려할 때 1,000kg/cm² 이상의 초고강도콘크리트에 대한 연구보다는 압축강도 500~600kg/cm²내외의 고강도콘크리트를 안정된 품질로 생산해내는 기술, 즉 고강도콘크리트의 범용화에 초점이 맞추어져야 할 것이다.

5) 거래조건의 명확화

건설시장 개방 후 각종 클레임에 효과적으로 대처하기 위하여는 수요자와 소비자 사이에 품질문제를 둘러싼 명확한 책임관계와 상행위에 있어서 명확한 거래조건을 설정하는 것이 요구된다. 레미콘을 예로들면 동결기 온도보정 및 사용환경에 따른 호칭강도의 상승, 특수 요구조건에 따른 비용상승에 대하여 명확한 처리체계를 확립할 필요가 있다.

6) 건설재료 품질판정기기의 개발

건설재료의 품질에 대한 클레임은 매우 다양하고 그 책임관계가 불분명한 경우가 많아 분쟁의 한 요인이 된다. 또한 건설재료의 품질측정용 시험기기의 신뢰도 및 간단한 시험기기의 부족도 문제가 되고 있다. 따라서 건설자재의 품질시험에 사용될 정확한 측정장치의 개발, 그리고 시험업무의 간소화 및 현장의 클레임을 사전에 방어할 수 있는 조기품질판정방법의 개발이 필요하다.

7) 우수 기술인력의 확충

콘크리트업계는 우수한 기술인력의 확충에 노력해야 한다. 그러나 콘크리트업계에서는 아직까지 여기에 관한 구체적인 노력이 부족한 편인데, 물론 대부분이 중소기업이라는 난점도 있으나 현재 국가에서 시행하고 있는 우수인력의 병역특례와 같은 제도는 적극 활용해 볼 필요도 있다.

8) 원자재의 품질확보

레미콘의 품질에 대한 클레임을 최소한으로 줄이고 품질관리를 용이하게 하기 위하여는 골재의 품질관리가 최우선의 과제이다. 그런데, 레미콘 및 콘크리트제품 생산공장내에 골재저장시설이나, 입도조정시설이 갖추어진 공장은 거의 찾아보

기가 어렵다. 자금면이나 부지확보상의 제약도 있겠으나 골재의 품질을 완벽하게 컨트롤할 수 있다면 배합설계 및 품질관리면에서 원가절감을 기할 수 있어 오히려 장기적으로는 경제적이라는 점을 밝혀두고 싶다.

또한 골재자원은 점차 하천골재의 부존량이 감소하고 있는 현실에 비추어 해사, 쇄사, 고로슬래, 폐기콘크리트재생골재 등 대체자원의 이용방안 연구가 시급하다고 할 수 있으며, 혼화제는 제품의 국산화 및 제조기술 축적에 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

4.2.2 정부에서 추진해야 할 사항

1) 건설자재관련 규격·시방의 정비

현재 대부분의 콘크리트관련 산업규격은 일본의 JIS 및 미국의 ASTM을 참고하여 제정되었으나 국내의 현실을 고려하여 개정되어야 할 부분도 상당수에 달한다.

또한 KS 이외의 각종 건설공사시방서 및 지침에도 현실과 모순되는 각종 규준이 존재하고 있는바, 이에 대한 보다 심층적인 연구와 광범위한 업계의견수렴을 토대로 관련법 및 시방을 현실적으로 개정함으로써 건설자재의 품질관리 업무를 보다 효율적으로 수행하는 것이 가능해 질 것이다.

2) 기초원자재의 품질확보

건설자재의 품질확보를 기하기 위하여 최근들어 부각되고 있는 것이 기초원재료의 품질악화에 대처해야 한다. 특히 국내에서 유통되는 골재는 염분함유량, 점토함유량, 석분, 이물질 함유량이 높아 콘크리트의 품질악화를 일으키는 근본적인 원인이 되고 있다는 주장도 있다. 이는 골재생산 단계에서 세척을 제대로 하고 있지 못하고 있기 때문인 것으로 조사되고 있다. 수요처에 반입되는 골재는 다시 세척하거나 품질개선을 하기가 어려우므로 골재생산단계에서 철저한 품질확보를 기할 수 있도록 관련제도의 개선이 요구된다.

3) KS의 등급별 허가실시

현재 대부분의 콘크리트업계에서는 KS허가업체의 비율이 90%를 넘고 있어 KS이면서도 우수제품을 생산한다는 사명감이 부족하며, 수요자로서는 제품품질에 대한 변별력을 상실하게 되는 문

제점이 나타나고 있다.

따라서 각 사의 생산시설상태, 전문기술인력 확보여부, 품질관리실태, 시험결과 등을 토대로 KS 허가의 등급제 혹은 ISO방식의 인증제를 도입하는 것을 검토할만 하다. 즉, B등급의 KS업체는 100원억 이상의 건설공사에는 납품이 불가능하도록 하는 등의 규제가 이루어질 때 지금까지의 가격경쟁이 크게 완화되고 기술개발이 활성화 될 것이며, 품질과 기술에 의한 경쟁이 이루어지는 풍토가 조성될 수 있을 것이다.

한편 KS우수등급 허가업체에 부여할 수 있는 혜택으로는 중요공사의 우선참여자격 부여, 공인시험소 시험의뢰 면제, 일정기간 KS사후관리검사 면제 등을 들 수 있다.

4) 콘크리트기사제도의 실시

콘크리트제품업체의 품질관리요원의 질적 향상 및 위상강화를 위하여 일본에서와 같이 콘크리트 기사제도의 시행이 필요하다. 이 제도는 콘크리트업 종사자들에 대한 연구의욕 고취와 업무수행능력 향상을 유도할 수 있으며, 또한 정부에서 콘크리트기사의 보유를 의무화하고 우대정책을 편다면 콘크리트품질관리요원의 기술력 향상에 일조할 것으로 기대된다.

5. 맺음말

이상에서 살펴본 바와 같이 건설시장의 개방은 콘크리트업체의 대응자세에 따라 업체의 체질개선, 기술능력의 향상 및 해외시장의 확대를 촉진시키는 좋은 계기가 될 수 있다. 따라서 건설자재 산업계는 이러한 국내·외 건설경제환경의 변화

에 대응하여 그동안의 노동집약적 생산방식과 제조위주의 기업경영방식에서 벗어나 품질과 기술에 근거한 경쟁력을 강화하는 방향에서 기업경영방식의 개혁이 요구된다. 이것이 새로운 산업환경을 창조하고 능동적으로 대처하는 자세일 것이다.

건설시장의 개방에 즈음하여 콘크리트업계에서 추진하여야 할 과제로서 가장 시급한 것을 꼽는다면, 중·장기 발전프로그램의 마련, 기술개발투자의 강화, 클레임에 대한 명확한 책임구분체계의 정립, 품질관리인력의 교육확대, 설비투자의 강화(특히 원재료의 품질개선을 위한 설비) 등을 들 수 있다.

무엇보다도 중요한 문제는 콘크리트업계에서 기술에 대한 인식을 제고하고 품질수준을 향상시키려는 노력이 요구된다. 이를 위하여는 불량품 유통을 방지하기 위한 제도적 장치는 물론 업계에서는 자구적인 노력이 이루어져야 하고, 기업의 기술개발투자의 확대가 요구된다. 또한 각종 콘크리트관련 연구는 산·학·연·관의 업역 분담 및 일체화된 연구를 통하여 실용화에 중점을 두어야 하며, 학계 및 연구계에서는 연구결과의 실용화에 대한 구체적인 노력이 요구된다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 김홍수, 우루과이라운드 협상의 총집검, 건설시장 개방 대응방안 모색을 위한 정책토론회 논문집, 1994. 1. pp.18-28
2. 최민수, 레미콘의 품질문제와 대책, 대한건축학회지(부실시공특집), 1994. 10. pp.40-43
3. 민성식, 콘크리트품질을 중심으로 한 각 수요처의 시방서 비교, 레미콘, 1984. 12. p.60