

레미콘의 품질관리와 품질보증에 관한 고찰 (Ⅱ)

제2보 건설업계로부터 레미콘업계로의 요청

김 무 한

〈충남대학교 건축공학과 교수·공박〉

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1. 서론 | 3.3 품질관리의 총실 |
| 2. 건설시장의 현황과 장애 | 3.4 품질보증의 총실 |
| 3. 레미콘업계로의 요청 | 4. 결론 |
| 3.1 기술력 향상을 위한 노력 | 참고문헌 |
| 3.2 제조설비의 총실 | |

1. 서론

지금까지 콘크리트 관련 학회, 단체, 업계에서는 『콘크리트 구조물의 품질보증과 레디믹스트 콘크리트의 품질』, 『레디믹스트 콘크리트에 관한 KS의 대책, 대응』라는 주제로 레디믹스트 콘크리트의 품질문제에 관한 중요한 제언 및 의견들이 있었다. 이를 바탕으로 이번 사설에서는 『콘크리트의 품질관리와 품질보증』이라는 콘크리트 문제의 핵심에 대하여 논의하고자 한다. 지금까지는 과거에 제언된 의견이 받아들여져 개선·수정된 사항이 있는가 생각해 보면 「아무것도 없는 것 같다」라는 아쉬움만 남아있다. 사설의 한계일지도 모르지만 이번이야말로 제언된 의견들이 그 상태로 머물지 않고, 실현되기를 바라는 것이다. 혹시 「그렇게 빨리 변화될 리가 있을까?」라고 의심하는 쪽도 있을지 모르지만, 현재의 한국경제 상황(금융 빅뱅, IMF 등에 의한 경제의 격변

은 확실)을 냉정히 전망하면, 그런 의심이 적절하지 않다고 생각된다.

필자는 이번에 『건설업계의 입장에서 레미콘업계의 요청』이란 주제로 보고하게 되었다. 학계에 속해 있는 한 사람이기 때문에 이와 같은 큰 과제에 대해서 기술하는 것은 적당하지는 않을 것이라고도 생각되지만, 같은 입장에 있는 여러분에게도 의견을 삼가 들으면서 필자 나름대로 의견을 서술하고자 한다. 여기에서는 주로 건축공사에 사용되는 콘크리트에 대한 관점에서의 의견이지만, 토목콘크리트에 대해서도 공통의 과제가 많을 것으로 생각한다. 되도록이면 기술적 측면에서의 의견을 서술하려고 하지만, 콘크리트의 품질과 가격은 상당한 관련이 있어, 레미콘 업계의 체질이나 사업구조까지 확장하지 못한 경우가 많은 것에 대해 미리 양해를 구하고자 한다.

한마디로 말하면 건설업체에 있어서도 기술력의 변동은 매우 크며, 건설업체의 수는 약

3900여 개의 회사로 되었다. 필자의 의견이 이와 같이 폭 넓은 건설업계를 대표하는 것이라고는 전혀 생각하지 않지만, 20여 년간 콘크리트를 대상으로 연구·개발이나 분쟁 처리를 한 사람의 개인적인 의견으로써 말하고자 한다.

2. 건설시장의 현황과 장래

거품 경제의 붕괴 이후 한국경제는 헤어나지 못하고, 특히 건설시장에서는 민간기업의 설비투자의 억제나 건설공공사업비의 감소 등 미래의 불투명성에 대한 분위기가 강하여 「빙하의 시대」로 빠져들게 되었다. 또한 종래 주기적 발급형태의 면허제도가 97년부터는 대내외적으로 완전 개방하게 됨으로써 업체수의 지속적인 증가로 인한 과당경쟁을 유발하여 출혈경쟁으로 인한 경영악화가 심화되었고 IMF한파가 몰아쳐 기업 도산이 최고도로 이르렀다. 이와 같은 건설시장의 상황은 앞으로도 수년간은 계속될 것으로 예측되고 있다. 이 불황을 탈피하는데는 「시장원리」, 「국제규격화」, 「규제완화」, 「성능규정화」, 「정보공개」 등의 핵심(Keyword)에 관련 있는 사항의 실행이 필수 불가결하게 되어질 것이다. 건설업은 이러한 과제에 대해서 정면으로 대응하지 않

으면, 앞으로 기업으로써 존속할 수 없는 상황이 되므로, 구조조정(Restructure)을 포함한 기업체질의 개선에 몰두하고 있다. 앞으로 건설업계의 통·폐업이 진행될 것이고, 이미 「대경쟁시대」에 돌입되어 있다고 감히 말하고 싶다. 이런 혹독한 시장환경을 고려한 제언으로 이해하여 받아들였으면 한다.

3. 레미콘업계의로의 요청

건설업계와 레미콘업계와의 관계를 역사적으로 보면, 1970년대에 건설업에서의 콘크리트공사가 현장비빔에서 레미콘에 의한 시공으로 된 것으로 시작했다. 이 레미콘의 보급에 의해 콘크리트 구조물의 품질향상 및 변동의 저감에 크게 공헌한 것은 크게 평가된다고 생각된다. 그러나 1980년대 말에 「결함레미콘」이 큰 문제가 되었고, 다양한 분야에서 문제해결에 몰두한 결과 강도부족의 문제는 해결되어진 것으로 본다. 그 후 1990년대 초에 내구성(염해) 문제가 발생하였지만 산·학·연 모두의 대응에 의해 현장에서는 일단 문제해결에 도달되었다고 생각된다. 다음으로 본래 레미콘 업계체질의 연장선에서 장래를 전망하면, 레미콘의 품질에 대해서 위태로운 점이 많다고 말할 수 밖에 없다. 그 이유에 대해서는 다

[표 1] 건설투자 동향 및 전망 (90불변 10억원, () 전년동기비 증가율%)

| 구 분 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98추정 |
|--------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 총 건설투자 | 50,585 (4.5) | 55,04 (8.7) | 58,383 (6.1) | 59,936 (2.7) | 51,519 (14.0) |
| 건설업 생산 | 26,843 (4.7) | 29,163 (8.6) | 31,087 (11.3) | 31,945 (2.8) | |

[표 2] 연도별 건설업체의 현황

| 연도 | '88 | '89 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '96 | '97 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 업체수 | 468 | 930 | 918 | 912 | 1,700 | 1,653 | 2,651 | 2,958 | 3,543 | 3,896 |

음 장에서 각각 상세히 기술한다.

레미콘 업계의 호·불황은 건설시장 규모에 의해 좌우되는 것이며, 건설업에 부과된 2에서 기술한 과제(시장원리, 국제화, 규제완화, 성능규정화, 정보공개)가 레미콘 업계에서도 그대로 적용된다고 생각된다. 다음에 보다 구체적으로 건설업계로부터 레미콘업계에 요청되는 과제에 대해서 기술하고자 한다.

사용자(User)인 건설업계의 입장을 단적으로 말하면 「보다 품질이 우수한 것을 보다 싸게」이라 할 수 있다. 이것은 일반제품 소비자의 입장에서는 지극히 당연한 것이지만, 레미콘의 소비자인 건설업계에 있어서는 이것이 「당연하지 않다.」는 것이 큰 문제이다. 이것을 가능하게 하는 모든 문제가 그대로 요구사항이 되는 것이다.

3.1 기술력 향상을 위한 노력

일본의 경우 레미콘품질에 대하여 거의 모든 레미콘업계의 기술개발투자는 매우 적다. 일본의 경우, 한때 시멘트 제조업체가 탈시멘트를 지향하는 시기가 있었다. 이와 같은 시기에 있어서는 시멘트 제조업체의 시멘트 자체에 대한 연구가 감소하고, 현재 상태의 시멘트를 싸게 제조하려고 하는 자세가 보여졌다. 그 사이 화학혼화제 제조업체는 골재품질의 저하에 대한 연구 외에도 부가가치가 있는 콘크리트를 개발하는 연구를 진행하였다. 이 10여 년간의 일본 화학혼화제의 진보는 괄목할 만한 것이었다. 건설업계에서는 이를 이용한 고강도콘크리트, 초고강도콘크리트, 고내구성콘크리트, 고유동콘크리트 등의 개발에 거액의 개발투자를 하여, 잠재 요구(needs)에 대응하는 새로운 콘크리트가 출현 가능하게 되었다. 우리 나라의 경우도 이와 비슷하다고 생각한다. 시멘트 업계에서도 저발열시멘트, 포장용

조강시멘트, 고강도·고유동콘크리트에 대응하는 특수시멘트 등을 개발하고 있고 이는 매우 반가운 일이다. 그러나 과연 콘크리트 기술의 진보에 있어서 대부분의 레미콘업계가 공헌한 것이 없다고 말하는 것은 지나친 것일까? 그렇지는 않을 것이다. 레미콘업계도 이러한 새로운 기술을 올바르게 사용하여 기술력을 갖추기 바란다. 그렇지만, 특수한 고성능 콘크리트라는 것으로 레미콘 가격을 상승시키는 것과 같은 안이한 대응이 행해지고 있는 경우가 많다. 이 족쇄와 같은 레미콘업계의 구조에 대해서는 「보다 품질이 우수한 것을 보다 싸게」를 목표로 개발한 건설업계의 경우에서 만 족스럽지 못할 것이다.

예를 들면 우리가 고강도콘크리트 및 고유동콘크리트 등의 새로운 콘크리트를 레미콘 공장에서 실제로 제조하기 위해서는 높은 수준의 기술력이 요구된다. 현재에는 각 재료 제조업체의 기술자와 건설업계의 기술자가 공동으로 시험비법의 시점에서 레미콘 공장의 기술자를 지도하면서 실현시키고 있고, 이 경우 재료비의 상승 이외에 제조관리비나 기술료라고 하는 레미콘 가격을 상승시키는 구조를 채용하고 있는 실정이다.

새로운 콘크리트에 한정하지 않고, 통상의 KS규격품에 대해서는 편차를 최소화 하는 관리기술을 보다 향상시켜 받아들였으면 한다. 특히 요청하고 싶은 것은 「단위수량」이다. KS에서는 슬럼프, 공기량, 염화물 함유량 및 압축강도만이 정해진 값에 맞는다면 양호한 콘크리트가 된다. 그러나 어느 배합의 굳지 않은 콘크리트가 건설현장에서 어떠한 시공성을 가지고 있는가, 또는 경화된 콘크리트가 압축강도 이외에도 어떠한 성능을 가지고 있는가에 대한 지식이 불충분한 공장도 있는 것이 실정이다 아닌가?

3.2 제조설비의 충실

레미콘의 안정적 공급과 품질보증을 위해서는 레미콘의 제조설비의 고도화가 필요하다. 현재 레미콘 공장의 제조설비에 문제가 있다고 말할 수는 없지만, 골재의 안정저장설비, 골재의 표면수량측정장치, 슬럼프미터, 비빔 성능을 가진 믹서, 골재 또는 수분의 냉각설비, 계량한 값의 정확한 기록 및 컴퓨터 이용의 제조시스템 등을 유효하게 활용하고 있을까? 현재까지도 계량제어담당자의 「직감」에 의지하는 경우가 거의 대부분이 아닌가?

그 중에서도 특히 문제가 되는 것은 단위수량의 계량이다. 골재의 표면수량측정결과보다는 비빔시 콘크리트의 상태를 보아, 경험과 감각으로 표면수량을 보정한다. 언뜻 보기엔 통상의 콘크리트에서는 안정된 레미콘을 제조하고 있는 것처럼 보인다. 그러나 이것이 결정된 단위수량인지 아닌지 보증되지는 않는다. 어디까지나 슬럼프를 맞추는 정도이다. 이 경우 반입된 골재의 품질이 안정하다면 슬럼프로 단위수량을 어느 정도까지는 관리할 수 있을 것이다. 그러나 반입된 골재가 변화할 때(예를 들어

동일한 슬럼프를 얻기 위해 필요한 단위수량이 크게 되는 골재)에는 기능공의 슬럼프 맞추기 식으로는 단위수량을 규정의 값으로 하는 것이 거의 불가능하게 된다. 앞으로 골재가 다양화 되고, 다양한 종류의 혼화제를 사용한 콘크리트가 많이 사용되는 것을 전제로 하면 「기능공의 직감」에서 벗어난 제조시스템이 빨리 확립되는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

모든 공장에서 요구하는 것은 골재 표면수량의 실시간 측정장치의 설치와 계량에 있어서 그 측정결과의 반영이다. 이를 위해서는 골재의 표면수를 균일하게 할 수 있는 저장설비가 필요하게 된다. 레미콘 공장에서는 보관장소·설비의 정도 및 레미콘의 출하량에 따라 반입되는 골재 루트의 크기가 다르다. 현재 표면수 측정장치의 가격은 수천만원 하는 것도 있지만, 골재 품질(흡수율 및 입도·입형 등)의 편차에 의해 측정 정밀도가 나쁘게 된다고 말할 수 있다. 이 때문에 공장에서는 품질이 안정된 골재를 사용하고, 표면수의 변동을 작게 하는 관리가 필요하게 된다.

또한 모든 공장에서 요구되지는 않지만 특수한 혹은 새로운 부가가치를 가진 콘크리트

(표 3) 각 규정의 허용폭과 허용한계 (KS에 의함)

| | | | |
|---------|---|-------------|----------|
| 강도 | · 1회의 시험결과는 구입자가 지정한 호칭강도 값의 85%이상이어야 함 · 3회의 시험결과 평균치는 구입자가 지정한 호칭강도의 값 이상이어야 함 | | |
| 슬럼프 | 슬럼프(cm) | 슬럼프의 허용차(%) | |
| | 2.5 | ±1 | |
| | 5 및 6.5 | ±1.5 | |
| | 8이상 18이하 | ±2.5 | |
| 공기량 | 21 | ±3.0 | |
| | 콘크리트의 종류 | 공기량(%) | 공기량의 허용차 |
| | 보통 콘크리트 | 4.5 | |
| 경량 콘크리트 | 5.0 | | |
| 염화물함유량 | · 배출지점에서 염소이온량으로서 0.30kg/m ³ 이하이어야 함 · 단, 구입자의 승인을 얻은 경우에는 0.60kg/m ³ 이하로 할 수 있음 | | |

를 출하하고 싶을 때에 항상 애로사항이 되는 것도 바로 공장의 제조설비이다. 믹서의 성능, 시멘트 및 혼화제의 저장사일로 수, 화학혼화제 탱크의 수 등이 충실한 공장이 요구되고 있다.

3.3 품질관리의 충실

KS F 4009의 「품질」에 규정되어 있는 항목은 강도, 슬럼프, 공기량 및 염화물함유량 4가지이다. 이들에 관해서는 모두 허용폭 및 허용한계가 있기 때문에 충분한 관리가 이루어지고 있다고 생각된다. 그러나, 이하의 항목에 대해서는 엄격한 품질관리가 요망된다.

① 단위수량

앞에서도 서술한 바와 같이 콘크리트의 경화물성에 영향을 미치는 「단위수량」의 관리가 이루어지지 않는다. 「배합표에 나타난 단위수량과 현장에서의 실측치와의 사이에는 상당한 차이가 있는 것」이 지적되고 있다. 단위수량을 쉬운 방법으로 정밀하게 측정하는 방법이 확립되어 제조자와 구입자가 같은 척도로서 관리할 수 있는 방법과 계획을 만들고자 한다. 이 단위수량관리가 적절하게 이루어져 어떠한 허용폭에 맞는다면 고유동콘크리트 등의 특수한 콘크리트의 제조도 어려운 것은 아니라고 생

각된다.

또한 이 「단위수량의 허용폭이 일반적으로 규정되어져 있기 때문에 초래될 혼란」이 있다고 한다. 예를 들면 건축공사표준시방서에서는 「단위수량은 185kg/m³이하로 한다.」라고 규정하였다. 이 185kg/m³ 이하라는 수치는 슬럼프처럼 배합표에서 값의 허용오차를 허용하는가, 또는 염화물함유량처럼 실제의 허용한계 값(배합표에서는 편차를 고려한 것 보다 작은 수치로 함)으로 하는가는 큰 차이가 있다.

② 배합표

레미콘을 구입할 때 배합표가 레미콘 공장에서 제시되며, 이 배합표는 레미콘 타설시의 것이다. 배합표는 시험비빔에 의해 확인되는 경우가 많고, 또한 시험비빔은 실험실에서 표건상태에 가까운 골재를 사용하고 소형의 믹서로 비비는 경우가 많다. 그러나 실제로는 공사현장과 레미콘 공장에서는 어느 정도 시간이 걸려서 운반한다.

따라서 당연히 레미콘의 출하시와 부림시에

(표 5) 각 항목의 KS 규정

| | |
|-------|-----------|
| 입 도 | KS F 2502 |
| 흡 수 율 | KS F 2503 |
| | KS F 2504 |
| 비 중 | KS F 2503 |
| | KS F 2504 |

(표 4) 내구성을 확보하기 위한 재료 및 배합에 관한 규정 (건축공사표준시방서에 의함)

| 단위수량 | 185kg/m ³ 이하 | 물시멘트비 | 시멘트 종류 | 물시멘트비의 최대값 |
|--------|----------------------------|-------|--|------------|
| | | | 포틀랜드시멘트 고로슬래그 시멘트 특급 포틀랜드 포조란 시멘트 A종 플라이애시 시멘트 A종 | 65% |
| 단위시멘트량 | 270kg/m ³ 이상 | | 고로슬래그 시멘트1급 포틀랜드 포조란 시멘트 B종 플라이애시 시멘트 B종 | 60% |

슬럼프 등이 변한다. 예를 들면 부림시에는 슬럼프 18cm를 목표로 하면, 출하할 때에는 운반 시간 및 온도를 고려한 슬럼프로 하지 않으면 안 되지만, 시험비빔에 이 수치를 고려하여 실시하고 있는가? 또한 시험비빔과 실제 사용기계로의 비빔에는 믹서 및 골재의 차이에 의해 동일한 프레쉬(fresh)상태로 되지 않는 경우가 있다. 이러한 것을 시험비빔을 할 사람에게 충분히 인식시켜, 의미 있는(형식적이지 않은) 시험비빔이 되어야 할 것이다.

KS에서 규정된 상기의 4가지 항목 이외에 「물시멘트비」, 「단위수량」 및 「골재량」에 대해서는 허용폭이 결정되어 있지 않다. 적어도 단위수량에 대해서는 허용폭의 규정이 요구되지만, 그렇지 않기 때문에 관리 방법이 간접적이고 관리의 목표가 구체적으로 정해질 수 없는 실정이다.

③ 골재

천연의 양질의 골재가 고갈되어, 저품질화

가 되고 있다고 말할 수 있다. 굵은 골재는 강자갈부터 부순자갈, 잔골재는 강모래에서 부순모래 및 바닷모래로 바뀌고 있다. 또한 잔골재는 혼합사용이 증가하고 있다. 말할 것도 없이 골재는 콘크리트의 경화전과 경화한 후의 품질에 큰 영향을 미친다. 따라서 레미콘의 품질안정화를 위해서는 골재의 관리가 불가피하며, 골재의 품질관리항목으로는 입도, 흡수율, 비중 등이 있다. 우리 사용자는 사용골재의 종류와 앞에서 말한 관리항목을 항상 표시하길 바란다.

또한 이후 골재의 안정적 공급에 대한 대책을 신중히 고려해야 하며, 동시에 규격의 골재 및 재생골재 이용환경의 정비에 대해서도 관계업계·단체·학협회와의 빠른 협의·검토가 필요하다.

3.4 품질보증의 충실

「품질보증」이란 「소비자가 요구하는 품질이

[표 6] 국내 콘크리트용 골재현황

| 시 기 | 골 재 | 현 황 |
|---------|--|--|
| 70~80년대 | · 강 및 하천 골재 채취 후 선별만으로 사용 | · 풍부한 매장량과 고품질 자연골재공급 가능 |
| 80~90년대 | · 강 및 하천 골재 공급부족 · 바다모래, 부순자갈 일부공급 | · 강 및 하천 골재의 공급량 부족으로 바다 모래 및 부순자갈이 공급되기 시작 · 바다모래 제염시설 미비로 미세척된 상태로 공급 (사회문제 야기) |
| 90~95년대 | · 강 및 하천골재 거의 고갈 · 바다모래, 부순자갈로 대부분 공급됨 · 부순모래 일부 사용됨 | · 강 및 하천골재 고갈현상이 시화되고, 굵은 골재는 부순돌로 거의 대체 · 모래는 바다모래 사용이 증가일로에 있지만 여전히 제염문제는 해결되지 않음 · 일부에서 바다모래 대체 원재료로 부순모래 사용하기 시작 |
| 95년 이후 | · 자갈 : 부순자갈 전량 사용 · 모래 : 바다모래, 강모래, 부순모래 혼합사용 | · 자갈 : 90%이상 부순자갈 공급 · 모래 : 최근 해양오염방지법이 공포됨에 따라 근해에서의 바다모래 채취가 어려워 원활한 공급 불투명, 균일한 품질의 부순모래가 향후 대체 골재로 이용될 수밖에 없는 실정 |

충분히 만족되고 있는 것을 보증하기 위해서 생산자가 해야 할 체계적인 활동이라 정의할 수 있다. 이 단락에서는「레미콘 공장에 이 정의가 적용되는가」에 대해서 논의하고자 한다.

현재는 레미콘 공장이 사용자에게 품질보증하고 있는 항목은 여러 번 서술한 바와 같이 4가지이다. 레미콘 업계의 대다수는「레미콘은 중간제품이기 때문에 일반제품과 같은 품질보증은 불가능하다.」라고 말한다. 이는 레미콘이 현장에서의 시공을 통하여 콘크리트 구조물로서의 최종제품으로 된다고 생각하고 있기 때문일 것이다.

그러나 표준양생에 의해 압축강도를 보증하고 있으므로 콘크리트의 시험방법에 관하여 KS 및 학협회의 방법을 기초로 하여, 정해진 방법에 의해 그 외의 항목을 품질보증하는 것은 충분히 가능하다고 판단된다. 생산자라면 당연히 품질을 명시하지 않으면 안되며, KS F 4009에 나타난 최저한도를 따름으로써 이를 얻을 수 있다.

우리 사용자가 바라는 항목은 ① 블리딩량, ② 영계수, ③ 건조수축율, ④ 중성화저항성, ⑤ 동결융해저항성 등이 있다.

이러한 품질을 각 공장에서 보증할 수 있게 되면, 「성능규정」에도 저절로 대응할 수 있을 것이고, 공장의 기술력 수준(품질)이 명확하게 되어, 사용자가 공장을 선정하는 것이 가능하게 된다. 이렇게 되려면 「바른 정보공개」가 불가피하게 된다.

각 공장의 품질보증항목의 추가·충실은 2에서 서술한 「시장원리」, 「규제완화」, 「성능규

정화」 및 「정보공개」를 가능하게 할 것이다.

4. 결론

건설업을 둘러싼 환경은 매우 엄격하고, 각 회사마다 기업존속을 위해 노력을 하고 있다. 레미콘 업계도 이런 어려운 환경에 처하고 있으며, 건설업계로부터의 요청을 많이 받아들이었지만, 현재 상황과는 상당한 차이가 있다. 그러나 즉시 실시(實施)·개선할 수 있는 것들도 많이 있다. 본 제언이 레미콘업계의 체질개선 및 건설업과의 건전한 사업관계의 확립에 역할을 할 수 있기를 기대한다.

參考文獻

1. 김무한 외, 레미콘의 품질과 시공관리에 관한 기초적 고찰 -공급자 및 사용자를 중심으로-, 한국레미콘공업협회지, 통권 제4호, pp. 27~41, 1985. 6
2. 김무한 외, 레미콘 산업의 현황 및 과제에 대한 기초적 연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제10권, 제1호, pp. 490~493, 1990. 4
3. 김무한 외, 레미콘 품질관리 현황 설문 조사보고, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제12권, 제1호, 1992. 4
4. 한국산업규격, 1994
5. 건축공사표준시방서, pp101~102, 1994
6. 건설교통부, 건설경제 통계자료, 1999
7. 건설교통부, 국내 콘크리트용 골재현황, 1999