

건설산업동향

# 레미콘 품질의 문제점과 개선 방안

최 민 수

2001. 9. 28

■레미콘의 품질 현황 및 문제점 .....	3
■도심 내 지하형 레미콘 공장의 허용 .....	6
■레미콘믹서트럭의 버스전용차선 이용 허용 .....	9
■지역별 표준 배합설계안의 도입 .....	10
■레미콘의 조기 품질 판정 방법의 제도화 .....	13
■레미콘 제조용 골재의 품질관리 개선 .....	16
■레미콘 KS 규격의 개정 .....	19

## 요 약

- ▶ 최근 도심지 교통체증의 심화 등으로 레미콘의 품질 저하가 우려되고 있으며, 레미콘공장에서는 골재의 품질관리와 배합관리가 미흡하다는 지적이 제기되고 있음.
  - KS규격이나 콘크리트표준시방서 등에 의하면, 레미콘은 생산 후 90분내에 타설을 완료하도록 되어 있으나, 90분이 넘어서 타설되는 비율이 20% 이상에 달하는 것으로 추정되고 있음.
- ▶ 레미콘의 안정적인 공급을 기하면서 토지의 효율적인 이용을 도모하고, 공해나 경관 등에 따른 민원을 해소하기 위해서는 도심내에 지하형 레미콘공장을 허용하는 것이 필요
  - 최근 환경문제 등으로 인하여 도심에 위치한 레미콘공장이 지속적으로 교외로 이전되고 있어 운반시간(delivery time)의 증가로 인한 레미콘의 품질 저하가 우려되고 있는 현상에 대응
  - 운반시간 증가에 따른 부실 공사를 방지하기 위하여는 레미콘믹서트럭의 버스전용차선내 운행을 허용하는 것이 필요
- ▶ 레미콘의 배합설계가 각 사별로 편차가 심하다는 점을 감안할 때, 지역별로 골재 등 원자재의 품질 실태를 고려하여 통일 배합설계안을 도출하고, 이를 보급하는 것이 필요
- ▶ 레미콘을 하역하는 장소에서 센서(censor) 등을 통하여 즉시 압축강도의 합부를 판정할 수 있도록 조기품질판정기법을 제도화하는 것이 필요
  - 레미콘의 강도시험은 28일간 양생한 표준 공시체의 강도를 기준으로 하기 때문에 현장 시공 직전에 품질을 확인할 수 없다는 문제점이 존재
  - 레미콘 검사방법의 일환으로서 레미콘공장에 자동계량기록장치를 설치하고, 레미콘 원재료의 계량치를 자동적으로 납입서에 기록하여 출하하도록 규제하는 방안을 검토
- ▶ 골재의 품질 확보를 위하여는 레미콘공장내 골재저장탱크와 중간유통기지의 건설이 필요
  - 레미콘공장에서는 대부분 골재를 야적하여 관리하고 있으나, 함수율 등 골재의 품질 확보를 위하여는 골재저장탱크를 설치하여 관리하는 것이 필요
  - 쇄석골재 혹은 바다골재 생산업체가 밀집한 지역을 대상으로 중간유통기지를 건설하여 각사에서 공급되는 골재를 균등하게 혼합하여 소요의 품질(입도, 실적률, 염화물량, 표면수율 등)로 조정하고, 품질검사후 시험성적서를 첨부하여 수요처에 공급하는 체제를 검토
- ▶ KS규격을 개정하여 레미콘 생산규격을 단순화하고, 시험작업의 간소화, 운반시간 한도 규정의 완화와 더불어 레미콘 생산방식의 다변화를 허용할 필요성이 있음.

## ■ 레미콘의 품질 현황 및 문제점

- 최근 레미콘(ready-mixed concrete)의 공급 과정에서 송장(invoice) 조작이나 타설시 가수(加水) 및 재비빔(retempering), 장시간이 경과한 레미콘의 타설 등과 같은 불합리한 사례가 언론에 보도되면서<sup>1)</sup> 레미콘의 품질에 대한 우려가 증대되고 있음.
- 따라서 레미콘의 생산·공급·시공 과정에서의 품질관리 실태를 살펴보고, 레미콘의 품질 향상을 위한 단장기적 대책을 강구할 필요성이 있음.

### 레미콘의 운반시간 규정과 관리 실태

- 레미콘은 운반 과정에서 재료 분리(segregation of raw materials)의 가능성이 있으며, 제조후 일정 시간이 경과되면, 작업성(workability)이 급격히 저하되기 때문에 레미콘의 한국산업규격인 KS F 4009에서는 레미콘의 혼합후 타설까지의 소요 시간을 90분 이내로 제한하고 있음.
- 건축공사표준시방서와 콘크리트표준시방서에서도 혼합으로부터 타설 완료까지의 시간을 외기온도가 25℃이상일 경우 1.5시간, 25℃이하일 경우 2시간 이내로 규정하고 있음.
- 외국의 경우, ASTM C-94(Standard Specification for Ready-Mixed Concrete)에서도 혼합후 90분 이내에 타설을 완료하도록 규정하고 있으며, 에지테이터 드럼의 회전수가 300회를 넘지 않도록 규정하고 있음.
- 레미콘의 운반시간에 대한 규정은 강도 저하를 예방하기 보다는 작업성(workability)을 확보한다는 의미에서 규제하고 있는 것임.
- 레미콘의 운반시간에 따른 품질변동에 관한 연구<sup>2)</sup>에 의하면, 1시간이 경과하면 레미콘의 슬럼프(slump) 수치가 급격히 저하되기 시작하며, 90분이 경과한 후에는 거의 절반 수준으로까지 감소하는 것으로 보고하고 있음.
- 반면, 레미콘의 강도는 비빔후 3시간까지는 거의 비슷한 경향을 나타냄.

1) 연합뉴스 2001, 5. 15, 2001. 8. 9 등 참조

2) Beaufait, F. W. and Hoadley, P. G., 'Mix time and rettempering studies on ready mixed concrete' Journal, American Concrete Institute, Vol. 70, No. 12, Dec. 1973, p.810; and Discussion, Journal, American Concrete Institute, Vol. 73, No. 4, April 1976, p.233.

- 레미콘의 운반시간 실태에 대하여 최근에 조사된 자료는 없으나, 과거의 조사보고 사례 및 레미콘 품질관리 담당자들의 의견 등을 토대로 할 때, 90분 이상이 소요되는 것이 전체 레미콘 출하량의 20% 이상에 달하는 것으로 추정되고 있음.<sup>3)</sup>
- 레미콘 운반시간 실태에 대하여 설문조사한 결과<sup>4)</sup>를 살펴보면, 레미콘의 생산으로부터 타설까지 소요되는 평균 시간은 혼합에서 출하까지 6.6분, 주행 32.4분, 대기 18.0분, 배출 17.5분의 행태를 나타내고 있어 레미콘의 생산에서 타설 완료까지 일반적으로 1시간 이상(평균 74.5분)이 소요되는 것으로 나타나고 있음.
- 이와 같이 최근들어 레미콘의 공급 시간이 지연되고 있는 원인으로는 1990년대 이후 교통 체증이 심화된 것이 가장 직접적인 원인이라고 할 수 있으며, 나아가 건설현장에서 5~10여대의 레미콘믹서트럭을 대기시킨 상태에서 타설을 행하는 관행이 잔존하고 있기 때문임.
- 최근에는 레미콘공장의 원거리화가 문제점으로 지적되고 있는데, 레미콘공장은 공해 유발 업종으로서 대부분 교외에 위치하고 있으며, 더구나 도심에 존속하고 있는 레미콘공장들도 점차 도심외곽으로 이전조치 등이 취해짐에 따라 레미콘 운반시간이 더욱 증대되고 있는 문제점이 있음.

### 레미콘 공장의 품질관리 실태와 문제점

- 골재의 품질 관리가 미흡
  - 골재의 품질 확보를 위해서는 함수율이나 이물질 함유량 등의 관리가 중요하나, 레미콘공장에서는 대부분 골재를 야적한 채 사용하고 있어 강우일사 등에 의한 함수율의 변동으로 인하여 레미콘의 품질 변동을 일으키는 주요한 원인이 되고 있음.
  - 더구나 최근들어 하천골재 자원의 감소로 인하여 쇄석(crushed rock)·바다모래(sea sand)·육골재·산골재 등으로 골재 공급 구조가 다변화됨에 따라 골재 품질이 전반적으로 저하

3) 서울에 소재하고 있는 레미콘공장에서 출하된 3,000대의 레미콘 믹서트럭을 대상으로 레미콘이 배터플랜트에서 혼합된 후 건설현장에서 타설되기까지 소요되는 시간을 조사한 결과에 의하면, 레미콘의 수송시간과 대기시간을 합한 평균시간은 약 57분이며, 90분과 120분이 소요된 경우는 각각 전체의 17%와 8%정도였음. 즉, 레미콘 KS규격에는 레미콘을 혼합한 후 90분 이내에 공사지점에서 배출하도록 정하고 있으나, 허용시간을 초과하는 경우가 17%에 이르며, 배출에 소요되는 시간까지를 가산하면 35%에 이르는 것으로 나타났음.(최재진, 수송시간이 레미콘의 품질에 미치는 영향, 조합월보, 한국레미콘공업협동조합연합회, 1991. 6, pp.13-24)

4) 이상한 외, 주택생산관련산업의 발전방안에 관한 연구, 한국주택은행, 1992. 12, p.134

- 골재 품질을 관리하는 법령으로서 「건설기술관리법」이 있으나, 최근 규제완화 과정에서 세부 검사 규정이 삭제되었으며, 점검 주체나 점검 절차 등이 미비되어 있어 사실상 사문화되어 있는 상태
- 골재 생산현장에서는 원가 상승을 기치하여 입도(grading)·불순물(impurities)·염화물량(chloride content) 등의 품질관리가 부적절

#### － 레미콘 생산관리의 미흡

- 각 지역별로 동일한 산지의 원자재를 사용하는 상태에서 레미콘 배합설계가 큰 차이가 발생하는 현상이 존재
- 품질관리(quality control) 인력의 보유 의무나 자격 제한 등이 미흡한 상태에서 품질관리 업무가 과중함에 따라 유능한 품질관리인력의 확보가 어려우며, 콘크리트의 품질관리와 관련된 전문화된 자격 제도가 미흡하고, 교육 프로그램 등이 활성화되어 있지 못함.

#### － 설비투자의 미흡

- 레미콘의 품질 향상을 위하여는 원재료의 관리 시설이나 레미콘 제조설비 등에 대한 투자 확대가 요구되나, 이러한 설비 투자가 미흡하여 효율적인 품질관리에 한계가 존재
- 예를 들어 골재의 품질 변동을 최소화하기 위하여는 골재치수별로 저장 사이로 혹은 입도 조절을 위한 스크리닝 시설이 필요하며, 콘크리트 수요의 다양화에 부응하기 위하여는 시멘트 품종별로 저장 사이로의 증대가 요구됨.
- 하동절기의 품질 변동을 최소화하기 위하여는 보일러나 아이스콘크리트(ice concrete) 제조설비 등에 대한 투자가 필요하나, 이러한 시설을 보유하고 있는 공장은 일부에 불과

#### － 기술개발의 미흡

- 수요 확대를 위하여는 장수명(long life) 혹은 고인성(high toughness)을 가진 콘크리트, 초유동성의 고성능콘크리트(high performance concrete) 등에 대한 기술개발이 요구되나, 레미콘 제조업계는 영세성이 있고, 기술개발에 대한 인식이 여전히 낮은 상태
- 원가 절감을 위하여 플라이애쉬(fly ash)나 高爐슬래그(blast furnace slag)를 시멘트의 일부와 치환하여 혼화재료(admixture)로 사용하는 사례가 증가하고 있으나, 품질관리가 미흡한 상태

## ■ 도심 내 지하형 레미콘 공장의 허용

### 지하형 레미콘공장의 필요성

- 최근 도심 및 도심 인근에서 가동되고 있는 레미콘공장의 경우, 각종 공해에 대한 민원이 증가하고 있으며, 지자체 측에서는 공해유발업종이라는 인식하에 레미콘공장을 교외로 이전할 것을 강요하고 있어 레미콘의 원활한 공급이 더욱 어려워질 전망이다.
- 도심 및 도심 인근에서 가동되고 있는 레미콘공장의 공해 문제로는 소음·진동·분진 등이 있으며, 경관상의 문제도 대두되고 있음.
  - ‘소음·진동규제법’의 규제 기준을 준수하고, 자재 반출입시 발생하는 분진을 집진하는 설비를 설치하더라도 인근주민으로부터 끊임없는 민원이 발생
  - 레미콘믹서트럭의 빈번한 출입으로 인하여 레미콘공장 주변의 교통혼잡이 심화되고 있으며, 또한 트럭의 드럼 회전시의 소음이나 악취도 문제가 됨.
  - 나아가 레미콘공장의 주변이 주거지역과 상업지역으로 변모하면서 스톡빈(stock bin)이나 벨트컨베이어 등이 노출되어 있는 공장의 외관이 도시경관을 저해하는 요소로 대두
- 그런데, 레미콘의 수요가 여전히 도심부에 집중되어 있고, 도시화의 진전으로 인하여 교통정체가 점차 격심해지는 상태에서 도심내에 있는 레미콘공장을 교외로 이전시킬 경우, 운반시간(delivery time)의 증가로 인하여 레미콘의 품질 저하가 우려됨.
  - 레미콘은 제조후 가급적 빠른 시간에 프레스시(fresh)한 상태에서 타설하는 것이 품질관리에 유리하며, KS규격 등에서도 혼합으로부터 타설까지 최고 90~120분 이내로 규정되어 있음.
- 한편, 도심 및 도심 인근에 있는 레미콘공장의 부지는 비교적 규모가 크고, 도로에 인접해 있으며, 도심에서 1시간 이내에 도달할 수 있는 지리적 여건을 갖추고 있기 때문에 시가지의 확대에 따라서 토지의 유효 이용에 대한 관심이 높아지고 있음.
  - 예를 들어 레미콘공장의 부지에 오피스·공동주택·상업시설·주차장·골프연습장 등과 같은 수익성이 높은 시설을 건설하려는 수요가 존재
  - 레미콘공장과 병설하여 오피스 등을 건설하는 방안도 있으나, 레미콘공장의 공해 문제가 해결되지 않는 한 현실적으로 불가능

- 레미콘생산플랜트를 재건축하여 공해 대책을 강구할 수도 있으나, 대부분의 레미콘공장의 경우 부지에 여유가 없고, 재건축시 공장의 가동을 중단해야 하는 문제점이 존재
- 결국, 운송거리의 증대에 따른 레미콘의 품질 저하 등을 방지하고, 공해나 경관 등에 따른 민원을 해결하는 동시에 레미콘공장 부지를 효율적으로 활용할 수 있는 방안으로서 지하형 레미콘공장을 대안으로 제시할 수 있음.

### 지하형 레미콘공장의 특징

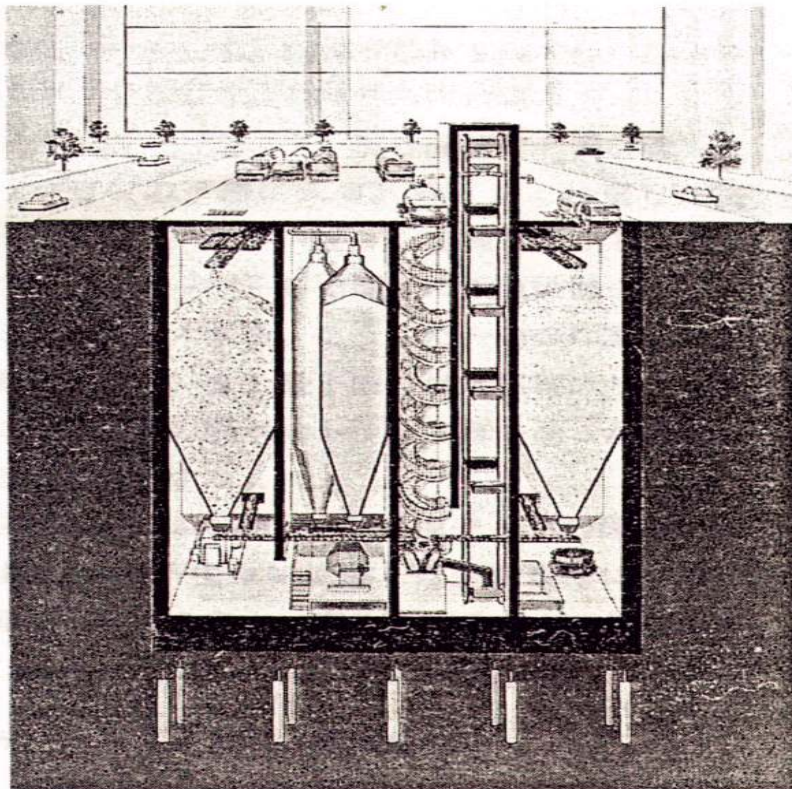
- 지하형 레미콘공장은 지상형 레미콘공장의 단점인 분진·소음·진동 등의 공해를 최소화하고, 경관 측면의 문제점도 해소할 수 있는 특징이 있음.
- 지하에 레미콘 제조시설을 완전하게 밀폐시키고, 지상부에는 자재 반입구와 레미콘 출하구를 설치
- 레미콘 제조시설을 지하로 이동시킴으로써 개방된 지상부를 상업시설·판매시설(대형 할인매장 등) 등으로 활용하는 것이 가능하게 됨.
- 레미콘 제조시설은 다층입체형으로서 기존의 레미콘공장 부지의 일부를 사용하여 건설할 수 있기 때문에 용지 활용 측면에서 경제적이고, 조업을 중단하지 않고 건설하는 것이 가능.

<표 1> 지하형 레미콘공장의 특징

특징	주요 내용
무공해	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪지하공장이기 때문에 주변 환경에 분진·소음·진동 등의 영향을 주지 않음.</li> <li>▪배수처리시설을 설치하여 오수를 밖으로 내보내지 않음.</li> </ul>
토지의 효율적 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪완전지하형 시설로서 개방된 지상부를 상업시설이나 판매시설 등으로 이용할 수 있음.</li> <li>▪지하형 레미콘공장 자체가 지상 빌딩의 기초로서 이용될 수 있음.</li> </ul>
컴팩트(compact)화	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪다층 입체형으로서 소요 용지를 적게 할 수 있음.(월산 3만㎡ 정도의 중규모 플랜트의 경우 150~200평 정도 소요)</li> <li>▪대규모 건설현장에서 지하형 플랜트를 건설하여 레미콘을 직접 공급하는 것이 가능하며, 시공이 완료된 후에는 당해 시설을 지하입체주차장이나 창고·유틸리티 등으로 이용할 수 있음.</li> </ul>
성력화(省力化)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪중력을 이용한 다층입체형 시설로서, 제조 과정에서 재료의 번잡한 수직 반송을 최소화하고, 인력절감을 도모할 수 있음.</li> <li>▪제조 공정을 중앙집중식으로 제어하고, 자동화함으로써 관리가 간단함.</li> </ul>

- 지하형 레미콘공장의 제조 공정은 다음과 같으며, 일련의 작업을 완전 자동화로 행함.
  - 지상부로부터 원자재를 투입하고, 각각의 재료 스톡빈(stock bin)에 보관
  - 레미콘의 비빔시에 필요한 양을 스톡빈의 하부에 있는 계량빈으로 계량한 후에 믹서로 운반하고, 비빔
  - 비빔이 완료된 레미콘은 호퍼(hopper) 등을 이용하여 지상으로 수직으로 반송하여 레미콘믹서트럭에 투입
  - 최하층에는 수처리 구역을 설치하여 생산과정에서 발생한 폐수나 트럭의 세차폐수를 처리하여 재이용

<그림 1> 지하형 레미콘공장의 개념도



자료 : 榎垣正宣(1990)

## 경제성 분석

- 지하형 레미콘공장은 생산 규모에 부합시켜 면적과 깊이를 자유롭게 변화시킬 수 있으나, 다층 입체형이기 때문에 월산 3만<sup>3</sup>m<sup>3</sup> 정도의 중규모 공장이 바람직하며, 이 경우 시설필요용지는 600<sup>3</sup>m<sup>2</sup>, 지하깊이는 40m정도임.

- 월산 3만m<sup>3</sup> 정도의 지하형 레미콘공장의 건설비는 기계를 포함하여 약 150억~200억 원 수준이며, 공기는 약 20개월 정도가 소요될 것으로 추산됨.
- 지상형 레미콘 공장에 비하여 3~4배 정도의 건설비용이 소요된다고 볼 수 있음.
- 단, 지상부에서 다목적으로 이용할 수 있는 새로운 부지가 생긴다는 점을 고려할 때, 이를 토지구입비용으로 환산해 보면, 최근 도심인근의 토지가격을 감안할 때 충분히 경제성이 있는 것으로 평가됨.
- 대규모 건설프로젝트에 있어서 시설의 지하에 레미콘생산플랜트를 미리 설치하여 교통체증 등에 관계없이 레미콘을 직접 공급하는 방안을 강구할 수 있을 것임.
- 프로젝트 종료 후에는 레미콘생산플랜트에 사용된 지하공간을 기계식 입체 주차장이나 창고·유틸리티 등으로 용도를 전환하여 사용할 수 있음.

## ■ 레미콘믹서트럭의 버스전용차선 이용 허용

- 현행 「도로교통법」 제13조의 2 및 동법 시행령 제6조의 2에서는 원활한 교통을 확보하기 위하여 도로에 전용차로를 설치할 수 있도록 규정하고 있는데, 레미콘믹서트럭은 버스전용차로의 통행 가능 차량에서 제외되어 있음.

<표 2> 버스전용차로의 통행 가능 차량

구 분	통행할 수 있는 차량
고속도로	9인승 이상 승용 자동차 및 승합자동차(승용자동차 또는 12인승 이하의 승합자동차는 6인 이상이 승차한 경우에 한한다)
고속도로 외의 도로	1. 「자동차관리법」 제3조의 규정에 의한 36인승 이상의 대형승합자동차 2. 「여객자동차운수사업법」 제3조 및 동법 시행령 제3조 제1호의 규정에 의한 36인승 미만의 사업용 승합자동차 3. 법 제48조의4의 규정에 의하여 신고하고 신고필증을 교부받아 어린이를 운송할 목적으로 운행중인 어린이통학버스 4. 제1호 내지 제3호 외의 차로서 도로에서의 원활한 통행을 도모하기 위하여 지방경찰청장이 지정한 다음 각목의 1에 해당하는 승합자동차 가. 노선을 지정하여 운행하는 통학통근용 승합자동차중 16인승 이상 승합자동차 나. 국제행사 참가인원 수송 등 특히 필요하다고 인정되는 승합자동차(지방경찰청장이 정한 기간내에 한한다)

자료 : 도로교통법 시행령 별표1

- 최근 도시 교통난이 점차 심화되고 있는 가운데, 버스전용차선제의 확대 실시로 인하여 레미콘의 운반 시간이 더욱 지연되고 있으며, 이로 인한 레미콘의 품질 저하가 우려되고 있는 상태에 있음.
- 레미콘 제품은 생산에서부터 타설까지 90분이라는 한시성이 존재하는 특성을 고려할 때, 부실 공사를 방지하기 위하여는 레미콘믹서트럭의 버스 전용차선내 운행을 허용하는 것이 필요함.
- 일부에서는 영업용 택시 등 다른 교통수단과의 형평성 및 버스전용차선의 도입 취지가 퇴색된다는 점을 들어 레미콘믹서트럭에 대하여 버스전용차선 이용을 허용하는 것에 대하여 부정적인 견해가 있으나, 서울의 경우 반경 30km내에 위치한 레미콘업체가 15개사 정도이며, 운행되고 있는 레미콘믹서트럭이 4,000여대에 불과한 상태이므로 버스의 운행 속도에 큰 영향을 미친다고 볼 수 없음.
- 레미콘믹서트럭의 버스전용차선내 운행을 전면 허용하는 것이 곤란한 경우에는 교통사정으로 인하여 레미콘의 공급에 애로를 느끼고 있는 특정 공사현장을 대상으로 시·군·구청장의 허가를 얻어 한시적으로 버스전용차선의 이용을 허용하는 방안을 검토하여야 할 것임

## ■ 지역별 표준 배합설계안의 도입

### 표준 배합의 필요성 및 과제

- 레미콘의 배합설계(mix proportion design)를 살펴보면, 각 사별로 원재료의 투입량이 큰 차이가 발생하고 있는데, 이는 복수 회사의 납품이 일반화된 상태에서 콘크리트 구조물의 응력 불균형이나 품질의 불균일성을 초래하는 경향이 존재
- 기술표준원(1998)의 조사에 의하면, 레미콘 1m<sup>3</sup>당 시멘트 사용량이 업체에 따라 최대 85kg의 차이가 있으며, 25-210-12규격<sup>5)</sup>의 평균 시멘트 사용량은 대기업 325kg, 중소기업 335kg으로서, 일본의 평균치 295kg에 비해 과다한 상태로 나타난 바 있음.

5) 골재최대치수(maximum size of aggregates) 25mm, 호칭강도(nominal strength) 210kg/cm<sup>2</sup>, 슬럼프(slump) 12cm규격을 의미함.

- 레미콘 제조업자는 지정강도를 확보하기 위해서, 특히 품질관리능력이 뒤떨어지는 경우, 상당한 과잉 배합설계를 하는 경우가 존재

&lt;표 3&gt; 레미콘 1㎡당 시멘트 사용 현황

(단위: kg)

생산규격	사용량	최대	평균	최소	기업별	
					대기업 평균	중소기업 평균
25-210-12		369	330	299	322	331
25-240-15		415	369	339	367	373

자료 : 산업자원부 기술표준원(1998), '레미콘·아스콘·골재' 1998. 6, pp.24-25 재인용

- 콘크리트학회에서 보고되었던 자료에 의하면, 25-210-12규격의 경우, 시멘트 평균 사용량은 342.5kg, 최대 사용량은 378kg, 최소 사용량은 314kg으로서 64kg의 차이가 발생하고 있으며, 물시멘트비도 평균 53%이나, 최대치 64%, 최소치 47%로서 17%의 차이가 발생하고 있음.

&lt;표 4&gt; 레미콘 배합설계 통계량 조사 결과

(단위: kg)

	시멘트	모래	자갈	물	혼화제	W/C(%)	S/A(%)
평균치	342.5	801.5	988	182.1	0.57	0.53	0.45
표준편차	13.9	46.2	49	8.2	0.15	0.03	0.02
최대치(a)	378.0	926.0	1139	207.0	1.08	0.64	0.51
최소치(b)	314.0	673.0	862	161.0	0.13	0.47	0.39
(a)-(b)	64.0	253.0	277	46.0	0.95	0.17	0.12

자료 : 최민수(1992)

주 : W/C는 물시멘트비, S/A는 잔골재율임.

- 레미콘 배합설계가 각 사별로 편차가 심하여 복수의 공장에서 납입을 받는 경우 품질의 불균일성이 높아진다는 문제점을 해결하기 위하여는 지역별로 배합설계를 표준화하는 방안을 강구할 필요성이 있음.
- 현재 관급 레미콘의 경우, 조합에서 일괄 수주한 후, 공장의 생산능력 등을 고려하여, 복수 공장으로 배정하여 건설현장에 납입하고 있는데, 이 경우 발주·설계·시공자 측에서는 공장간의 배합이 상이할 경우, 품질 불량시 책임 소재가 불명확하다는 점을 이유로 들어 복수 납입을 기피하는 사례가 존재

- 그런데, 공장마다 구입·사용하는 골재의 품질이 다양하고, 각 사마다 품질관리 능력에 차이가 있기 때문에 이를 무시하고 배합설계의 표준화를 강제화할 경우, 역으로 레미콘 품질을 저하시킬 우려가 있음.
- 굵은골재(coarse aggregate)는 쇄석(crushed rock)이 대부분을 점하고 있는데, 특정 공급처에서 일괄하여 구매하면, 배합설계의 표준화와 더불어 품질의 안정화가 가능할 수도 있으나, 쇄석의 공급량에 한계가 있고, 공정거래상의 문제가 발생하게 됨.
- 잔골재는 다수의 거래선으로부터 공급되는 것이 일반적인데, 거래선마다 색상·입도·입형 등 품질이 다르고, 미립분 등이 문제가 됨.

### 표준 배합설계의 실현 방안

- 레미콘의 품질을 안정화시키고 원가 절감을 유도하기 위해서는 지역별로 차이가 나는 골재 등의 원자재 품질 실태를 고려하여 지역별 특성에 맞는 표준 배합설계안을 마련하여 보급하는 것이 필요
  - 단, 업체의 품질관리 능력과 쇄석의 조립률(fineness modulus), 시멘트강도 등에 따라 보정하여 사용토록 조치
- 외국의 예로서 일본의 次城縣南部레미콘협동조합에서는 1991년부터 조합원공장 모두 동일 품종의 쇄석을 사용하여 근사치배합의 출하를 행하고 있음.<sup>6)</sup>
  - 복수 납품의 물건은 100% 근사치 배합으로 하고 있으며, 단독 납품 물건에서도 80% 이상이 근사치 배합으로 설계하여 납품하고 있음.
- 만약, 유통 체제를 혁신하여 지역별 레미콘협동조합에서 다수의 공급처로부터 잔골재를 일괄 구입하고, 그 품질을 표준화하여 브랜드화한 제품사로서 공급할 수 있다면 균질한 품질 확보는 물론 공장간의 원재료 코스트의 평균화 등에도 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
  - 단, 잔골재 처리플랜트의 건설 경비와 코스트 상승의 문제, 기타 공정거래상의 법적 문제와 골재 생산업자와의 관계 등을 고려할 때 난제가 많음.

6) 染谷 實, 協組における統一配合の必要性と關聯する諸問題, 月刊生コンクリート, Vol.12, No.2, 1993, pp.15-22

## ■ 레미콘의 조기 품질 판정 방법의 제도화

### 레미콘 품질의 조기 판정의 필요성

- 현재 레미콘의 한국산업규격인 KS F 4009에서는 레미콘의 시험항목으로서 압축강도(compressive strength), 슬럼프(slump), 공기량(air content), 염화물량(chloride content)의 4가지를 규정하고 있는데, 슬럼프 및 공기량, 염화물량 시험은 건설현장에서 시공전에 실시하는 것이 가능하나, 강도시험은 28일간 양생한 표준 공시체(standard specimen)의 압축강도를 기준으로 하기 때문에 현장 시공 직전에 가장 중요한 콘크리트의 강도를 확인할 수 없는 문제점이 있음.
- 만약 레미콘 타설 후 28일후의 강도시험에서 불합격되었을 경우, 당연히 해당 시공 부위를 철거하고 재시공을 행하는 것이 원칙이나, 28일의 공사기간이 경과된 후에는 이미 타 시공작업이 상당히 진척된 상태이며, 또한 재시공이라는 것은 발주자나 시공업자 모두 공기(工期)나 코스트 측면에서 받아들이기 어렵게 됨.
  - 결국 형식적인 구조안전진단 등이 행해질 우려가 높으며, 부분적인 보수보강을 통하여 재시공을 회피하는 사례가 많음.
- 또한, 레미콘 제품은 아직 굳지 않은(freshly) 상태로 다량 운반되고 있으며, 시험업무의 경제성이라는 측면에서 볼 때, 운반차량 모두를 검사하는 것은 불가능하기 때문에 소요의 검사롯트(testing lot)를 정하고<sup>7)</sup> 시험횟수를 정해서 추출시험에 의한 품질검사를 할 수 밖에 없기 때문에 신뢰성에 대한 문제가 대두
- 이에 따라 레미콘 제품을 하역하는 장소에서 즉시(5~10분 정도 이내) 그 품질을 판정할 수 있도록 조기 품질판정 방법에 대한 요구가 증대하고 있는 상태
  - 그 동안 기술개발을 통하여 염화물량 등은 제품의 하역장소에서 간이 센서(sensor) 등에 의하여 간편하게 판정하는 것이 가능하게 되었는데, 가장 중요한 품질인 강도·내구성·수밀성 등을 건설현장에서 즉시 판정할 수 있는 기술 개발이 늦어지고 있음.

7) 현재 KS에 규정된 레미콘의 압축강도 시험·검사방법은 「원칙적으로 150m<sup>3</sup>에 1회」의 추출검사방법에 의하도록 규정하고 있음.

## 조기 품질 판정의 현실

- 그 동안 건설공사의 발주기관 및 시공사에서는 레미콘의 품질을 확보하기 위하여 다양한 품질검사방법을 채택하여 가급적 조기에 품질을 판정하기 위하여 노력해 왔는데, 주요한 예로서는 다음과 같은 사항을 들 수 있음.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>① 레미콘공장의 제조관리 시험치의 검사           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험비빔에 의한 재료·배합의 확인</li> <li>- 원재료의 품질관리 시험치의 확인</li> <li>- 자동계량기록장치(인자기록장치)의 설치에 의한 계량치의 확인</li> </ul> </li> <li>② 건설현장에서 레미콘 제품에 대한 품질시험 빈도의 증가           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 압축강도, 슬럼프, 공기량 시험빈도의 증가</li> </ul> </li> <li>③ 조기 재령(3일 또는 7일)에서의 압축강도 시험에 의한 품질 확인</li> </ul> |
|--|

- ① 및 ②는 레미콘의 타설전에 그 품질을 가급적 정확하게 판정할 수 있도록 레미콘의 KS시험·검사규정을 보완하는 방법임.
- ②는 조기품질판정은 아니지만, 콘크리트구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라서 28일 압축강도 검사롯트의 크기를 KS규격에 규정된 150m<sup>3</sup>보다 작게 하고, 시험빈도를 증가시킴으로써 품질확인을 도모하려는 것으로서 많은 발주기관에서 채택하고 있는 방법임.
- ③은 공시체 갯수를 한 채령분 증가시켜 가급적 조기에 품질을 확인하려는 방식인데, 보통 규모의 건축현장에서는 콘크리트공사 사이클이 10~14일 정도이기 때문에 7일이 경과한 상태에서 28일 강도를 추정할 수 있다면, 시간적 여유가 존재하기 때문에 콘크리트의 품질 불량시 사전에 조치하는 것이 가능하게 됨.
- 레미콘 품질의 조기 판정에 대한 수요에 부응하기 위하여 그 동안 국내외에서 관련 연구가 지속되어 왔는데, 현재까지 개발 혹은 연구되고 있는 콘크리트강도의 조기판정기법을 분류하면 <표 5>와 같음.

&lt;표 5&gt; 콘크리트 강도의 조기판정기법의 종류

구 분	종 류
물리적 방법	씻기분석법, 원심탈수법, 비중계법 등
화학적 방법	염산용해열법, 역적정법, 담광분석법(칼슘이온측정법), 색차법, pH-Meter법, 산중화법 등
역학적 방법	온수법, 자불법, 자열양생법, 압력과 열에 의한 방법, 급결촉진양생법, 초기재령 공시체 강도시험에 의한 추정법 등
전기음파기타방법	전기저항법, 초음파속도법, 중성자활성화분석법, 복합법, 방사선동위원소추정법 등

- 그런데, 조기 품질판정기법은 현재 공사현장에서는 거의 실무에 적용되지 못하고 있는데, 그 이유는 조기신속시험이 구비해야 하는 다음과 같은 조건을 충족시키지 못하고 있기 때문이다.
  - ① 시험장치, 기구가 간편할 것
  - ② 시험방법이 간단해서 누구라도 실시하는 것이 가능할 것<sup>8)</sup>
  - ③ 조기에 품질을 판정할 수 있을 것
  - ④ 시험결과의 판정이 적정할 것
- 건설업체의 입장에서는 콘크리트 강도의 조기판정기법이 어디까지나 품질관리를 위한 시험에 불과하며, 제품 품질의 합부 여부를 판정하기 위한 시험방법으로서 제도화되어 있지 않기 때문에 이를 기피하는 경향이 존재
  - 실린더몰드에 의한 28일 강도시험을 행하면서, 조기강도 판정시험을 추가로 시행할 경우 2중으로 품이 드는 문제점이 존재

### 조기품질판정법의 제도화 방안

- 조기품질판정기법을 활성화하기 위하여는 「건설기술관리법」에 관련 규정을 도입하거나 콘크리트표준시방서 혹은 KS규격에 다양한 조기판정방법의 종류 및 기준을 정하여 현장에서 레미콘 강도에 대한 조기 합부 판정이 가능하도록 제도화하는 것이 필요
  - 다만, 기준의 제정에 있어서는 시험방법 및 시험기기에 따른 시험오차 등을 고려하여 조기 판정에 의한 28일 강도의 추정치가 설계기준강도의 70% 이하인 경우를 불합격으로 규정하는 등 합부 판정 기준에 대한 배려가 필요함.

8) 半製品(semimanufactured goods)인 레미콘의 품질관리는 생산자(레미콘공장)나 구입자 모두 제조단계에서 품질을 확인하는 체제에 중점을 두는 것이 필요하나, 시험에 요하는 수고와 경비, 시험의 신속성 부족, 그리고 시험의 정밀도 부족이 장애요인이 되고 있음. 일반적으로 빠른 결과를 얻을 수 있는 방법은 측정정밀도가 나쁜 경향이 있고, 반면 측정방법이 간단하면 간단할수록 정밀도가 떨어짐. 따라서 조기에 정확한 결과를 얻기 위해서는 시험방법이 복잡해져 버리고, 복잡해지면 숙련된 기술자나 값비싼 장치가 필요해지기 때문에 시험을 실시할 수 있는 인력이나 기관이 한정되게 됨.

- 또한, 조기품질판정기법의 일환으로서 3일 강도시험에 의한 28일 강도의 추정도 시험오차를 고려한 상태에서 제도적으로 도입할 필요성이 있음.
- 한편, 레미콘 검사방법의 일환으로서 레미콘공장에 자동계량기록장치를 설치하고, 콘크리트의 계량치를 자동적으로 납입서에 기록하여 출하하도록 규제하는 것이 필요함.
- 이 경우, 구입자가 제품 납입시에 단위시멘트량·단위수량 등의 배합 내역을 확인함으로써 미스 배치(miss batch)를 방지함과 동시에 어느 정도 품질에 대한 사전적인 판정이 가능할 것으로 판단됨.
- 이러한 자동계량 기록치에 의한 검사·관리방법은 품질보증의 가장 합리적인 방법이며, 제품을 하역하는 장소에서 납품된 모든 레미콘에 대하여 간접적인 품질검사가 가능하고, 일정한 검사로트를 정하여 슬럼프 및 공기량을 확인함으로써 단위수량 혹은 표면수율 등의 변동을 파악할 수 있음.

## ■ 레미콘 제조용 골재의 품질관리 개선

### 골재 저장 탱크의 설치 확대

- 골재의 품질 확보를 위하여는 레미콘공장내에 다양한 골재저장시설(헛지붕·골재저장 탱크)을 설치하여 골재를 보관·관리하는 것이 요구되나, 레미콘공장에서는 대부분 야적하여 방치하는 것이 일반적
- 골재를 외기에 노출하여 관리할 경우, 함수율 관리가 곤란해져 레미콘의 품질변동이 심해지는 직접적인 원인으로 작용
- 레미콘 생산 플랜트에서도 골재의 품종, 크기, 산지별(產地別)로 나누어 이에 적합한 수의 저장조나 저장빈(stock bin)을 보유하고 있지 못함.
- 레미콘공장에서는 복수의 골재업체로부터 골재를 구득하는 사례가 많으며, 골재의 품질도 하천골재의 고갈에 따라 전반적으로 저하되고 있으나, 레미콘공장 내에 골재의 입도 조절을 위한 스크리닝(screening)시설 등 골재의 품질 확보를 위한 설비를 설치하는 사례가 미흡

- 따라서 레미콘공장의 설립허가시 골재의 품질 확보를 위한 제반시설의 설치를 의무화 하든가, 아니면 골재저장탱크 등과 같은 설비투자를 행한 업체에 대하여 수요 측면의 인센티브를 주는 방안을 강구할 필요성이 있음.
- 한편, 레미콘업계에서는 설비투자에 대한 모순된 인식을 개선할 필요가 있는데, 설비 투자를 통하여 골재의 품질을 안정화시킬 경우, 레미콘의 품질 변동을 최소한으로 억제하는 것이 가능하게 되고, 이는 결과적으로 시멘트량과 품질관리의 품을 절감할 수 있게 되어 오히려 원가절감에 기여한다는 점을 간과하는 경향이 있음.

### 골재중간유통기지의 건설

- 레미콘에 사용되는 골재의 품질을 안정화시키는 방안으로서 다수의 골재 생산지와 레미콘공장의 중간에 위치하여 골재의 품질 개선과 확인을 행할 수 있는 골재유통기지를 검토할 필요성이 있음.
  - 이와같은 유통기지를 설치할 경우 공급 경로가 우회하게 되거나, 적재·하차 등의 공정이 추가되는 단점이 있으나, 부가가치가 높은 고품질의 골재를 정선(精選)할 수 있다는 장점이 있음.
  - 특히, 골재 공급원과 수요처가 멀리 떨어져 있다면, 골재중간유통기지의 실현성이 더욱 높아질 수 있음.
- 골재중간유통기지의 설치 목적은 우선 다수의 공급처로부터 납품되는 골재를 소요의 입도(粒度, grading)와 입형, 그리고 일정한 함수율의 상태로 조정하여 수요처에 공급하는 것임.
  - 특히, 쇄석골재 생산업체가 밀집한 채석단지나 인천·목포·부산·제주·서산지역 등 바다모래 채취업체가 밀집한 지역에서는 골재중간유통기지를 설치할 필요성이 높음.
- 이 가운데 잔골재 처리를 위한 유통기지가 더 중요하다고 볼 수 있는데, 그 이유는 하천모래 등 천연골재 자원의 감소로 인하여 잔골재의 품질확보가 점차 어려워지고 있기 때문임.
  - 각 공급처에서 공급되는 다양한 원재료(바다모래, 쇄사 등)를 다량 확보하여 소정의 비율로 균등하게 혼합하여 곧바로 레미콘의 제조에 사용할 수 있도록 소요의

입도·실적률·염화물량으로 조정하고, 그 외에 표면수를 수분의 상하 이동이 없도록 조정하고, 품질시험검사를 실시한 후, 그 시험성적서를 첨부하여 각 레미콘공장에 공급

<표 6> 잔골재 처리를 위한 중간유통기지의 장·단점

장 점	단 점
① 레미콘공장의 모래저장 사이로가 1기로 충분함(잔모래, 굵은모래로 구분할 필요가 없음) ② 레미콘공장의 배치플랜트의 골재저장설비도 1개로서 가능 ③ 사이로 건설비가 낮음. ④ 레미콘공장의 부지면적이 감소 ⑤ 모래의 품질이 안정(비중, 표면수, 입도, 실적률 등이 일정) ⑥ 슬럼프 관리가 용이	① 모래 구입대금이 상승 (운반비, 조정비가 가산) ② 새로운 공장의 건설비가 소요 EX. 원료Silo 5기 제품Silo 3기 계량기 5기 기계식 강제탈수기 1기 배수처리장치 1식

- 비용 측면을 보면, 도시 주변에서 용지를 취득해야 하고, 생산설비나 시험설비·환경보전설비<sup>9)</sup>·운반차량 등에 대한 투자가 필요하며, 또한 인력(기술자, 작업자, 운전기사) 확보나 운영경비 등을 고려할 때 골재가격이 상승되는 것이 불가피하므로 골재업, 레미콘업, 그리고 건설업을 포함하여 공동 사업으로 추진하는 것이 필요
- 다수의 골재채취 생산업체가 밀집한 권역을 대상으로 정부에서 부지 및 시설에 대한 자금 지원을 행하고, 골재업체 또는 레미콘업체에서 공동으로 운영하는 것이 현실적인 방안임.

### 골재 생산 단계에서 세척 의무화

- 하천골재·육골재·쇄석 등은 채취된 상태 혹은 원석을 파쇄한 상태로 수요처에 공급되므로 유기불순물·점토분·미립분이 함유된 채로 콘크리트 및 시멘트가공제품의 생산에 그대로 사용되고 있는 경우가 존재
- 레미콘공장에서 골재를 인수한 이후로는 골재품질의 조정이 이루어진다는 것은 사실상 어려우므로 골재의 생산 단계에서 골재업자가 철저한 세척 및 분급·입도 조정을 통하여 KS규준에 적합한 완벽한 품질로서 레미콘업체에 공급될 수 있도록 제도적 보완이 이루어져야 함.

9) 물처리, 폐기물처리나 분진, 소음, 진동의 방지대책 및 녹화 등

- 골재 생산자 측의 품질관리 향상을 위하여는 골재품질 항목중 입도, 실적률, 씻기 시험 손실량, 표면수율 등을 출하전표에 기재하여 납품하도록 개선하는 것이 요망됨.
- 단, 골재의 완벽한 세척에는 건설공사비 총액의 0.2% 정도가 증액되는 등 상당한 원가부담이 생기므로<sup>10)</sup> 골재가격의 상승이 불가피한 면이 있음.

## ■ 레미콘 KS 규격의 개정

### 레미콘 종류의 단순화

- 레미콘의 호칭강도의 종류를 보면, 대부분의 국가에서 호칭강도의 폭을 50~100kg/cm<sup>2</sup>의 범위로 규정하고 있으나, 우리나라에서는 20~30kg/cm<sup>2</sup>의 폭으로 규정하고 있어 큰 차이를 보이고 있음.
- 일본에서는 150~400kg/cm<sup>2</sup>의 범위에서 10종류가 있고, 영국과 프랑스는 그 범위에서 6종류, 오스트레일리아와 독일은 4종류, 국제규격은 6종류로 되어 있음.
- 레미콘의 강도는 일반적으로 표준편차 20kg/cm<sup>2</sup>의 변동이 있으므로 레미콘의 호칭강도를 20kg/cm<sup>2</sup> 단위로 구분하기 보다는<sup>11)</sup> 50kg/cm<sup>2</sup> 단위로 구분하는 것이 바람직하며, 적어도 30kg/cm<sup>2</sup>의 구분이 필요한 것으로 판단됨.
- 슬럼프는 우리나라의 경우 2.5~21cm까지 8종류의 규격이 정해져 있으나, 독일 및 프랑스에서는 용어의 차이는 있으나 Hard, Plastic, Soft, Flow의 4종류로서 표시하고 있고, 미국·영국·오스트레일리아 등에서는 특별한 규정이 없고, 구입자가 지정하는 슬럼프로 규정하고 있으며, 국제규격에서도 역시 4종류로 하고 있음.
- 외국의 규격 및 슬럼프의 허용오차 등을 고려할 때, 현재 국내의 슬럼프 규격을 4~5종 수준으로 감소시키는 것이 필요함.
- 슬럼프의 허용차에 대하여는 슬럼프 8~18cm의 경우 ±2.5cm, 슬럼프 21cm 이상의 경우 ±3.0cm로 규정하고 있으나 묶은 비빔의 경우 슬럼프의 측정오차가 더 낮아진다는 점을 고려할 때, 품질관리의 질을 향상시키기 위하여는 슬럼프 21cm규격의 허용차는 1.5~2cm가 더 적정한 것으로 평가됨.

10) 井上 博, 良い生コンは高くても良い(耐久性確保のために), 月刊生コンクリート, 1986.

11) 예를 들면 호칭강도 160과 180의 두 규격 사이에 명확한 구별이 어렵고, 그다지 의미가 없음.

&lt;표 7&gt; 레미콘 호칭강도의 종류

(단위: kgf/cm<sup>2</sup>)

국 별	한국	일본	영국	프랑스	독일	오스트레일리아	국제규격
규격수	10	10	15	6	7	5	14
호칭 강도 규격	≤200	160 180	160 180	25	160	200	20
				50	200		40
				75			60
				100			80
				125			100
				150			120
				200			160
							200
	≤300	210 240 270 300	210 240 270 300	250	250	250	250
				300	300		300
	≤400	350 400	330 360 400	350	350	320 400	350
				400	400		400
	>400 기타	힘40 힘45	힘45	150		450 550	450
				500			500
				550			
				600			

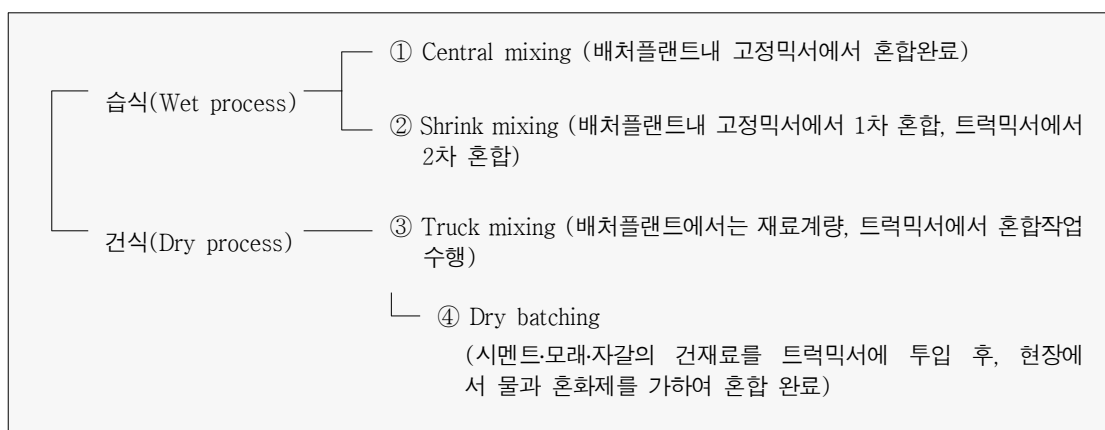
&lt;표 8&gt; 레미콘 슬럼프의 종류 및 허용범위

국 별	규격수	규격의 종류	허용오차 범위
한 국	8	2.5, 5, 6.5, 8, 12, 15, 18, 21	±2.5cm (슬럼프 8이상 18이하일 경우)
일 본	8	2.5, 5, 6.5, 8, 12, 15, 18, 21	±2.5cm
영 국	3	2.5, 5, 7.5이상의 지정 슬럼프	±(지정치×1/3+1)cm
프 랑 스	4	4cm이하 된비빔의..... F 5-9cm 플라스틱한 .....P 10-15cm 매우 플라스틱한 .....TP 16cm이상 유동성의 .....FL	±3cm
독 일	4	Hard .....KS Plastic .....KP Soft .....KR Flow .....KF	
미 국	-	지정슬럼프	-6.3cm ~ 지정슬럼프
오스트레일리아	-	지정슬럼프	±3cm
국제규격	4	1-4cm .....S <sub>1</sub> 5-9cm .....S <sub>2</sub> 10-15cm .....S <sub>3</sub> 16cm이상.....S <sub>4</sub>	

## 레미콘 생산방식의 다변화 허용

- 일반적으로 레미콘은 센트럴믹싱(central mixing), 쉬링크믹싱(shrink mixing), 트랜짓믹싱(transit mixing), 연속믹서방식 등의 여러 방식으로 제조할 수 있으나, 국내에서는 KS규격에서 공장내의 고정믹서로 비빔을 완료하여 공급하는 센트럴믹싱 방식을 규정함으로써<sup>12)</sup> 레미콘 생산자로서는 타 외국과는 달리 센트럴믹싱 이외의 방식을 채용하는 것이 불가능한 상태에 있음.

<그림 2> 레미콘 생산방식의 분류



자료 : 최민수(1996)

- 레미콘 수요의 다양화에 부응하고, 특히 低슬럼프 콘크리트의 제조 및 특수혼화제의 사용을 활성화하고, 슬럼프로스(slump loss)가 심한 제품 등의 품질 관리를 위하여는 레미콘의 생산방식에 대하여 자율성을 보장할 필요성이 있음.
- 특히, 장시간 운반 등에 대응하기 위하여는 현재와 같이 배치플랜트내의 믹서에서 콘크리트를 혼합하는 형태가 아니라, 배치플랜트에서는 단지 원재료의 계량만을 행하고, 재료의 혼합은 트럭믹서의 드럼에서 행하여 레미콘을 제조하는 트럭믹싱(truck mixing) 방식을 허용할 필요성이 있음.

12) 레미콘에 대한 한국산업규격인 KS F 4009에서 다음과 같이 센트럴믹스방식(습식)에 의해서만 레미콘 생산이 가능하도록 규정하고 있으며, KS표시허가 공장으로서 지정받기 위하여는 이러한 센트럴믹스방식을 택해야 하기 때문에 구미 지역에서와 같이 다양한 방식의 선택은 허용되지 않는 환경에 놓여 있다.

- 믹서(mixer)는 고정믹서로 하며, 소정 슬럼프의 콘크리트를 규정한 용량으로 혼합할 때 각 재료를 충분히 혼합시켜 균일한 상태로 배출할 수 있는 것이어야 한다
- 운반차는 트럭믹서 또는 트럭에지테이터를 사용한다. 단, 덤프트럭은 슬럼프 2.5cm의 콘크리트를 운반하는 경우에 한하여 사용할 수 있다.
- 레디믹스트 콘크리트는 규정된 믹서로 공장내에서 균일하게 혼합한다.

- 외국의 예를 보면, 일본·독일·프랑스·네덜란드에서는 우리나라와 같은 센트럴믹싱(central mixing)방식이 높은 비율을 점유하고 있으나, 미국·영국·호주 및 동남아 국가에서는 트럭믹싱이 일반적으로 행해지고 있으며, 생산방식에 대하여 자율성을 부여하고 있음.

### 시험 작업의 간소화

- 현재 콘크리트 공시체의 제작에 사용되는 몰드(mold)는 주물제품으로서 매우 무거워 시험작업에 곤란을 겪는 경우가 많으므로 1회용 경량 몰드의 사용을 허용할 필요성이 있음.
- 근간 선진국에서는 양철제·플라스틱제 등으로 생산된 공시체제작용 몰드가 등장하고 있는데, 이들 제품은 주물제에 비하여 1/10 정도로 가볍고 운반도 편리하며 탈형후 청소가 필요없는 1회용 몰드로서 시험의 정밀도에 미치는 영향도 거의 없음.
- 이미 미국에서는 Single-Use-Mold로서 ASTM에 규정되어 있고, 일본에서도 1997년 JIS의 개정에 반영된 만큼, 국내에서도 이러한 몰드의 사용을 허용하여야 할 것으로 판단됨.

### 기타 제안 사항

- 우리나라의 경우 시공업체나 펌프압송업자가 건설현장에서 레미콘의 타설 과정에서 가수(加水) 행위를 행하여 레미콘의 품질이 저하되는 사례가 있으므로, 이를 방지하기 위하여는 레미콘의 운반중 또는 현장도착후에 가수를 금지하는 규정을 KS규격에서 명문화하는 것이 요망됨.
  - 가수의 금지에 대하여는 구미(歐美)의 레미콘 관련 규격에도 기술되어 있음.
- 현재 KS F 4009에는 레미콘의 운반시간의 한도를 90분으로 규정하고 있는데, 건축공사시방서와 콘크리트표준시방서에서는 외기온이 25℃ 이하일 경우에는 120분까지 허용하고 있는 점을 감안할 때, 개선의 필요성이 있음.

- 배치플랜트내의 계량기에는 잔골재와 굵은골재의 표면수량(表面水量)에 따른 계량치의 보정을 쉽게 할 수 있는 관련 설비를 구비하도록 규정하는 것이 필요
  - 또한 골재의 표면수율의 변동을 막기 위하여 골재저장설비에 헛지붕을 설치하는 등 관련 설비의 보유 규정이 마련되어야 함.
- 건설시장의 개방과 더불어 콘크리트의 품질시험방법 및 합부(합否) 판정기준을 국제적인 기준에 맞추어 통일시킬 필요성이 있음.
  - 레미콘의 압축강도 시험 로트(testing lot) 및 판정기준, 슬럼프 및 공기량의 허용 오차, 염화물 함유량의 허용한도 등의 규정이 JIS, ASTM, BS, DIN 등 각국의 산업규격마다 다소 상이함.

최민수(연구위원, mschoi@cerik.re.kr)

### < References >

1. Meininger, R. C., Study of ASTM limits on delivery time, Publication 131, National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, MD, Feb. 1969, pp.1-17
2. Ravina, D., Retempering a prolonged-mixed concrete with admixture in hot weather, Journal, American Concrete Institute, Vol. 72, No. 6, June 1975, pp.291-295
3. Beaufait, F. W. and Hoadley, P. G., Mix time and retempering studies on ready mixed concrete, Journal, American Concrete Institute, Vol. 70, No. 12, Dec. 1973, p.810; and Discussion, Journal, American Concrete Institute, Vol. 73, No. 4, April 1976, p.233.
4. 飛坂基夫, 求められる実績, 月刊生コンクリート(早期迅速判定と品質保證特輯), Vol.7, No.11, Nov. 1988, pp.28-29
5. 콘크리트品質의早期判定方法에關する概況(委員會報告), 콘크리트工學, Vol.17, No.1, 1979. 1
6. 榎並正宣, 地下生コン工場の開發について, 月刊生コンクリート, Vol.9, No.6, 1990, pp.63-66
7. 染谷 實, 協組における統一配合の必要性和關聯する諸問題, 月刊生コンクリート, Vol.12, No.2, 1993, pp.15-22
8. 최민수, 건식레미콘 생산시스템의 도입방안, 한국건설산업연구원, 1996. 10