

# 레미콘工業의 新技術開發 動向

註: 다음 내용은 일본 全國레미콘工業組合連合會의 新技術 開發研究 專門委員會 委員長 吉兼亨씨가 1987년 10월 26일자 日本 「시멘트新聞」에 寄稿한 기사를 번역한 것이다.

## 1. 레미콘工業에 있어서의 新技術 開發

일반적으로 工法이나 製品에 대해서는 사용자의 필요성에 부응하여 신기술 개발에 많은 노력이 경주되고 있지만 레미콘업에 있어서의 신기술 개발은 몇가지의 큰 제약이 있다.

우선 그 첫째로서 레미콘은 鋼材와 더불어 건설의 기초재료이며 構造物材料라는 점에서 그 용도는 공공구조물은 물론이고 민간 구조물에 있어서도 널리 사람들에게 이용되고 있는 것이다. 따라서 품질은 耐久性이 가장 크게 요구되며 이 때문에 설사 아주 새로운 형태의 레미콘 기술개발을 하여도 그것이 충분히 耐久의이라는 것을 실증하는 일은 시간적, 경제적으로 막대한 부담이 된다. 그래서 대부분의 회사가 소규모에 속하는 레미콘업에서는 손 댈 수 있는 일이 아니다.

두번째로 레미콘의 제조는 재료계량·혼합, 운반의 단순한 3개 공정으로 이루어지며 부가

가치를 올릴 기술력을 필요로 하는 부분이 전혀 없다고 해도 과언이 아니다. (물론 品質管理는 꼭 필요하지만)

세째로 제품으로서의 레미콘은 재료의 性狀이 직접 콘크리트의 性狀으로서 나타나며 재료는 재료의 생산자에 의해 콘크리트용으로서 개발되어 있는 것일 뿐으로 재료 자체는 新材料라도 레미콘으로서의 단순히 레미콘 재료의 하나로 사용된 것에 불과하기 때문에 특히 레미콘의 新製品, 新工法으로는 되지 못한다.

네째로 레미콘은 전국에 걸쳐 수천개에 이르는 공장에서 제조되고 있는데 그 品質水準에 약간의 차이가 있는 것은 피할 수 없지만 製品의 良否가 눈으로 간단히 구분되지 않고 더구나 일반 상품과 같이 직접 최종 사용자가 그 使用感을 느끼는 것도 아닌 만큼 製品의 良否에 대한 평가가 거의 되고 있지 않다.

이러한 이유에서 레미콘의 新製品이 출현할 가능성은 대단히 적으며 단지 재료나 配合율변

경함으로써 많은 종류(슬럼프, 空氣量, 強度의 조합과 골재의 종류, 시멘트의 종류의 조합이기 때문에 숫자는 대단히 많다)의 콘크리트를 공급하고 있는 것에 지나지 않는다.

이러한 상황에서 레미콘공업에 있어서의 신기술의 개발이란 결국 제품의 品質水準의 향상과 안정 및 原價節減에 관한 것이 주제가 된다.

그러나 이러한 신기술 개발은 작게는 QC 활동의 테마로부터 크게는 업계전체가 필요한 것이 있는데 前者에 대해서는 각각의 공장에서 대응하여 같이며 창의노력의 일환으로 규모도 작지만 後者에 대해서는 앞서 기술한 바와같이 신제품의 개발과 같이 하나의 공장, 하나의 기업에서 간단히 취급할 수 있는 것이 아니다. 그래서 全國레미콘工業組合連合會에서는 構造改善事業에 있어서 新技術開發研究專門委員會를 두어 各地의 工業組合, 協同組合에서 계획된 테마 중에서 필요성이 비교적 높은 테마를 중심으

로 同委員會에서 테마마다 專門部會를 두어 構造改善事業과 관련테마에 관하여 표 1에 나타난 8편의 보고서를 작성하여 전국의 회원에게 배포하였다. 각 연구성과에 대해서는 月刊生콘크리트 Vol. 5 No. 10에 그 개요를 소개하였다. 상세한 것은 全國레미콘工業組合連合會 「新技術開發報告書」 No. 1~No. 8을 참조하기 바란다.

그러나 專門部會에서의 작업은 직접 연구기관을 가지고 있지 못한 형편 때문에 극히 일부의 委託試驗이나 각처의 레미콘 조합의 공동시험소, 委員會社의 시험실을 이용하여 실험을 한 경우를 제외하고 주로 각종 조사자료의 검토나 수집과 집약이 중심이었는데 지금의 全國레미콘工業組合連合會의 기능 및 체제 중에는 필요에 따라 아이디어를 기초로 실험을 반복하면서 개발을 진행할 수 있는 연구의 hard 部門으로서의 연구시설이 없다. 따라서 새로운 기술의 개

표-1 新技術 開發研究의 성과와 활동상황

연구항목	신기술개발 보고서 No.	보고서의 테마	착수일자	종료일자
回收水の 再利用	No. 7	再利用의 실태와 經濟的 効果에 대하여	1984. 6	1986. 10
除 塩 技 術	No. 6	콘크리트 중의 염화물 함유량 측정기의 성능 확인시험	1984. 6	1986. 12
骨材資源用의 有効利用	No. 1	잔골재 품질검사에서 SE 시험의 활용	1983. 10	1985. 10
슬럼프自動測定	No. 4	슬럼프 자동측정기 사용상황 실태조사	1984. 6	1986. 8
産業廢棄物處理	No. 3	脫水處理 케이크의 再利用 實態에 대하여	1984. 6	1986. 6
供試체 제작업의 합리화	No. 2	압축강도 시험용의 공시체 제작작업의 합리화 (研磨캠핑 및 캠핑이 불필요한 물드를 사용한 경우의 효과)	1984. 6	1986. 10
	No. 5	압축강도 시험용의 공시체 제작작업의 합리화 (굵은 골재 최대치수 40mm의 콘크리트에서 $\phi 12.5 \times 25\text{cm}$ 의 공시체의 적용성에 대하여)	1985. 4	1986. 7
	No. 8	압축강도 시험용의 공시체 제작작업의 합리화 (研磨에 의한 공시체 윗면 마무리방법의 적용성에 대하여)	1984. 6	1986. 10

발을 위원회 활동을 중심으로 soft部門 主体로 진행하고 있는 현상에서는 고도의 신기술 개발을 하는 것은 곤란하며 개발 테마의 선정에 있어서도 많은 제약을 받는다.

이상, 레미콘공업에 있어서의 기술개발은 共同化 이외의 커다란 필요에 부응하는 일은 불가능한 상황이다. 따라서 이하에서는 업계의 동향으로서 全國레미콘工業組合連合會의 新技術開發研究 專門委員會의 활동상황에 대하여 기술하는 것으로 한다.

## 2. 開發의 基本方針

前章에서 기술한 바와 같이 레미콘 업계에 있어서의 개발은 많은 제약조건이 있기 때문에 업계 전체가 공동으로 진행하여 가는 방법이 레미콘 사용자의 신뢰에도 부합하는 것으로 생각된다. 그래서 全國레미콘工業組合連合會의 新技術開發의 시책을 더욱 충실하게 하여 가는 것이 필요할 것이다. 그러나 이미 기술한 바와 같이 단지 soft중심의 위원회 활동에는 한계가 있기 때문에 이 문제는 업계 내부의 의견일치를 보면서 앞으로 hard부분을 강화해 가는 것이 중요하다고 생각된다.

全國레미콘工業組合의 新技術開發 專門委員會에서는 앞서서도 언급한 품질향상 및 원가절감을 중심으로 급후 개발해야 할 것으로서 다음의 테마를 생각하고 있다.

### (1) 현재 선정되어 있는 테마

- ① 供試體 제작작업의 합리화
- ② 골재 表面水量의 자동측정장치의 실태조사
- ③ 單位水量 低減을 위한 개발

### (2) 다음에 선정할 예정인 테마

- ① 表面水量 安定化裝置의 개발
- ② 물시멘트비(또는 單位水量)의 迅速簡易 측정방법의 개발
- ③ 廢슬러지 固化處理 및 再利用 技術의 개발
- ④ 研磨 켈핑機의 개발

### ⑤ 計量印字記錄의 활용

(3) 가까운 장래에 선정할 필요가 있다고 생각되는 테마

- ① 全自動 工程管理裝置
- ② 試驗作業의 로봇트화
- ③ 레미콘 운반방법의 개량
- ④ 컴퓨터에 의한 自動配合設計
- ⑤ 콘크리트 溫度制御에 관한 기술

## 3. 各 테마의 概要

前章에서 언급한 테마에 대하여 테마 선정의 이유와 開發要點을 아래에 적는다.

### 3-1 현재 택한 테마에 관하여

#### (1) 공시체 제작작업의 합리화

##### ● 테마선정의 이유

공시체 제작작업에 있어서의 켈핑작업의 省力化 및 켈핑의 정밀도 향상과 더불어 試驗誤差의 감소를 가져옴으로써 콘크리트 配合의 경제성 추구를 도모한다.

##### ● 개발의 요점

당초 공시체 제작작업의 신속화, 省力化를 목표로 개발연구를 시작하였는데 켈핑이 불필요한 물드(橫打型杵)는 省力化 및 켈핑部(위, 아래 양단부)의 마무리 상태의 측면에서 해결해야 할 문제가 적지 않다(新技術開發報告書 No.2 참조). 이것에 비하여 研磨 켈핑에서는 실험을 실시한 결과 상당한 효과가 인정되어 기계적으로 研磨材의 耐用度數의 개선을 꾀하면 실용적으로 유효한 방법이라고 생각되었다.

앞으로 기계제작의 협력을 얻어 마무리 精度 및 지속성이 보다 큰 기계개발에 전념할 예정이다. 특히 콘크리트 강도가 高強度化 할수록 켈핑 精度는 配合의 경제성에도 영향을 미치는 것이 되므로 중요한 사항이다.

한편 현재 대부분의 레미콘 공장에서 하고 있는 시멘트풀 켈핑에 대하여 실태를 조사한 결과 상당히 많은 방법이 사용되고 있었는데 대표적인 방법으로 실험을 하여도 만족할 수 있는 것

은 아니었다.

이러한 사실에서 앞으로 研磨캘핑기계의 개량과 시멘트풀 캘핑방법의 표준화를 도모하며 작업의 省力化, 配合의 經濟化에 기여할 것으로 기대된다.

### (2) 골재 表面水量 自動測定裝置의 실태파악

#### ● 테마선정의 이유

이미 일부에서 시판되고 있는 골재의 表面水量 자동측정기가 레미콘 플랜트에 설치되어 있는데 그 효과의 실태를 파악하여 실용성에 대한 검토를 하여 금후의 개발 등의 자료로 한다.

#### ● 개발의 요점

이러한 종류의 장치로서는 이미 20여년 이전에 中性子를 이용한 것이 출현하여 일부에서 이용된 일이 있지만 기대되었던 정도의 효과가 얻어지지 않았고 취급상의 法的制約이 엄격하였던 이유 등으로 보급되지 않았다. 현재로서는 中性子水分計 외에 靜電容量 등의 전기적 특성을 이용한 것, 水中重量을 재는 기계식 등이 실용화 되어 일부 레미콘 공장에서 사용되고 있다. 그래서 이들 효과의 실태를 조사하고 필요에 따라 플랜트에서의 實用次元에서의 사용데이터를 수집하여 그 실용성에 대한 검토를 하였다.

### (3) 單位水量 低減技術의 개발

#### ● 테마선정의 이유

콘크리트의 耐久性向上策의 하나로서 JAS S5에서는 單位水量을  $185\text{kg/m}^3$  이하로 하는 것을 원칙으로 하고 있는데 골재사정상 특히 近畿로부터 서쪽 지역의 부순돌 依存度가 높은 곳에서는 상당히 어려운 조건이다. 이러한 상황에서 單位水量의 低減策은 시급한 것이라 할 수 있다.

#### ● 개발의 요점

單位水量의 低減에는 부순돌, 바순모래의 粒形·粒度的 개선(實績率을 높임), 混和材 및 混和材의 활용을 생각할 수 있기 때문에 각각의 효과를 명확히 한다.

## 3-2 곧 開發研究에 들어갈 예정인 테마에 관하여

### (1) 表面水量 安定化裝置의 개발

#### ● 테마선정의 이유

레미콘 제조시의 品質管理 중에서 레미콘의 반죽질기를 나타내는 하나의 特性值 즉, 슬럼프 관리에 있어서 그 변동에 큰 영향을 미치는 인자로서 골재의 表面水量의 변동이 있다.

3-1 (2) 골재 表面水量 自動測定裝置와 같이 表面水量을 측정하여 計量配合를 보정하는 방법과 유사한데 골재의 表面水量을 일정하게 유지하는 것은 品質管理에 있어서의 본질적 수단이 라고 말할 수 있다. 이 安定化를 위한 장치의 개발도 레미콘 제조자에게 대단히 중요한 테마이다.

#### ● 개발의 요점

수년전부터 잔골재 表面水量의 安定化에 遠心分離의 원리를 이용한 장치가 만들어져 일부에서 콘크리트의 제조에도 사용하고 있는데 레미콘 공장에서 사용하기에는 容量, 設備費 및 稼動費用 등의 면에서 반드시 만족스럽지는 않다. 금후 보다 省力化가 가능하며 또 간단한 방법의 개발을 시도한다.

### (2) 물시멘트비(혹은 單位水量)의 迅速簡易測定方法의 개발

#### ● 테마선정의 이유

레미콘 품질의 良否判別은 슬럼프, 空氣量 및 鹽分量測定과 目視 이외에 신속히 할 수 있는 것은 없으며 그 目視는 상당히 품질에 이상이 없는 한 판별하기 어려운 것이다. 그리고 品質特性 중에서 중요항목인 強度는 통상 28일후가 되어야 판명되는 답답한 면이 있다. 레미콘 품질의 良否가 출하시 명확히 증명된다면 우선 좋은 품질의 레미콘이라는 평가를 받아 사용자의 신뢰감이 높아질 것이다. 콘크리트 중의 鹽化量物이 그 좋은 예로서 바로 측정하여 그 良否를 판단할 수 있는데 이에 의해 품질의 안정을 가져오면 재료면에서의 원가절감도 기대할 수 있다. 이러한 면에서도 반드시 필요한 개발이다.

#### ● 개발의 요점

물시멘트비나 單位水量의 신속측정방법은 이

미 많이 제안되어 있다. 먼저 이들 방법 중에서 몇가지를 택하여 레미콘 플랜트의 品質管理에 사용해 보아 간편성, 신속성을 비롯하여 精度 등의 실용성을 확인하는 동시에 보다 실용성을 높이기 위한 개선과 새로운 방법의 개발을 시도한다.

### (3) 廢슬러지 固形化處理 및 再利用技術의 개발

#### ● 테마선정의 이유

레미콘 공장의 廢슬러지는 환경보전의 측면에서 용이하게 폐기처분할 수 있는 것이 아니며 埋立處分地の 확보도 매년 어렵게 되고 있다. 이러한 상황에서 각 공장에서 각자 처분하기가 점점 어렵게 되고 있기 때문에 공동처리에 의한 無害한 固形化를 꾀하는 동시에 그 固形物이 再利用될 수 있도록 製品化를 시도할 필요가 있다. 물론 廢슬러지 발생량을 감소시키기 위해서 도남은 콘크리트의 固形化와 再利用은 필요한데 이것에 대해서는 이미 全國레미콘工業組合連合會 新技術開發報告書 No.3 및 No.7에도 기술되어 있고 일부에서 실용화도 되고 있다. 共同事業化에 대해서는 앞으로의 검토과제이다.

#### ● 개발의 요점

廢슬러지의 固形化技術의 개발은 기술적으로는 그렇게 어려운 것이 아니나 固形化物을 단순히 폐기, 매립처분하기에는 경제성의 측면에서 문제가 남는다. 그래서 固形化物이 再利用度로 적합하게 固化시키는 것이 필요하며 이러한 점에서 용도에 따른 固形化技術의 개발은 물론이고 그 용도개발이 중요한 점이다.

그러나 기존의 용도로 시멘트 二次製品과 결합하기에는 폐기물을 원료로 하기 때문에 크게 불리한 부담을 안고 있다. 그래서 新製品의 개발과 새로운 용도의 개척이 필요하다. 물론 固形化의 수단을 거치지 않고 製品化하는 것도 아울러 개발을 진행하는 것이 필요하다.

### (4) 計量印字記錄의 활용

#### ● 테마선정의 이유

레미콘 공장의 工程管理 항목의 하나로서 재료의 計量管理는 대단히 중요한 요소이다. 최

근에는 計量機도 電子化·디지탈化가 진행됨으로써 이러한 기록을 하는 것이 용이하게 되었다. 그럼에도 불구하고 아직 레미콘의 品質管理나 品質證明의 수단으로서 공개적으로 사용되지 않는 것은 과거의 레미콘 플랜트에 있어서의 機械式 印字記錄時代의 分解機能과 신뢰성이 낮은 후유증도 있지만 첫째는 골재 表面水량의 遠隔自動測定에 적합한 장치가 없으며 그 때문에 計量値를 단순히 기록한 것으로는 정확한 表面水량을 알 수 없기 때문에 單位水量이나 물시멘트비의 판단에 정밀도가 없으며 사용자나 감독자의 오해를 초래하는 경우도 있었다. 이러한 문제점을 해결하면 品質管理나 品質證明에 유효한 수단이 되며 제품의 품질에 대한 신뢰성 향상에 크게 기여할 수 있다.

#### ● 개발의 요점

테마선정의 이유에서도 거론한 바와같이 印字記錄의 신뢰성은 콘크리트 중의 순수한 물의 양의 파악(이것이 불확실하면 결국 골재량도 정확히 알 수 없다)에 달려 있다. 그러나 이를 위한 골재 表面水량의 측정용은 용이하지 않다. 本文 3-1 잔골재 表面水量 자동측정장치의 실태 조사의 결과도 본 테마의 중요한 자료가 된다.

## 3-3 가까운 미래에 선정하는 것이 바람직한 테마에 관하여

### (1) 全自動 工程管理裝置

이미 테마로서 선정된 슬럼프 메타, 골재 表面水量 측정장치, 골재 表面水量 安定裝置, 印字記錄裝置 외에 골재 粒度管理裝置 등을 조합시켜 컴퓨터에 의한 自動配合補正을 행하는 장치로 생산의 완전한 1人化와 品質管理의 자동화, 省力化를 목표로 한 것이다. 위에 열거한 각각의 장치가 개발되면 제작자의 협력을 얻어 시스템으로서 완성시키는 것은 그렇게 어려운 문제는 아니라고 생각된다.

### (2) 試驗作業用 로봇

工程試驗에 있어서의 측정, 供試體 제작, 強度試驗, 기구 청소 등의 작업은 手作業으로 상

당한 노력을 필요로 하며 그다지 흥미있는 작업이 아니기 때문에 작업원의 求人도 용이하지 않게 되어 가고 있어서 이러한 單純勞務를 로봇化하려는 것이다. 이미 일부에서는 각종의 시도가 되고 있다. 또 上記 (1)의 全自動工程管理裝置와 함께 시스템을 만들면 레미콘 製造工程의 無人化에도 연결될 수 있다.

### (3) 레미콘 운반방법의 개량

현재 JIS 규격에 의하면 레미콘은 센트럴 믹싱 플랜트(central mixing plant)에서 계량, 혼합 후 舖裝用 콘크리트를 제외하고 모두 에지테이터 트럭으로 운반하게 되어 있는데 외국에서는 레미콘의 혼합 또는 운반에 있어서 반드시 그러한 방법만으로 제한되어 있지 않다. 따라서 현행 JIS만에 구애되어서는 셀트럴 믹싱의 범주를 벗어날 수 없다. 현재 재료 면에서는 流動化劑나 高性能 減水劑의 성능이 향상되고 流動化劑의 蠶蝕化도 화제로 되고 있는데 언제까지나 기존기술의 연장선상에서만 있어서는 기술개발에 뒤떨어지게 된다. 그래서 장래의 콘크리트 공사까지도 생각하여 레미콘의 운반방법(즉 제조방법)의 개선을 생각해 둘 필요가 있다.

### (4) 컴퓨터에 의한 自動配合設計

레미콘의 配合는 골재의 품질특성과 상태의 特性值를 기초로 경험과 현장의 시공조건에 따라 설계하고 있는데 골재가 다양화 되고 있다. 과거에 많은 문헌이 있지만 골재의 품질이나 상태의 特性值 변화와 單位水量이나 잔골재율(또는 그에 대신한 因子)등과의 관계에 대하여 配合設計에 있어 필요한 모든 자료가 갖춰져 있지 않다. 또 절대적인 값으로 표시되어 있지 않기 때문에 配合設計는 일단 할 수 있어도 신뢰도가 높은 관계식이나 수치를 사용할 수 없기 때문에 精度가 높은 결과를 얻을 수 없다. 따라서 금후는 기초데이터 수집을 위한 실험방법의

표준화, 測定因子 등을 정하여 自動配合設計를 위한 기초데이터를 축적해 가는 등의 필요가 있다.

### (5) 콘크리트 溫度의 制御

국토의 지리적 조건으로부터 많은 지역이 亞熱帶性 氣候 때문에 여름철의 평균기온이 높고 따라서 콘크리트의 온도가 30℃ 정도에 이르는 경우도 적지 않다. 금후의 高耐久性 콘크리트, 超高強度 콘크리트 등의 수요에 대해서는 콘크리트 온도의 제어도 중요한 과제이다. 夜間電力 액화가스의 剩餘冷熱, 液体窒素 등을 이용한 경제적인 조절방법의 개발도 필요하다고 생각된다.

## 4. 全國 레미콘工業組合連合會의 바람직한 技術開發體制에 대하여

이상 레미콘 업계의 新技術開發의 動向을 全國레미콘工業組合連合會 新技術開發研究 專門委員會의 입장에서 기술하였다. 이들 테마는 레미콘 기술 전반에 걸친 필요성도 있기 때문에 금후 관련기기 제작자의 협력을 얻어 활발히 그 개발을 진행해 가는 것이 중요하다. 어쨌든 위원회 활동이라는 soft面 만으로는 해결 불가능한 문제를 많이 포함하고 있기 때문에 적극적인 개발추진을 위해서는 실험을 담당하는 부서가 필요하며 때마침 전국 각처에 레미콘 工業組合이나 協同組合에 의해 기술센터나 共同試驗所가 설립되고 있는 실정으로 그들을 일련의 네트워크로서 체계를 세우는 동시에 全國 레미콘工業組合으로서도 기술개발의 hard부문의 체계를 갖추는데 힘을 쓰는 것이 중요하다고 생각된다. \*

번역: 崔在眞 博士

(檀國大土木工學科講師)