

日本 레미콘 産業의 40年行步 (Ⅱ)

최 민 수
〈한국레미콘공업협회, 충남대대학원건축공학과〉
조 성 우
〈한국레미콘공업협회 부장〉
박 영 호
〈한국레미콘공업협회 상무이사〉
김 무 한
〈충남대건축공학과교수, 工博〉

6. 레미콘技術開發動向

일본에서의 콘크리트製造技術은 構造物의 大規模化, 高層化 등의 다양한 요구에 대응하여 비약적인 발전이 이루어졌다. 레미콘規格인 JIS A 5308은 1953年 11월 7일에 美國의 ASTM에 준거하여 制定되었는데 그 후 1968年 및 1978年, 1985年, 1986년에 큰 폭의 改正이 이루어졌다. 그동안 레미콘工場에서의 製造方法은 標準化, 自動化가 진척되었고 믹서 등 製造設備도 크게 改良되었으며, 1971년부터는 콘크리트技術師制度和 같은 자격 제도를 도입하여 콘크리트技術者의 位相強化가 이루어졌다. 또한 종래의 河川骨材에서 점차 碎石 및 人工輕量骨材, 山沙, 海沙의 사용이 증가함에 따라 鹽害 및 알카리骨材反應 등에 의한 콘크리트의 劣化現象이 사회적 문제가 됨에 따라 레미콘업계는 품질에 대한 중

요성을 인식하여 品質監査制度的 強化 및 業界 共同投資를 확대하게 되었다.

1975年 7월에 발생한 레미콘品質不良事件은 레미콘業界에 대하여 큰 警鐘이 되었다. 東京銀行의 東京事務센터(竹中工務占, 清水建設 施工) 建設現場에 납품된 關東小野田레미콘社 品川工場의 제품에 缺陷이 생긴 것이 日刊紙에 발표되었는데 檢査結果 主要原因은 多量の 플라이애쉬를 혼입한 것으로 나타났으며 기타 JIS規定違反도 명확했다. 이 사건 이후 그 때까지 시멘트메이커의 技術指導體制에서 머물던 레미콘業界는 品質管理監査의 必要性을 인식하고 獨自의인 技術體制로 개혁을 시도하여 規準과 規格에 정해진 形式的 品質管理에서 必要重点項目에 대한 品質관리로 변화하였다. 品質管理監査制度는 1978年 1月 關東中央生콘크리트工業協同組合의 臨時總會에서 ‘品質管理監査規約’ 및 ‘品質管理監査規定’이 承認되어 최초로 실시에 들어갔다. 品質管

理監査制度는 우선 組合員이 제출한 ‘工場調査表’에 근거하여 品質管理狀況을 監査하고 또한 監査員을 派遣하여 工場入會檢査를 행하며, 強度試驗 등은 指定된 試驗所에 위탁하게 된다. 檢査結果는 理事長이 해당공장에 통지하며 필요한 경우 所要의 改善을 권고하게 되는데 만약 改善勸告에도 불구하고 품질향상에 노력하지 않는 업체에 대하여는 關係官廳에 行政指導 등을 요청하여 不良製品이 발생하는 것을 억제하고 있다.

이 品質管理監査度는 組合員의 技術水準을 향상시키는데 공헌하였으며, 品質管理監査에 합격한 공장에 대해서는 優先發注가 증가되었는데 이는 각 組合에서 檢査結果를 公表하고 關係官廳에 品質管理監査에 합격한 工場製品에 대하여 우선 사용을 건의하였기 때문이다. 그 후 初步的 失手에 의한 品質問題는 크게 감소하였으며, 특히 協同組合 및 工業組合의 品質管理監査를 받는 공장은 불량레미콘이 발생한 위험이 거의 없는 상태에 이르렀다. 오히려 최근 日本에서의 레미콘품질에 관한 문제는 레미콘製造技術의 주변에 있는 시멘트와 骨材의 문제이며, 大氣汚染과 콘크리트의 初期中性化의 問題가 사회문제화되고 있다. 예를 들면 輸入시멘트를 사용하는 경우의 品質管理技術, 새로운 施工技術에 대응하는 供給方法 등이다.

레미콘業界는 構造改善事業의 一環으로 지역마다 共同試驗場을 설치하여 試驗業務의 合理化 및 共同化를 기함으로서 그 지역의 品質管理(예를 들면 地域特産의 骨材)의 研究는 그 지역의 共同試驗場에서 실시하며, 전국적으로 공통된 문제는 連合會가 설치한 中央技術研究所에서 研究, 開發을 수행하는 체제로 되어 있다.

全國生콘크리트工業組合連合會의 中央技術研究所는 1988年 4月 千葉縣 船橋市에 개설되었는데 당시에는 關東技術센터의 일부를 임대하여 사용하였다. 草創期의 研究스태프는

副所長, 主任研究員, 研究員의 3명으로 콘크리트品質의 早期判定에 관한 研究를 중심으로 활동을 개시하였다. 生콘크리트中央技術研究所의 설치구상은 全生工組連의 前身인 全國生콘크리트事業者團體連合會에서 1970年 7월에 발족시킨 ‘研究機關設立準備委員會’가 그 시초였다고 전해진다. 당시의 研究所의 開設目的은 會員에 대한 技術콘설턴트, 콘크리트品質에 대한 試驗研究 및 外部에서 의뢰된 技術서비스 등을 통하여 레미콘의 品質安定과 業界의 地位向上을 주 목적으로 하였는데 이후 18年이 지나면서 研究所의 開設目的은 본질적으로 변화하여 全國적으로 공통되는 연구테마를 선정하여 레미콘의 品質向上에 기여하는 것이 주된 목적이 되었다. 1988年度 설립이후의 主研究테마는 ‘콘크리트品質의 早期判定試驗方法에 관한 研究’였으며 기타 耐久性에 관한 長期材齡試驗, 콘크리트單位水量的 早期測定方法, RCCP에 관한 基礎研究, 高性能AE減水劑콘크리트에 관한 研究 등이 수행되었다.

레미콘관련 新技術開發 研究테마로써 최근 日本의 레미콘中央技術研究所 및 全生工組連의 新技術研究開發專門委員會를 중심으로 既隨行었거나 현재 추진되고 있는 課題를 살펴보면 다음과 같다.

가. 既隨行 및 現在 進行中인 研究테마

- 一. 供試體制作作業의 合理化
- 一. 産業廢棄物 處理
- 一. 슬럼프, 骨材表面水率 自動測定
- 一. 骨材資源의 有効利用
- 一. 除鹽技術
- 一. 回收水의 再利用
- 一. 高強度, 高流動콘크리트 연구
- 一. 혼화제 計量裝置
- 一. 각종 簡易試驗方法의 開發
- 一. 믹서車輛의 콘크리트附着防止
- 一. 寒中콘크리트 연구
- 一. 포장용콘크리트 연구
- 一. 공동배차시스템

- 一. 需要豫測方式
- 一. 調合設計方式에 관한 研究
- 一. 反應性骨材 研究
- 一. 單位水量 低減技術의 開發
- 一. 表面水量 安定化裝置의 開發
- 一. RCCP用 콘크리트研究
- 나. 今後 新技術開發 研究테마
 - 一. 各種 Censor開發과 利用技術研究
 - 一. 製造技術에의 컴퓨터利用技術開發
 - 一. 콘크리트強度의 早期判定方法 연구
 - 一. 試驗作業의 省力化 연구
 - 一. 低品質骨材의 有效利用
 - 一. 未利用資源의 骨材利用 開發
 - 一. 新混和材料혼입 콘크리트의 研究
 - 一. 高耐久性콘크리트의 配合研究
 - 一. 新流動化콘크리트의 研究
 - 一. 廢棄物의 再利用技術
 - 一. 單位水량의 迅速簡易測定方法開發
 - 一. 廢슬러지 固化處理 및 再利用技術
 - 一. 全自動工程管理裝置
 - 一. 試驗作業의 로보트화 研究
 - 一. 컴퓨터에 의한 自動配合設計
 - 一. 計量印字記錄의 活用
 - 一. 콘크리트 溫度制御에 관한 技術

7. 레미콘原資材産業動向

7. 1 시멘트

일본의 시멘트産業은 1990年 현재 23社 45個의 工場이 稼動되고 있으며 80年代 以前에는 內需 및 輸出의 순조로운 확대에 힘입어 크게 성장하였으나 80年代에 들어서는 內需減少, 円高에 의한 輸出減少와 輸入急增에 의해 다소 감소하였으며, 80年代 後半에 들어서는 1987年の 緊急經濟對策에 따른 公共事業의 활발한 發注로 시멘트消費量の 다시 증가하는 추세를 보이고 있다.

日本の 시멘트産業은 1952年 以前에는 戰後의 疲弊된 設備와 原材料, 燃料, 電力 등의

物資가 부족하였으나 韓國動亂을 계기로 復興期를 맞게 되었다. 1950年代에 들어와서는 시멘트生産量規模는 현재의 1/3정도였으나 伸張率은 현저하였는데 이러한 需要擴大에 대응하여 歐美의 新技術導入과 工場의 新, 增設이 이루어졌으며, 燃料도 石炭에서 石油로 전환되었다. 또한 新規設備의 導入으로 技術의 近代化 및 品質改善, OJT 등의 管理技術이 정착되었다.

1960年代에 들어서는 시멘트生産量이 증대되기 시작하였으며 生産樣式도 NSP方式이 개발되어 大量生産에 대응한 技術이 확립되었다. 또한 각 産業活動이 확대되면서 公害問題가 表面化되는 시기였는데 시멘트業界도 煤煙處理設備, 集積機 등의 設備에 많은 투자를 하게 되었으며 採算性이 없는 킬른은 運休 또는 合理化가 시작되었다.

1973年 이후 1, 2차의 두차례 石油波動을 겪으면서 현저한 에너지費用의 增加를 초래하게 되어 시멘트業界로서는 燃料, 電力코스트의 저감이 가장 큰 과제가 되었는데 특히 2次 石油波動後에는 에너지의 비중이 50~60% (第1次 에너지 波動前에는 35%)에 달하였다. 石油는 石炭原料로의 再轉換이 短期間에 강行되었다. 지방에서도 1980年부터 시행된 政府의 公共事業抑制策으로 인하여 시멘트수요가 계속 감소되었다. 그 결과 小型Kiln과 濕式Kiln 등의 燃料多消費型 Kiln은 가동이 정지되고 採算性이 약한 中小工場은 폐쇄하여 철저한 합리화가 진행되었다. 한편 이 시기에 알카리骨材反應 및 監害에 기인하여 阪神高速道路, 新幹線 橋脚에 균열이 발생하여 콘크리트의 耐久性問題가 표면화되게 되었다. 즉 輝石安山岩系의 일부 碎石이 알카리骨材反應을, 그리고 洗滌이 불충분한 海沙의 사용에 기인하여 콘크리트 構造物에 鹽害가 대량 발생하였는데 알카리骨材反應에 대처하기 위하여 JIS R 5210에 低알카리形 시멘트規格이 추가로 제정되기에 이르렀다.

1983年 이후로는 계속된 公共投資의 抑制과 民間設備投資의 減少로 인하여 시멘트의 國內需要가 저하일로로 걷게 되었다. 당초에는 輸出은 비교적 활발하였으나 1985年度 이후 恩高의 進展으로 輸入量이 증가하고 生産量이 감소하는 방향이었다. 이에 따라 이 시기에는 產構法의 적용을 받아 設備, 生産, 物流面의 合理化 및 商流面의 合理化와 品質 등 非價格面의 努力, 新規分野로의 轉換 등을 통하여 業界의 體質改善이 시도되었다.

表 9는 日本의 시멘트工場數, 킬른基數, 生産能力, 生産量의 推移를 표현하였다. 1946년에 93萬톤에 불과하였던 시멘트生産量은 그 후 연속적인 증가일로에 있어 1980년에는 8,740萬톤으로 피크를 기록하였으며, 그 후에는 政府의 公共投資抑制施策에 의한 國內需要의 減少와 恩高에 의한 轉出減少 및 轉入시멘트 증가의 영향을 받아 다소 생산량이 감소하는 경향이었다.

生産能力의 變動을 보면 시멘트工場의 大型化가 전개되었는데 1975年 이후 점차 킬른數 및 工場數가 감소하여 1987년에 들어서는 絶頂期에 비해 工場數는 75%, 킬른基數는 40%線에 도달하게 되었으며, 따라서 1킬른당 生産能力 및 1工場當 生産能力은 대폭 증가하게 되어 1987년에는 1工場當 170萬톤의 生産能力을 보유하여 세계적으로 높은 수준을 보였다. 일반적으로 시멘트는 運賃負擔力이 약한 商品으로 日本의 경우 需要地가 주로 海岸에 분포하고 있으며 海上運賃이 陸上運賃에 비하여 비교적 낮은 편이므로 海岸線에 大型工場이 集約되는 경향이 있다.

日本의 시멘트업계는 1工場當 킬른基數의 增大 및 NSP改造와 大型 킬른의 新設로 인한 設備能力의 擴大로 工場大型化를 이루었으며, 그 후 生産性의 低下로 中小工場의 閉鎖 및 立地條件이 양호한 工場으로의 集約의 段階를 거쳐 工場의 大型化가 추진되었다.

시멘트生産量을 보면 일본은 1차 오일쇼크

가 있었던 1973년에 7,700萬톤을 생산한 이래 세계에서 2位를 하였으며 自由世界內에서는 第 1位였다. 그러나 近年 들어 中國의 生産量이 크게 增加하여 1986年の 統計로는 16,100萬톤을 생산하여 世界 第1位로 부상하였으며, 동시에 印度, 멕시코, 韓國 등 開發途上國의 生産量도 현저하게 신장됨에 따라 世界市場에서 차지하는 日本의 役割은 점차 감소하게 되었다.

表 10의 需要處別 시멘트消費推移 및 表 11의 品種別 시멘트消費推移에서 보는 바와 같이 日本의 시멘트벌크化率은 90%를 넘어서고 있으며 레미콘轉化率도 70%를 상회하고 있음을 알 수 있는데 이는 國內의 시멘트의 벌크化率 66.3% 및 레미콘轉化率 55.1% (1991年)에 비하여 매우 높은 수치이다. 또한 總 시멘트生産量에 대한 高爐시멘트의 占有比는 1983年 10%수준에서 1988년에는 18%수준으로 크게 증가하였으며, 1990年代에는 20%를 상회할 것으로 전망된다.

日本의 시멘트品質은 世界的으로 우수한 편인데 凝結, 硬化, 收縮, 워커빌리티, 化學低抗性, 알카리性能 등의 밸런스면에서 우수하다.

設備面을 살펴보면 NSP킬른은 品質의 均質化, 코스트의 低減, 大氣汚染의 防止에 기여했다. 동시에 X線回折, 컴퓨터制御, 입형 밀 (Mill), 선형 세퍼레이터의 개발, 기타 크링커化合物에 대한 연구성과가 있었다.

시멘트의 技術開發 推移를 살펴보면 戰後의 大型 댐건설에 대응하여 댐工事用 시멘트가 1950年度 以後 활발히 연구되었다. 요구되는 것은 低水和熱과 強度였는데 당시 각종 品質規準이 서로 달라 균질한 품질을 공급하기가 어려웠다. 댐工事用시멘트의 개발과 더불어 道路用시멘트의 연구도 성행하였다. 그 후 댐 이외의 매스콘크리트에 대한 요구가 강하여 1980年 이후 '低發熱高強度用시멘트'의 개발이 이루어졌는데 이것이 中庸熱시멘트이다. 1965年 이래 超早強, 膨脹, 超速硬시멘트가

表 9. 日本の 시멘트生産施設 및 需給推移

區分 年度	業 體 數 (個)	工 場 數 (個)	킬 른 數 (基)	生産 能力 (千t/年)	工場 平均 能力 (千t)	Kiln 平均 能力 (千t)	시멘트 生産 実績 (千 t)	레미콘용 시멘트 消費量 (千 t)	従業員數 (人)
1955	18	41	120	16,230	396	135	10,519	186	15,995
1960	20	45	167	29,020	645	174	22,425	2,013	17,295
1965	24	53	225	58,788	1,109	261	32,230	10,044	17,974
1970	22	55	226	83,520	1,519	370	56,543	28,342	17,090
1975	22	53	236	116,832	2,204	495	65,191	38,531	14,853
1980	24	49	194	125,503	2,561	647	87,409	55,302	11,295
1981	24	49	191	125,736	2,566	658	84,406	52,555	11,076
1982	24	48	187	126,366	2,633	676	80,374	49,319	10,747
1983	23	47	187	126,237	2,686	675	80,528	47,909	9,940
1984	23	47	187	126,237	2,686	675	78,432	48,378	9,328
1985	22	43	105	100,549	2,338	958	72,561	45,720	8,842
1986	22	41	98	97,188	2,370	992	71,002	46,319	8,318
1987	23	41	98	96,439	2,352	984	71,400	47,365	7,740
1988	23	41	97	97,188	2,370	1,002	77,516	51,759	7,283
1989	23	41	81	87,808	2,142	1,084	79,670	52,949	7,037

資料：セメント新聞社，セメント年鑑，各年度

表 10. 日本の 需要部門別 시멘트消費推移

(單位：千)

年度 需要部門別	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	
鐵道	J R	142.658 (0.2)	103.432 (0.2)	94.819 (0.1)	67.580 (0.1)	52.970 (0.1)	64.761 (0.1)	26.722 (0.0)	21.597 (0.0)	21.034 (0.0)	7.695 (0.0)
	公營	12.167 (0.0)	4.737 (0.0)	17.982 (0.0)	21.527 (0.0)	8.196 (0.0)	12.549 (0.0)	16.400 (0.0)	11.874 (0.0)	5.798 (0.0)	9.542 (0.0)
	私鐵	7.646 (0.0)	7.012 (0.0)	9.978 (0.0)	11.325 (0.0)	8.893 (0.0)	5.755 (0.0)	5.423 (0.0)	8.284 (0.0)	7.370 (0.0)	7.651 (0.0)
電力	623.779 (0.7)	781.666 (1.0)	680.705 (0.9)	538.418 (0.8)	496.401 (0.7)	522.195 (0.8)	405.828 (0.6)	303.159 (0.5)	422.695 (0.6)	345.158 (0.5)	
港灣	373.763 (0.4)	319.582 (0.4)	311.477 (0.4)	297.457 (0.4)	333.560 (0.5)	399.323 (0.6)	273.529 (0.4)	191.967 (0.3)	231.913 (0.3)	226.858 (0.3)	
道路・橋梁	837.178 (1.0)	892.916 (1.2)	706.674 (1.0)	986.425 (1.4)	877.306 (1.2)	777.844 (1.2)	844.398 (1.3)	556.973 (0.8)	366.644 (0.5)	387.729 (0.5)	
土木	2,364.636 (2.9)	2,181.493 (2.8)	2,157.012 (3.0)	2,117.718 (3.0)	2,252.948 (3.2)	2,504.656 (3.7)	2,552.415 (3.8)	2,357.229 (3.4)	2,539.532 (3.5)	2,597.649 (3.5)	
建築	官需	882.140 (1.1)	873.934 (1.1)	819.383 (1.1)	708.713 (1.0)	551.119 (0.8)	549.811 (0.7)	380.674 (0.6)	256.329 (0.4)	214.766 (0.3)	254.053 (0.3)
	民需	2,212.375 (2.7)	2,108.969 (2.7)	2,023.187 (2.8)	1,951.868 (2.8)	1,894.959 (2.7)	1,922.315 (2.8)	1,785.588 (2.6)	1,537.167 (2.2)	1,492.335 (2.0)	1,354.831 (1.8)

레 미 콘	55,302.234 (67.1)	52,555.131 (67.5)	49,319.086 (67.5)	47,909.062 (67.9)	48,378.362 (68.6)	45,719.689 (68.0)	46,318.687 (68.4)	47,365.068 (69.0)	51,758.835 (70.0)	52,949.136 (70.6)
시멘트製品	12,425.529 (15.1)	11,775.497 (15.1)	11,107.528 (15.2)	10,660.963 (15.1)	10,711.211 (15.2)	10,244.281 (15.2)	10,259.006 (15.2)	10,627.711 (15.5)	10,996.168 (14.9)	11,126.489 (14.9)
自家用	170.906 (0.2)	218.573 (0.3)	223.789 (0.3)	172.465 (0.3)	122.858 (0.2)	94.817 (0.1)	74.875 (0.1)	69.377 (0.1)	83.443 (0.1)	86.675 (0.1)
기타	7,070.267 (8.6)	6,041.993 (7.8)	5,606.020 (7.7)	5,070.300 (7.2)	4,823.796 (6.8)	4,564.426 (6.8)	4,740.953 (7.0)	5,319.382 (7.8)	5,776,460 (7.8)	5,619.798 (7.5)
國內計	82,425.278 (100.0)	77,869.835 (100.0)	73,077.640 (100.0)	70,513.321 (100.0)	70,485.579 (100.0)	67,272.422 (100.0)	67,684.498 (100.0)	68,626,117 (100.0)	73,916,993 (100.0)	74,973,264 (100.0)
(수출포함)	(90.6)	(88.9)	(86.7)	(83.3)	(86.2)	(88.1)	(92.5)	(94.1)	(93.7)	(91.9)
輸出	8,554.180 (9.4)	9,731.348 (11.1)	11,172.958 (13.3)	14,182,731 (16.7)	11,279.219 (13.8)	9,096,707 (11.9)	5,515.855 (7.5)	4,283.366 (5.9)	4,945.812 (6.3)	6,588,559 (8.1)
合計	90,979,458 (100.0)	87,601,283 (100.0)	84,250,598 (100.0)	84,696,552 (100.0)	81,764,798 (100.0)	76,369,129 (100.0)	73,200,353 (100.0)	72,909,483 (100.0)	78,862,805 (100.0)	81,561,823 (100.0)

資料：セメント新聞社，セメント年鑑

註：()内の數値는 構成比임.

表 11. 日本의 시멘트品種別 生産推移

(單位：톤)

種 類		年度									
		1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
포틀랜드 기타 計	普通	77,559.579	72,763.388	68,070.673	66,965.433	64,199.371	58,752.275	56,192.113	55,508.975	58,843.265	60,102.412
	早強·超早強	1,552.056	1,684.262	1,625.132	1,674.857	1,902.131	1,941.232	2,326.047	2,668.882	3,179.712	3,360.157
	中庸熱	315.665	318.839	230.396	199.534	335.444	581.741	251.613	473.446	628.114	1,323.954
	내황산염	931.756	1,640.779	1,940.419	2,149.293	1,837.945	1,053.000	552.684	75.663	4.274	6.463
	計	80,359.056	76,407.268	71,866.620	70,989.117	68,774.891	62,328.268	59,322.457	58,735.450	62,663.630	64,815.898
混合 計	高 爐	5,107.660	6,063.649	6,724.739	7,769.593	8,668.145	8,778.974	10,317.187	11,500.325	13,901.775	13,978.088
	실리카	87.047	74.696	51.114	51.310	59.346	59.464	61.447	79.238	110.744	109.836
	플라이애쉬	1,758.026	1,731.681	1,639.082	1,511.226	1,279.020	1,236.353	1,108.245	981.787	737.135	610.319
	規格外	97.976	128.321	92.932	207.219	150.574	158.483	192.374	103.650	102.347	126.315
合計	7,050.709	7,998.347	8,507.876	9,539.348	10,157.085	10,233.274	11,679.253	12,665.000	14,852.001	14,854.558	
合計	87,409.765	84,405.615	80,374.487	80,528.465	78,431.976	72,561.542	71,001.710	71,400.450	77,515.631	79,670.456	

資料：セメント新聞社，セメント年鑑



1975年 이후로는 油井用 시멘트, 耐黃酸鹽시멘트 등의 新種시멘트가 출현하였다.

7. 2 骨材

表 12는 日本의 骨材需給推移를 나타낸 것으로 콘크리트用으로 年間 6億톤, 道路, 기타用으로 年間 3億톤 내외가 소비되고 있음을 알 수 있으며, 供給側面으로는 總骨材消費量 중 河川骨材의 供給量은 겨우 5%내외에 머물고 있는 반면 石山骨材가 대량 소비되고 있고, 또한 陸骨材, 山骨材, 海岸骨材의 적극적 이용이 눈에 띄고 있으며 이외에 中國, 臺灣에서 年間 1百萬톤 이상의 骨材가 수입되고 있는 실정이다.

또한 表 13은 日本에서의 年度別 레미콘用 骨材消費現況을 집계한 자료로서 粗骨材의 경우 天然骨材(河川骨材, 陸骨材, 山骨材, 海岸骨材의 總稱)의 使用比率이 지속적으로 감소하고 있는 반면 이에 대응하여 碎石의 使用量

은 계속 증가하고 있다. 1989年을 기준으로 레미콘用 骨材消費現況에서 天然骨材와 碎石의 占有比는 43% : 57%이다.

日本의 骨材需給은 1965年度 중반까지는 河川骨材의 比重이 매우 컸으나 70年代부터는 碎石 및 海沙, 山, 陸骨材의 比重이 크게 늘어난 대신 河川骨材의 供給은 계속 감소추세를 보이고 있으며, 특히 80年代에 들어서는 河川骨材의 供給占有比가 10% 미만으로 급격히 감소한 상태이다. 반면 碎石骨材는 급격히 늘어나 1969年度에는 168萬톤으로 전체 骨材消費量의 32.6%에 머물렀으나 1980年度 이후로는 50%내외를 점유하게 되었으며 계속 점유비가 상승하는 추세에 있다.

通産省이 推計한 바에 의하면 1989年度 日本의 骨材需要는 8億 6千萬톤으로 1988年에 비해 6.7%가 증가하였는데 이에 대하여 骨材供給은 天然骨材가 3億 6千萬톤(前年比 6.9%增), 碎石 4億 9千萬톤(前年比 1.9%增)

表 12. 日本의 骨材 需給推移

(單位: 百萬톤)

需給	種別		年度																
			75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89		
需要	콘크리트用		448	538	504	563	581	562	538	507	488	490	472	487	515	543	551		
	道路·道床및 기타用		223	251	231	254	267	272	261	246	245	258	255	262	272	284	311		
	합		669	799	735	817	848	834	799	753	733	748	727	749	787	827	862		
供給	天	河川骨材	107	80	115	115	103	89	80	79	69	64	57	52	47	44	43		
	然	山骨材	106	102	94	102	114	100	102	97	91	92	87	91	95	96	109		
	骨	陸骨材	80	118	94	113	123	127	118	106	94	97	96	96	102	116	126		
	材	海沙	60	82	82	90	90	89	82	81	73	69	71	73	83	77	78		
		小計	353	382	385	420	430	382	382	363	327	322	311	312	327	333	356		
給	碎石		297	395	328	374	395	405	395	373	390	410	398	422	445	482	491		
	人工輕量骨材		2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2		
	天然輕量骨材		5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	0	0		
	슬래그, 기타		12	15	15	16	16	18	15	12	12	12	14	11	10	10	12		
	輸 入		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
合 計			669	799	735	817	848	834	799	753	733	748	727	749	787	827	862		

註: 通商産業省 窯業建材課推計

등으로 碎石이 전체 공급량의 57%를 점유하고 있다. 1988年度에 8億톤을 돌파한 日本의 骨材需要는 금후에도 계속적으로 증가할 전망이다. 90年代 중반에는 10億톤에 달할 것으로 예상되고 있다. 그러나 供給側面은 현재 碎石의 供給能力이 5億톤이 限界이므로 河川骨材의 供給量을 포함하여도 9億톤까지의 공급이 한계가 되리라고 전망되는데 新規石山이 개발되면 供給能力이 늘어나게 되나 自然環境에 대한 관심이 높아지는 실정에 있으므로 곤란한 입장이다. 日本은 현재 外國에서 骨材供給源을 구하려고 노력하고 있으며, 試驗的 輸入이 이루어지고 있으나 輸送費가 높고 輸出國側의 體系가 未整備되어 안정적 공급이라는 측면에서 과제가 많다.

일본에 있어 天然骨材의 採取業者는 전국 각지에 약 5,500~6,000개의 企業이 존속하

고 있으며, 지난 1969年度의 天然骨材 供給量이 331萬톤을 내역별로 보면 河川骨材 48.1%, 山骨材 16.9%, 陸骨材 16.3%, 海産骨材 18.7%였으나 1989年度에는 전체 공급량이 356萬톤에서 河川骨材 12.1%, 山骨材 30.6%, 陸骨材 35.4%, 海産骨材 21.9%의 비율을 나타내었다. 이러한 주된 요인은 細骨材의 공급구조의 변화에 기인하는 바 하천모래의 급격한 감소로 海沙, 山沙의 생산증가가 이루어지고 있으며, 지역적으로는 碎沙의 이용도 크게 늘어나고 있다.

河川骨材의 採取規制에 따라 하천자갈의 생산량의 지난 1980年度에 58만톤에 달하였으나 1988년에는 27百萬톤으로 감소하였고, 전체 굵은 骨材生産量에서의 占有比도 1980年度의 32%에서 1988年度에는 19.1%로 감소하였다. 또한 하천모래도 1980년에 31百萬톤

表 13. 日本의 레미콘용 骨材消費現況

(單位：千 m³)

區分 年度	計		天然자갈		碎石		沙		人工輕量骨材		기타	
	計	構成比%	天然자갈	構成比%	碎石	構成比%	沙	構成比%	人工輕量骨材	構成比%	기타	構成比%
1975	212,902.0	100	75,621.8	35.5	41,336.7	19.4	93,989.4	44.1	830.6	0.4	1,123.4	0.5
1976	222,741.6	100	77,642.4	34.9	45,370.1	20.4	98,106.4	44.0	864.3	0.4	758.3	0.3
1977	250,398.4	100	84,888.1	33.9	53,588.0	21.4	110,388.1	44.1	1,067.9	0.4	466.2	0.2
1978	286,823.4	100	94,972.1	33.1	93,532.5	22.2	126,536.0	44.1	1,240.5	0.4	542.3	0.2
1979	203,270.2	100	95,439.5	31.5	72,094.1	23.8	133,924.3	44.2	1,126.1	0.4	685.9	0.2
1980	300,021.2	100	86,971.6	29.0	77,686.6	25.9	133,446.9	44.5	1,013.9	0.3	901.9	0.3
1981	280,572.8	100	78,920.9	28.1	75,264.8	26.8	124,623.4	44.4	943.3	0.3	820.1	0.3
1982	261,985.3	100	73,624.9	28.1	70,332.6	26.9	116,246.1	44.4	843.7	0.3	938.5	0.4
1983	273,816.4	100	74,784.4	27.3	75,255.7	27.5	121,556.2	44.4	1,361.8	0.5	802.7	0.3
1984	272,154.6	100	73,371.6	27.0	77,144.0	28.4	119,256.6	43.8	1,780.2	0.7	602.1	0.2
1985	257,685.1	100	67,172.0	26.1	74,808.5	29.0	113,618.0	44.1	1,375.1	0.5	711.5	0.3
1986	270,588.3	100	68,424.5	25.3	80,720.3	29.8	119,442.1	44.1	1,443.3	0.5	558.1	0.2
1987	283,332.2	100	68,801.5	24.3	87,110.6	30.8	125,426.2	44.3	1,523.7	0.5	470.0	0.2
1988	294,787.7	100	72,137.7	24.5	96,492.5	32.7	126,257.5	42.8	1,715.1	0.6	524.2	0.2
1989	315,123.8	100	73,656.1	23.4	97,788.0	31.0	142,179.9	45.1	1,069.5	0.3	431.0	0.1

資料：通産省



(13.8%)에서 1988년에는 17百萬톤(8.9%)로 감소한 상태이다.

陸자갈, 陸모래는 農地에 부존된 骨材를 對象으로 하는데 1988年度에는 天然 骨材生産量중 陸자갈의 점유비가 61%, 그리고 陸沙는 天然모래 생산량의 15.6%의 높은 점유비를 나타내고 있다. 1988年度에 山자갈의 경우 天然骨材 전체 공급량의 19.1%, 山모래는 전체 공급량의 35.9%를 점유하였다.

海低에 부존된 海岸骨材는 1988年度에 天然모래공급량의 39.6%를 점유하여 가장 높은 비율을 보였으며, 보통 海岸에서 1,000~2,000미터 정도 벗어나 채취하는 경우가 많은데 水深은 25~60미터 정도이다. 海沙의 채취는 魚類의 生態系를 파괴하기 때문에 多量의 補償費를 지급하고 있으며, 海沙의 鹽分은 日本工業規格에 NaCl含量이 建築用 0.04%이하, 그리고 土木用은 0.1%이하로 규정되어 있으므로 업계는 이 기준치를 만족시키기 위해 撤水나 機械的인 除鹽方法을 강구하고 있다.

碎石業界를 살펴보면 1989年 현재 日本全 域에 약 1,900여개의 業體가 존재하고 있으며, 이 중 從業員 30人 이하가 전체의 65%를 점유하여 碎石業의 中小企業性向이 높다. 1990年度의 碎石出荷量은 467백만톤에 달하였으며, 이 중 콘크리트用으로는 32.2%인 150만톤(碎石 121만톤, 碎沙 29백만톤)규모이다. 碎石業界의 總生産能力은 6億, 3,000萬톤 정도로 業界의 平均 稼動率은 75%내외이며, 石山의 現賦存量實態로 파악할 때 현재와 같은 수요가 지속될 경우 10年 이내에 고갈될 石山이 전체의 30%를 초과하고 있는 것으로 알려지고 있다.

日本の 骨材事情은 年間 3~4億톤의 天然骨材供給이 용이하지 않으며, 특히 1991년부터 10年間 430兆円에 이르는 公共投資를 계획하고 있어 骨材需要가 供給物量의 限界를 벗어날 것으로 전망되고 있다. 따라서 骨材는 한정된 자원이므로 정확한 骨材資源의 賦存量

調査, 採取規制의 完화, 土地所有者와 信賴關係樹立, 骨材의 重要性 PR 등이 日本에서는 크게 요망되고 있다.

7. 3 混和劑

日本에서 AE劑가 최초로 사용된 것은 레미콘工場2號인 盤城콘크리트工業(株)(후에 東京콘크리트工業(株) 合併)의 池大工場으로 美軍의 立川비행장鋪裝工事に AE劑를 輸入하여 최초로 AE콘크리트를 생산, 공급하였다. AE劑는 耐凍結融解性의 向上뿐만 아니라 워커빌리티의 增進, 材料分離防止 등에 효과가 있으며 또한 低價로서 약 4%의 原料를 절감할 수 있으므로 레미콘의 普及과 더불어 널리 쓰여지게 되었다.

減水劑는 1950年代에 리그닌系統의 混和劑가 최초로 日本에 導入되었으나 콘크리트의 凝結遲延이나 材料分離가 발생하는 등의 문제가 있어 적절히 사용하기까지는 다소의 시간이 걸렸지만 凝結의 遲延은 염화칼슘으로 커버하고 AE劑와 減水劑를 혼합하여 사용하게 되면 減水率은 15%에 달하므로 널리 쓰여지게 되었다. 현재 레미콘에는 이와 같은 AE減水劑가 混和劑의 主種을 이루고 있다.

1965年頃에는 나프탈렌설론산系 高縮合物의 高性能減水劑가 개발되어 실용화되기 시작하였는데 이 混和劑는 多量을 첨가해도 종래의 AE減水劑와 같은 凝結遲延現象이 없어 高強度用 混和劑로 호평을 받았으며, 그 후 멜라민설론산系的 混和劑가 등장하여 高強度콘크리트製品에 주로 사용되었다. 高性能減水劑는 그 후의 流動化劑로의 發展, 그리고 오늘날 낮은 물시멘트比의 高強度콘크리트 또는 壓縮強度 1000kg/cm² 이상의 超高強度콘크리트로의 문을 여는 역할을 짊어지게 되었다.

1975年頃에는 펌프工法の 普及과 鐵筋量의 增大 등으로 高流動性의 콘크리트가 크게 요구되어 單位水量增大防止, 龜裂減少 등을 목적으로 하는 流動化劑가 보급되게 되었다.

流動化콘크리트는 建築에서는 龜裂防止, 耐久性改善을 목표로 하고 單位水量이 적은 슬럼프 12Cm정도의 콘크리트를 슬럼프 18Cm 정도로 유동화하여 사용하는 것을 주 목적으로 하여 발전되었으며, 土木에서는 에너지 및 人力節減을 위해 된비빔콘크리트를 유연하게 해서 타설하는 것을 주 목적으로 하고 있다.

1970年代 後半에 들어 콘크리트의 성능은 더 한층 改善要請이 高調되었는데 그것은 당시에 각지에 발생하는 콘크리트의 早期劣化問題에 대응하여 單位水量을 더 한층 低減하는 방법을 구하는 것으로 다른 면으로는 高強度 콘크리트의 傾向에 따른 것이다. 有效한 手段으로 종래의 AE減水劑의 減水率을 대폭 향상시키는 방법을 강구하게 되었는데 종래의 高性能減水劑와 流動化劑의 短點인 슬럼프 및 空氣量의 로스(loss)를 방지하고 레미콘工場에서 高減水性을 가지는 高流動性 콘크리트를 제조하는 것으로서 이러한 高性能 AE減水劑의 實用化 研究가 활발하게 이루어졌는데 레미콘業界에서도 單位水量低減 및 高強度콘크리트제조 등의 요구에 부응하기 위하여 高性能AE減水劑의 使用研究를 적극적으로 하기 시작하였다.

또한 최근들어 混和材料로서 각광을 받고 있는 것이 고로슬래그, 실리카흙, 그리고 收縮

低減劑, 特殊水中콘크리트用 混和劑 등이 있다.

8. 結 言

이상에서 살펴본 바에 의하면 日本의 레미콘業界의 特徵은 크게 나누어 ① 中小企業型 産業構造 ② 過多한 工場의 亂立 ③ 堅實한 業界組織化 ④ 각종 共同事業을 통한 自救努力 ⑤ 品質管理體制의 完備 등을 꼽을 수 있겠다. 특히 共同販賣, 共同試驗, 共同輸送 등과 같은 共同化, 集約的 事業은 日本 레미콘業界만의 특수한 상황으로서 관심을 끄는 측면이다.

그러나 日本의 레미콘産業構造가 반드시 우리가 받아들여야 할 標本的인 모델이라고는 할 수 없으며, 各國의 特殊한 環境에 따라 레미콘産業은 多樣한 構造를 形成하고 있기 때문에 우리나라의 경우도 우리의 현실에 맞는 독특하고 合理的인 産業構造를 定着시키는데 노력하여야 할 것이다.

근간 國內에서도 레미콘의 需要는 점차 限界에 다다르고 있는 時點에서 레미콘 工場이 급격히 증가하고 있어 1工場當 出荷量의 減少 및 工場稼働率의 低下가 점차 현실적인 課題로 대두되고 있다. 따라서 레미콘業界로서는

表 14. 日本의 混和劑 消費推移

(單位: 톤)

年 度	레미콘용	2次 製品용	流動化劑	合 計	前年比
1983	119,773	37,314	-	157,087	100.0
1984	120,945	37,699	-	158,644	101.0
1985	114,300	35,784	4,950	155,034	97.7
1986	116,929	35,998	5,511	158,438	102.3
1987	119,618	36,503	7,909	164,030	103.5
1988	129,398	38,486	7,458	175,342	106.8

資料: セメント年鑑, 各年度

註: 日本의 混和劑協會 事務局 推計

適正生産施設の維持 및 産業構造의安定化에 관심을 기울여야 하며 內的으로는生産性向上 및 原價節減에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

또한 技術面으로는 需要者の 니즈(Needs)의 多樣化에 부응하여 RCCP, 칼라콘크리트, 高強度콘크리트, 流動化콘크리트 등의 研究開發로 生産品種의 多樣化를 기하여 需要創出에 노력해야 하며, 技術研修센터 및 共同試驗所를 설치하여 品質管理要員에 대한 教育機會를 擴大하고 品質管理業務의 集約化를 추진하는 것이 現實的인 課題로 대두되고 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 最近の生コンクリートの出荷動向, 月刊生コンクリート, Vol. 9, No.10, Oct., 1990, pp. 7-14
2. 大鹽 明, わが國における 骨材の現状と將來, 月刊生コンクリート, Vol.10 No.11, Nov., 1991, pp.20-25
3. 狙能克行, 全國の生コン工場數と近年の傾向, 月刊生コンクリート, Vol.5 No.8, Aug. 1980, pp.29-31
4. 黒田 陸, セメント・コンクリートの需要構造の變化. 月刊生コンクリート, Vol.5 No.2, Feb. 1986, pp.15-21
5. 折敷秀雄, 昭和62年度の建設投資見通しと主要建設資材の需要見通し等について, 月刊生コンクリート, Vol.7 No.6, Jun. 1988, pp.9-14
6. 見上勇逸, 生コン業界の課題と販賣對策, 生コンクリート特輯, 經濟調査會, 1991. 1, pp.10-11
7. 建設省, 平成3年版 建設白書
8. 骨材需給の將來展望. セメント新聞, 1991年 9月 30日
9. 生コン技術の課題, セメント新聞, 1988年 6月 13日
10. 生コン輸送業界の現状と課題, セメント新聞, 1990年 1月 1日
11. アンケートに見る 生コンクリート協同組合の事業概要, 生コンクリート特輯, 經濟調査會, 1991.1, pp. 15-26
12. 共同試驗場, 技研センターの課題, セメント新聞, 1990年 11月 13日
13. 全生協組連20年の歩み, セメント新聞, 1988年 11月 14日
14. 生コン産業40年の歩み, セメント新聞, 1989年 11月 13日
15. 鈴木一雄, 生コン技術の將來展望, セメント新聞, 1991年 11月 11日
16. 竹内龍三, 生コン産業の回顧と展望, 生コン年鑑 昭和59年度版, pp. 541-550
17. セメント協會, セメント統計年鑑, 各年度
18. 友澤史紀 外, 建築施工の展開, セメント & コンクリート, No. 500, 1988. 10, pp. 75-105
19. セメント協會, 生コン/使い方の要点, 昭和63年 7月
20. 政村兼一郎, 生コンの展開, セメント & コンクリート, No. 500, 1988.10 pp. 208-218
21. セメントジャーナル社, 生コン年鑑, 各年度
22. 飯塚州一, セメント製造의 展開, セメント & 콘クリート, No.500, 1988. 10, pp.219-229
23. 콘크리트用骨材의 實態調査, セメント & 콘크리트, No.493, Mar. 1988, pp.7-16
23. 山元茂繼, 建設資材, 勞動力原單位調査の結果について(平成元年度調査より), 月刊生 콘크리트, Vol. 10, No. 4, Apr. 1991. pp.39-59