

國內 高性能減水劑의 消費構造 및 行態에 關한 調查報告

A Survey report on the Consumption Structure and Behavior of Domestic Superplasticizer

○ 崔敏壽* 李淵雨** 金洪敏*** 朴永鎬**** 金武漢*****
Choi, Min Soo Lee, Yeon Yoo Kim, Hong Min Park, Young Ho Kim, Moo Han

In recently, the interest of high strength and flowing concrete, to improve quality and workability of concrete, is gradually increased

In order to make high strength and flowing concrete, many processes may be considered, the water reducing technique using superplasticizer seems to be the most practical, but domestic superplasticizers are not widely used because of economical efficiency, low quality and lack of understanding in construction field.

The purpose of this report is to analyze the consumption structure and behavior of domestic admixtures containing superplasticizer, and to examine about dissemination of superplasticizer.

1. 序言

최근 RC造 建築物의 高層化, 요구성능의 다양화 및 펌프콘크리트시공법의 보편화로 인하여 建物自重 減少, 經濟性, 施工能率 向上을 위한 레미콘의 고강도화, 유동화가 크게 요구되고 있는 실정이다.

이에따라 관련업계 및 학계, 연구계에서 高强度 및 流動化콘크리트에 관한 연구가 활발하게 進行되고 있으나 아직까지 건설현장에서의 실적은 매우 미흡한 상태에 있어 콘크리트의 強度向上과 施工性改善에 유호한 高性能減水劑의 실용화방안에 대한 관심이 집중되고 있다.

本稿에서는 레미콘업계 및 혼화제업계의 협조를 얻어 국내 혼화제 소비현황을 파악하고, 고성능감수제가 보편화되지 못하는 문제점 분석과 앞으로의 실용화방안에 대하여 고찰해 보았다.

2. 調查概要

混和劑 消費實態調查는 1차적으로 지난 90년 6월중 레미콘업계를 대상으로 한 89년 레미콘 品質管理動向 調查에서 혼화제 소비량에 대한 자료 협조를 구하였으며 2차적으로는 90년 9월중 혼화제업계를 대상으로 구체적인 89년도 混和劑 消費現況에 관한 조사를 실시하였다.

혼화제 소비현황 조사는 현재 국내의 혼화제업체 20여개사중 소규모업체를 제외한 16개사에 협조를 구하였으며 조사내용은 AE劑, 減水劑, AE減水劑, 高性能減水劑의 4개품목에 한하여 생산제품, 기술제휴 여부, 원료조달방법, 유형별소비량, 성능별소비량 등을 질문하였고, 조사결과는 14개사(2개사는 생산실적 미파악)가 자료협조에 응하여 75.0%의 回收率을 나타내었다.

3. 混和劑의 消費構造 및 行態分析

3.1 混和劑 製造現況

혼화제 유통구조를 보면 설문회답사 12개사가 모두 過剩競爭狀態라고 답하여 판매경쟁이 치열함을 알 수 있었으며 이에따른 均質한 品質確保가 시급한 과제로 대두되고 있었다.

외국과의 技術提携여부는 그림1과 같이 7개업체가 외국과의 기술제휴 또는 合作형태를 취하고 있었으며 자체기술 제조는 4개사, 그리고 외국상품 수입판매는 고성능감수제(Mighty, Rheobuild 등) 계통의 3개사로 조사되었다.

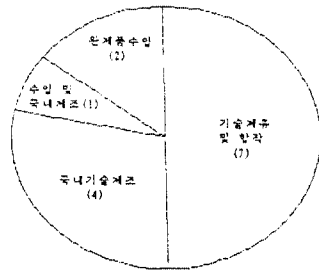


그림 1. 混和劑 技術提携現況

原料調達現況은 그림2에서와 같이 14개사중 10개사가 원재료수입 또는 외국에서 원료를 全量수입하여 혼화제를 제조, 공급하고 있었으며 원료의 일부수입, 일부국내조달은 3개사, 그리고 원료를 전부 國産으로 調達하는 업체는 1개사로 파악되어 현재 국내에서 소비되는 혼화제는 원료의 80% 이상이 외국에서 수입되어 국내에서 임가공되는 것으로 나타났다.

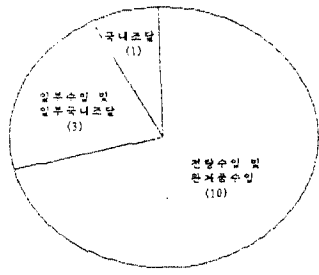


그림 2. 混和劑 原料調達現況

* 正會員, 韓國레미콘工業協會, 忠南大大學院 ** 韓國레미콘工業協會 企劃課 *** 進雄化學 代理
**** 韓國레미콘工業協會 理事 ***** 正會員, 忠南大教授, 工博

3.2 混和劑 消費行態 分析

89년도 소비실적(12個社 基準)을 토대로 혼화제의 類型別 消費實績을 분석하여 보면 그림3과 같이 AE減水劑가 전체의 86.2%를 차지하여 주종을 이루고 있었으며 高性能減水劑(superplasticizer, SP劑)는 전체 혼화제소비량의 7.6%수준으로 나타나 수요가 비교적 많은 편이나 70%이상이 壓縮強度 500 kg/cm² 내외가 요구되는 콘크리트파일, 흙관, 전주등 시멘트2차제품 제조에 사용되는 것으로 파악되었다.

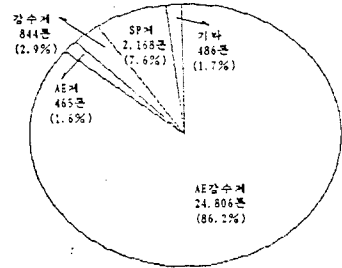


그림 3. 混和劑 類型別 消費實績

AE감수제의 소비현황을 성능별로 보면 그림4에서와 같이 標準型 81.4%, 早強型 11.2%, 遲延型 7.4%의 분포를 보여 표준형의 사용비율이 높게 나타났다.

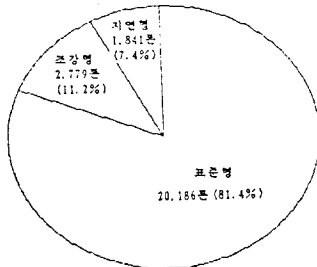


그림 4. AE減水劑 性能別 消費實績

그림5는 혼화제의 原材料成分에 따른 분석으로 리그닌(Lignin)系 72.3%, 나프탈린(Naphthalene)系 17.7%, 유기산(Organic acid)系 10.0%의 비율을 나타내었고 종류별로는 AE감수제의 경우 리그닌系가 주종을 이루고 있었으며 고성능감수제는 일반적으로 나프탈린설폰산포르말린축합물(naphthalene sulfonate formaldehyde condensates)과 설폰화멜라민포르말린축합물(Melamine sulfonate formaldehyde condensates)로 대별되나 국내에서 사용하고있는 고성능감수제는 나프탈린系가 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

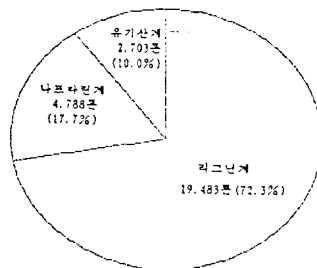


그림 5. 原材料成分別 消費實績

국내 고성능감수제의 種類 및 性狀을 구체적으로 살펴보면 표1과 같으며 89년 소비량(2,168톤)중 레미콘용으로 소비된 것은 전체의 30%수준인 650톤내외로 추정되고 있다.

표 1. 國內 主要高性能減水劑 現況

製 品 名	製造會社	化學組成	減水率	減水率(%)	單 價(圓/噸)
MARBO SUPER	대우이보스	나프타린계	0.5-1.2	-	1,200
LIGNAL - SP - SG	대우商事	·	0.3-1	20	1,200
Mighty 150 103	동양라이퍼	(임상) ·	0.6-2.4 0.25-1	30	1,200 1,600
Hisol F1 F2	삼승유화	·	0.4-1.0	15-18	600 700
Ligace - F G	세일콘	·	0.5-0.8 0.8-2.0	10-13	1,300 1,500
SR - SW SR - SW - B	안원화학	·	0.5-1 0.4-1	20-30	800
SIKAMENT SIKAMENT - S	제철화학	·	0.3-0.5 0.5-1	15-25	1,000
PHOSYX - HIGH CON	제철화학	(임상) ·	0.1-1.5 0.1-1.2	10-30	800 2,900
Rheobuild716 561 1000	클린이바스터 핀디스	·	0.8-1.2	25	1,200
DARA CEM SUPER 20	한국크레이스	·	0.3-2.5	10-30	1,100
Conplast 430 337	한국모서브	·	0.8-2 0.5-1.2	20 17-18	1,250

따라서 고성능감수제 표준첨가량 0.5% (시멘트重量對比) 및 레미콘용 單位시멘트消費量 300 kg/m³로 환산하여 볼때 89년도의 국내 레미콘출하량중 0.01% (약 4,300m³) 정도가 流動化되어 타설된 것으로 보여진다.

이는 西獨에서의 레미콘소비량중 유동화된 비율이 거의 절반에 이른다는 既報告와 1) 그림6에서 日本의 유동화레미콘 사용량이 400만m³를 넘는다는 사실과 비교할 때 國內의 유동화레미콘 사용현황이 매우 저조한 상태라고 생각된다.

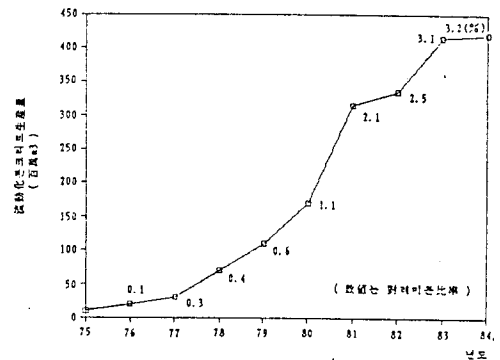


그림 6. 日本의 流動化레미콘 消費現況

한편, 첨가방식으로는 국내 고성능감수제의 경과시간에 따른 슬럼프손실(Slump loss)가 현저하여 現場後添加 방식이 대부분인 것으로 조사되었다.

3.3 高性能減水劑의 現況 및 經濟性 檢討

3.3.1 概 要

현재 國內의 콘크리트 소비동향을 보면 건물의 고층화에 따른 콘크리트의 高強度化에 대한 요구

이외에 그림7의 89년 레미콘用 粗骨材 消費現況 調査에서 보듯이 캔자갈(碎石)의 사용비중이 급증한 상태이며 또한 펌프콘크리트 시공법의 보편화로 레미콘의 워커빌리티, 펌퍼빌리티(Pumpability)의 개선이 큰 과제로 대두되고 있다.

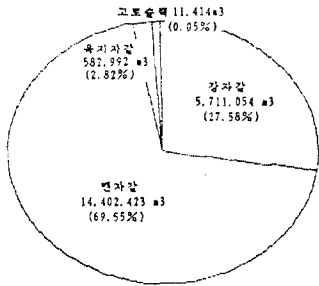


그림 7. 89년 레미콘用 粗骨材 消費現況

콘크리트의 流動性에 있어서 또다른 중요한 문제점은 레미콘의 슬럼프상태로 그림8에서는 89년도 레미콘출하량의 대부분이 8-12cm의 비교적 저슬럼프로 출하되었음을 보여주고 있으며 따라서 현장에서의 施工性改善을 위한 加水가 공공연히 행하여지고 있는 실정에 있으므로 앞으로 유동화 콘크리트가 보급되어야 할 필요성이 크게 증진되고 있다.

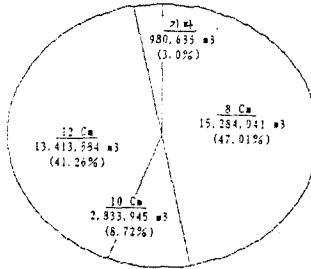


그림 8. 89년 레미콘 슬럼프別 出荷現況

3.3.2 問題点 分析

高性能減水劑(流動化劑)가 아직까지 널리 普及化되지 못하는 주요한 요인으로는 다음과 같은 사항을 들 수 있다.

- 1) 建設現場에서의 認識不足에 의한 需要未備
- 2) 經濟性 不足

고성능감수제는 표2에서 보듯이 콘크리트의 物性改善에 의한 부수적 효과를 고려치 않은 상태에서 通常의 AE감수제에 비해 供給單價가 비교적 높고 添加量이 많아 경제성이 부족하다고 할 수 있다.

표2. AE減水劑와 高性能減水劑 比較

구분	AE감수제	고성능감수제
주성분	리튬그린계 (질염수염프수출)	나프탈렌계 (석탄화학부산물)
표준용가량(%)	0.1 - 0.25	0.3 - 1.2
감수율(%)	10 - 15	15 - 30
단가(원)	600 - 900	800 - 2,500
용도	고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트	고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고강도 콘크리트

3) 貧調合레미콘의 出荷

표3은 89년도 국내 레미콘의 주문압축강도별 출하현황 자료로서 180 - 210 kgf/cm²의 비교적 낮은강도(單位시멘트量 260 - 300 kg/m³)의 레미콘소비가 주종을 이루고 있음을 알 수 있다.

표3. 89년 壓縮強度別 레미콘 出荷實績

壓縮強度 (kg/cm ²)	出荷量 (m ³)	構成比 (%)
100	224,744	0.69
135	1,187,475	3.65
150	1,123,975	3.46
160	654,763	2.01
170	18,906	0.06
180	13,703,468	42.15
195	70,458	0.22
210	13,404,887	41.23
225	22,893	0.07
240	1,317,371	4.05
255	5,312	0.02
270	142,624	0.44
280	25,667	0.08
300	49,971	0.15
350	11,985	0.04
370	2,265	0.01
400	6,424	0.02
기타	539,017	1.66
합계	32,512,205	100.00

註) 89년 전국출하실적 4,937만 8,243m³중 65.8%인 3,251만 2,205m³에 대한 분석자료임

즉, 貧調合콘크리트는 그림9의 실험결과에서 보는 바와 같이 富調合콘크리트에 비하여 유동화 및 강도증진에 미치는 효과가 낮은 관계로 국내 레미콘의 物性改善에 있어 고성능감수제는 기대만큼의 큰 효과를 얻을 수 없다는 점이 문제점으로 지적되고 있다.

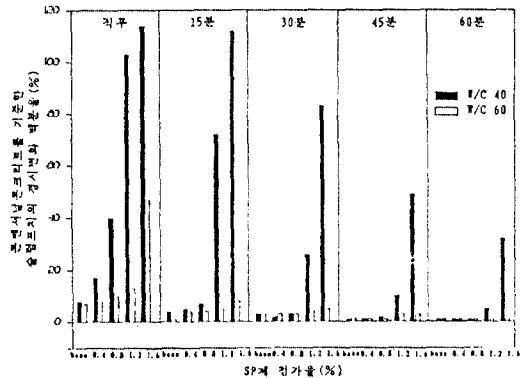


그림 9. 貧調合 및 富調合條件下에서의 高性能減水劑의 效果比較²⁾

4) 高強度콘크리트의 需要未備

국내 레미콘소비량중 350 kg/cm²이상의 고강도 레미콘출하량은 표3의 89년 압축강도별 출하현황에서와 같이 전체 출하량의 0.06%수준으로 外國에서는 이미 400 - 500 kg/cm²의 레미콘타입이 보편화되고 있음을 볼 때 현저한 차이를 느낄 수 있으며 이러한 고강도콘크리트의 수요미흡은 고성능감수제의 수요미비와도 연관된 것이라 할 수 있다.

표 4. 콘벤서날콘크리트와 流動化콘크리트의 單價 比較

區分	施工別 레미콘規格	콘크리트폼프 施工					備 考	
		버킷施工		25-210-8				
		25-210-18	25-210-18	25-210-8	25-210-8	25-210-8		
	單價	콘벤서날	콘벤서날	베이스	流動化1	流動化2		
材 料 費	레미콘價格	원/㎥	36,980	36,980	34,410	34,410	34,410	서울지역 레미콘價格 基準
	所要cement量	kg	347	347	302	302	302	
	(流動化劑量)	kg	-	-	-	1.81	1.81	시멘트량의 0.6%
	流動化劑費用	원/㎥	-	-	-	1,448 (3)	2,715 (4)	(3)800원/kg (4)1,500원/kg
	소 계 (A)	원/㎥	36,980	36,980	34,410	35,858	37,125	
人 件 費	콘크리트공	人/㎥	0.17	0.07	0.084	0.07	0.07	16,450원 (1人/日)
	普通인부	-	0.29	0.05	0.060	0.05	0.05	11,050원 (1人/日)
	합 계	-	0.46	0.12	0.144	0.12	0.12	
	勞 賃	원/㎥	6,001	1,704	2,045	1,704	1,704	베이스콘크리트20%할증률적용
	타설速度 (2)	㎥/hr	15.0	33.8	24.0	33.8	33.8	
타설速度對比 勞賃 (B)	원/㎥	15,522	1,704	2,880	1,704	1,704	유동화콘크리트 基準	
機械費用 (C)	원/㎥	-	1,479	2,083	1,479	1,479	50,000원/hr(콘크리트폼프)	
총 所要費用	원/㎥	50,502	40,163	39,373	39,041	40,308	(A) + (B) + (C)	

註) (1) 政府勞賃單價 基準, ㎥당 所要人員은 月刊去來價格(大韓建設協會) 標準중점 適用

(2) 타설速度 - 버킷(Bucket)은 容量0.5㎥, 1회運搬所要時間 2분適用, 콘크리트폼프시공시는 大韓建設協會 標準중점適用

5) 高性能減水劑 品質上의 問題

국내에서 사용되고 있는 고성능감수제는 品質의 偏差가 심하다고 보고되고 있으며³⁾ 또한 베이스콘크리트에의 유동화제 工場添加時 은반시간에 따른 슬럼프손실이 현저하기 때문에 현재까지는 현장후첨가가 일반적인 방법이나 이는 레미콘트릭 高速攪拌時의 損耗增加, 騒音, 排氣가스발생 등의 문제와 현장에서의 투입관리 및 면밀한 품질관리가 요구되는 단점이 존재하고 있다.

따라서 슬럼프로스를 최소화할 수 있는 고성능감수제의 품질향상이 요구되고 있으며 日本에서는 AE감수제보다 큰 減水效果를 가지며 60분이후의 슬럼프로스를 4 cm이하로 줄인 高性能AE減水劑가 이미 실용화되고 있다.

3.3.3 高性能減水劑 經濟性 檢討

고성능감수제가 콘크리트의 品質向上과 流動性改善을 목적으로 보편적으로 사용되기 위해서는 국내현실을 감안할 때 경제성문제가 難題로 등장하고 있다.

고성능감수제의 경제성문제는 일반적으로 高價이며 添加量이 높다는데 그 원인이 있으며 이의 해결방안으로는 혼화제원료의 국산화를 들 수 있으나, 국내의 製鐵所와 石油化學園地내에서 혼화제원료가 多量生産되고 있음에도 불구하고 원료의 精製 및 縮合技術부족과 비교적 높은 單價로 인하여 국내개발이 미흡한 실정에 있다.

표4는 고성능감수제의 單價가 800 원 및 1,500 원線에서의 유동화콘크리트와 베이스콘크리트 및 콘벤서날콘크리트의 경제성을 비교검토해 본 것으로 유동화콘크리트에 있어서는 고성능감수제의 추가비용 부담이 발생하게 되나 콘벤서날콘크리트(슬럼프 18cm)와 비교할 때 베이스콘크리트(슬럼프 8cm)에서의 시멘트量 절감과 시공능률향상

에 따른 人件費의 減少가 가능한 관계로 오히려 콘벤서날콘크리트에 비해 建設生産性 및 콘크리트 施工의 原價節減에 기여할 수 있는 것으로 나타나고 있다.

4. 結 言

이상에서 살펴본 바와 같이 국내의 혼화제소비 실태는 原料調達, 技術蓄積 등의 면에서 큰 문제점을 가지고 있었으며 調查結果를 요약하면 다음과 같다.

(1) 국내의 혼화제는 原料의 80% 이상이 외국에서 수입되어 국내에서 加工, 製造되고 있는 현실에 비추어 經濟性에 문제가 있으므로 앞으로 혼화제원료의 국내 대량생산이 요구되고 있으며 또한 製造技術에 대한 심도있는 연구가 필요해지고 있다.

(2) 고성능감수제사용이 보편화되기 위해서는 수요측면에서 볼 때 構造物設計強度의 向上調整, 建設現場의 認識提高, 고성능감수제의 품질향상 등이 요망된다고 할 수 있다.

(3) 고성능감수제의 適正添加量과 諸物性에 관한 精確한 研究결과를 중심으로 標準示方制定이 이루어져야 하며 레미콘업계에서는 고성능감수제를 응용한 高強度, 流動化레미콘의 제조에 대한 기술추진과 연구개발에 많은 노력을 기울여야 하겠다

< 參考文獻 >

- 1) A. Meyer, Experiences in the use of Superplasticizer in Germany. Proceedings of International Symposium of Superplasticizer in concrete, Canada, 1978. 5
- 2) 金柱完의, 實調會 및 實調會콘크리트의 流動化性狀 및 工學的特性에 관한 實驗的 研究, 大韓建築學會秋季學術發表論文集, 第10卷 第2號, 1990
- 3) 김진근의, 國內 레미콘業界的 流動化, 高強度콘크리트開發에 관한 設問調查 報告, 韓國콘크리트學會 기술學術發表論文集, 1989