

# 콘크리트산업기술의 현황 및 2000년대의 전망

## The State - of - the - Art and Prospect of the Concrete Industry and Technology in 2000s.



김 무 한\*      최 민 수\*\*

### 1. 서    론

19세기초 포틀랜드시멘트가 발명된 이래 약 1세기半에 걸쳐 콘크리트는 건설구조재료로서의 막강한 위치를 구축하고 있으며, 아직까지 콘크리트를 대체할만큼 경제적이고 내구적인 구조재료가 나타나지 않고 있어 향후에도 이러한 콘크리트의 역할은 지속될 것이다.

近代의 콘크리트이용기술은 1903년 獨逸에서 Batcher Plant가 고안되어 공업화콘크리트인 레미콘이 등장함으로써 콘크리트의 품질향상과 제조공정상의 진일보를 이루었으며, 1926년에는 美國에서 Mixer Truck이 발명되었고, 1928년 獨逸에서 최초의 콘크리트펌프시공이 나타난 이래 콘크리트시공분야에도 획기적인 발전이 이루어졌다. 최근에 들어와서는 콘크리트공학의 현격한 발전과 더불어 프리스트레스트콘크리트, 프리캐스트콘크리트 등이 등장하였고, 콘크리트제조공정에 있어서는 자동화, 시스템화가 진행되고 있으며, 전 세계적으로 高強度化, 高性能化, 高耐久性

化로 대표되는 콘크리트의 품질향상노력이 전개되고 있다.

한편 우리나라는 1인당 시멘트소비량이 1톤을 넘어서 세계적인 시멘트소비국으로 등장하고 있지만 건설업계 및 콘크리트산업계 그리고 심지어 政府까지도 아직까지 콘크리트라 하면 시멘트, 모래, 자갈에 물을 붓고 적당히 비벼 생산하는 단순 제품으로 인식하는 경우가 많아 콘크리트의 工學的性能을 외면한 채 저품질 자재의 사용, 자재사용량의 低減, 레미콘에의 加水 등과 같은 품질저하요인이 常存하고 있는 실정이다. 이에 따라 오늘날 半永久的으로 사용되어야 할 콘크리트構造物이 소요의 성능을 발휘하지 못하고 首都圈 신도시의 不實工事, 新幸州大橋의 붕괴, 淸州 牛岩商街아파트의 붕괴사고에서 보는 바와 같이 곳곳에서 不實化되고 심지어 파괴되어 가고 있는 점은 매우 개탄스러운 현실이다.

本 論稿는 콘크리트공학 및 건설경제적 관점에서 2000년대의 국내 콘크리트산업의 구조 및 기술개발의 未來像을 전망하고 기본적인 발전방안을 제시해 본 것으로써 콘크리트관계자에게 기초적인 자료를 제공하고자 한다.

\* 정희원, 충남대 건축공학과 교수, 공박

\*\* 정희원, 충남대대학원 건축공학과 박사과정

표 1 建設經濟活動 및 콘크리트資材의 消費推移

區分 年度	建設工事受注額(億원, 經常)				建築 許可 (千m <sup>2</sup> )	住宅 建設 (千戶)	시멘트消費(千톤)			鐵筋 消費 (千톤)	레미콘 消費 (千m <sup>3</sup> )	아스콘 消費 (千톤)	骨材 消費 (千m <sup>3</sup> )
	土木	建築	特殊	시멘트消費(千톤)									
				包裝	벌크								
1970	1729	694	915	119	10787	115	5331	5120	211	490	243	-	21324
1975	5110	1853	2952	305	18420	180	8435	7407	1027	555	988	-	33740
1980	29728	9435	19616	678	25727	211	13172	10367	2805	1419	5878	-	52688
1985	65558	19614	42053	3892	38215	227	18976	9665	9311	2171	22983	3522	75664
1986	75317	22064	49713	3540	43543	288	20387	9450	10937	2238	27542	3547	81548
1987	87658	25804	56670	5184	47982	244	22755	10058	12697	2516	33753	3617	91020
1988	99217	24235	70833	4149	59770	317	26202	11013	15189	2992	41623	4395	104808
1989	161097	39173	116308	5616	88615	462	28210	10352	17858	3666	49378	4627	112840
1990	263765	73722	182599	7444	116419	750	33904	10663	21140	4559	58415	6577	135616
1991	313294	92262	211125	9907	105184	613	44186	12207	24908	5116	81130	-	176744
1992	348511	104774	232527	11210	94647	550p	46665	12044	29070	5549	87217	-	186660

資料) 建設統計便覽, 建設業統計年報, 레미콘統計年報, 시멘트統計年報, 鐵鋼統計年報, 韓國統計月報

註) 1. 시멘트의 包裝(bag), 벌크(bulk) 구분은 國內 생산량 기준임

2. 骨材 소비량은 시멘트와의 比較投入比 1(톤): 4(m<sup>3</sup>)를 적용하여 추정

표 2 主要國의 콘크리트産業 現況指標

國別	區分	國土 面積 (千km <sup>2</sup> )	人口 (萬명)	시멘트 消費量 (萬톤)	레미콘 消費量 (萬m <sup>3</sup> )	1人당 消費量		1km <sup>2</sup> 當 消費量		레미콘 導入 年度	레미콘 工場數 (個)	
						轉化率 (%)	시멘트 (톤)	레미콘 (m <sup>3</sup> )	시멘트 (톤)			레미콘 (m <sup>3</sup> )
韓	國	99.3	4.327	4.667	8,100	56.1	1.078	2.016	469.9	878.3	1965	491
美	國	9,529	24,220	8,234	14,000	51.0	0.338	0.574	8.6	14.7	1913	10,000
日	本	378	12,210	6,888	16,165	70.4	0.564	1.324	182.2	427.6	1950	5,267
中	國	9,573	107,233	16,336	-	-	0.152	-	17.1	-	-	-
臺	灣	36	1,963	1,133	-	-	0.577	-	314.7	-	-	-
北	韓	122	2,139	800	-	-	0.374	-	65.4	-	-	-
西	獨	249	6,092	2,437	4,290	52.8	0.400	0.704	97.9	172.3	1903	1,940
英	國	244	5,688	1,383	2,130	46.2	0.243	0.374	56.7	87.3	1930	1,100
캐	나	9,971	2,585	771	-	-	0.298	-	0.8	-	-	-
舊	蘇	22,402	28,281	13,345	-	-	0.472	-	6.0	-	-	-
오	스트리아	84	755	457	690	45.3	0.605	0.914	54.4	82.1	1961	312
덴	마크	43	513	170	165	29.0	0.332	0.322	39.6	38.4	1926	150
이	탈리아	301	5,726	3,623	5,800	48.0	0.633	1.103	120.4	192.7	1962	2,500
프	랑스	544	5,562	2,174	2,394	33.0	0.391	0.430	40.0	44.0	1933	1,300
벨	기에	31	986	408	482	35.4	0.414	0.489	131.7	155.5	1956	221
핀	란드	338	493	148	240	48.5	0.343	0.554	4.4	7.1	1958	170
그	리스	132	1,010	613	840	41.1	0.607	0.832	46.4	63.6	1968	210
아	일랜드	71	354	120	170	42.4	0.340	0.480	16.9	23.9	1961	136
이	스라엘	21	437	206	220	32.1	0.471	0.503	98.0	104.8	1963	161
네	덜란드	42	1,462	508	709	41.9	0.348	0.485	121.0	168.8	1948	193
노	르웨이	324	419	181	276	45.8	0.431	0.659	5.6	8.5	1930	240
포	르투갈	92	1,035	542	210	11.6	0.524	0.203	59.0	22.8	1966	57
스	페인	505	3,883	1,830	1,075	17.6	0.471	0.277	36.2	21.3	1942	490
스	웨덴	450	840	169	355	63.0	0.201	0.423	3.8	7.9	1932	215
스	위스	41	659	445	960	64.7	0.676	1.457	108.6	234.1	1933	250

註) 韓國은 1992年 기준자료이며, 外國은 1986年 기준(국토 및 인구는 1987年 기준)자료임.

資料: 동아연감, 레미콘통계연보, 시멘트통계연보, World Statistical Review(CEMBUREAU), 生コンの展開(セメント& 콘크리트, No.500, 1988.10.)

## 2. 국내 콘크리트산업 및 기술의 현황

### 2.1 콘크리트산업의 현황

국내의 콘크리트산업은 1970年代까지는 성장이 미흡하였으나 1980年代 중반이후 올림픽特需, 政府의 200萬戶 주택건설, 社會間接資本 확충, 서해안개발, 지하철건설 등으로 인하여 고도성장을 이룩하고 있다. 우선 시멘트는 1981년에 12,439千톤의 소비량을 기록하였으나 1992년에는 46,665千톤으로 3배 이상 증가하였으며, 鐵筋소비량도 1981년에는 1,331千톤에 불과하였으나 1992년에는 5,549千톤으로 4배 가까이 늘어났다. 또한 1970年代 이후 급속히 보급되기 시작한 레미콘은 1981년에는 소비량이 7,142千m<sup>3</sup>에 그쳤으나 1992년에는 87,217千m<sup>3</sup>를 소비한 것으로 나타나 소비량이 무려 10배 이상 증가하였다.

국내 콘크리트산업계의 市場規模를 보면 1992年 통계를 근거로 할 때 시멘트 2兆 2千億원, 레미콘 4兆 2千億원, 骨材 1兆 7千億원, 鐵筋 1兆 6千億원 등으로 추정되어 他 産業界에 비해 量的으로 매우 尙大한 市場을 형성하고 있다.

人口 1人당 시멘트소비량은 各國의 建設活動指標라 할 수 있는데 表2에서와 같이 韓國은 1.078톤/人 으로서 美國(0.338톤/人), 日本(0.564톤/人) 및 유럽과 비교할 때 매우 높은 수준을 나타내고 있는데, 이는 유럽지역 국가의 주택보급률이 대부분 90%이상으로서 신규주택수요가 크지 못하며 또한 도로, 항만 등 사회간접자본 충족률도 높은 수준을 유지하고 있기 때문이다.

단위면적당 시멘트소비량도 韓國이 1992년에 469.9/km<sup>2</sup>로 타 외국과 비교하여 매우 높는데 이는 국토면적에 비하여 건설활동이 극히 활발하다는 반증이며, 日本도 사회간접자본에 대한 집중투자가 이루어지고 있어 182.2/km<sup>2</sup>로 높게 나타났고, 臺灣도 314.7톤/km<sup>2</sup>로 높은 수준이다.

레미콘轉化率이란 시멘트소비량중 레미콘용으로 사용된 량의 점유비로서 1986年 자료를 기준으로 할 경우 일본이 70.4%로 가장 높아 콘크리트 시공의 공업화가 앞서 진전된 나라로 꼽힌다. 반면 西獨(52.8%), 英國(46.2%), 프랑스(33%) 등

유럽국가들의 대부분은 콘크리트기술이 발달되었음에도 불구하고 轉化率이 낮은 편인데 이는 프리패브리케이션(prefabrication)에 의한 工業化 建築이 널리 보급되어 있기 때문이다. 우리나라는 1992年度에 56%에 이른 것으로 나타나 건설현장 軀體콘크리트 시공량의 85% 내외가 레미콘으로 轉換된 것으로 판단된다.

콘크리트의 投入構造는 韓國銀行의 産業聯關表(1985年度)에서 레미콘의 投入係數를 기준으로 작성한 그림1의 投入構造圖에서 보는 바와 같이 建築용으로 55.6%, 土木용으로 20.4%, 그리고 건설보수 및 기타용으로 24%가 소비되어 建築部門에 투입비중이 높은 편이다. 또한 콘크리트資材의 配分構造를 살펴보면 시멘트需要의 95.9%, 骨材需要의 95.1%, 레미콘需要의 99.5%, 鐵筋需要의 98.0%가 건설활동에서 派生되고 있다.

콘크리트의 流通構造는 수요와 공급의 지역성, 소비자에 따른 유통채널의 다양성, 수요의 계절적 변동에 의한 수급여건의 변화 등 세가지의 주요한 특성을 가진다. 대부분의 콘크리트資材는 單位重量이 크기 때문에 대부분 생산공장이나 유통기지를 중심으로 去來가 이루어지는 地域市場의 특성을 가지고 있으며, 특히 레미콘은 半製品(semimanufactured goods)의 특성상 輸送可能距離가 90分內로 제한되어 뚜렷한 지역성을 가지고 있다. 한편 콘크리트需要構造의 가장 큰 특징은 季節性(seasonality)을 들 수 있는데 이는 四季節이 뚜렷한 국내의 기후환경에 기인한다.

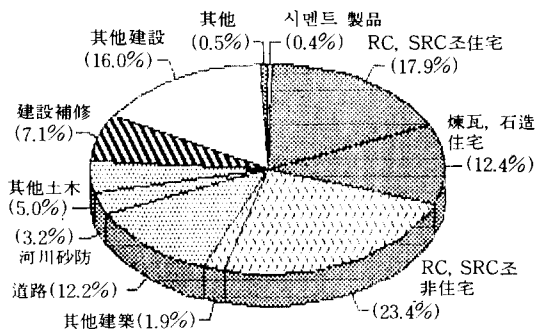


그림 1 산업연관분석에 의한 콘크리트의 투입구조

## 2.2 콘크리트기술의 현황

### 2.2.1 콘크리트品質環境

국내의 콘크리트품질은 製造器機 및 施工裝備의 발달, 그리고 품질관리의 체계화가 진전됨에 따라 일반적으로 향상되었다고 볼 수 있으나 일부에서는 오히려 콘크리트품질이 惡化되었다는 평가를 내리고 있는데 그 一例로서 骨材의 品質惡化가 지적되고 있다. 최근 良質의 河川骨材는 구하기가 매우 힘든 상태로서 이에 대처하기 위해 깐자갈, 바닷모래, 陸모래, 山모래 등이 무분별하게 사용되고 있는 바, 바닷모래의 鹽分에 의한 鐵筋의 腐蝕, 陸모래의 泥分, 山모래의 風化에 의한 경화불량 및 강도부족, 깐자갈의 알카리골재반응에 의한 龜裂 등과 같은 콘크리트의 품질저하가 점차 크게 우려되고 있는 현실이다. 골재자원은 사회일반의 통념과는 달리 有限한 자원으로서 앞으로도 賦存量의 지속적 감소와 더불어 代替骨材의 사용이 증가될 것으로 전망되므로 특별한 對策이 없는 한 骨材의 품질확보는 今後의 큰 과제로 남아있다. 또한 최근들어 콘크리트施工에 있어 펌프공법의 導入은 콘크리트시공의 기계화를 진전시켰으나 너무 施工能率만을 중시한 결과, 레미콘에 多量의 加水가 자행되어 材料分離, 龜裂, 強度不足 등과 같은 품질의 저하가 공공연히 발생하고 있다는 점을 빼 놓을 수 없다. 한편, 건설현장에 있어서의 勞動力의 문제, 특히 近間 勤勞者 階層에 이른바 3D(dangerous, difficult, dirty) 忌避現象이 심화됨에 따라 콘크리트구조물의 품질을 저하시키는 또 다른 요인이 되고 있다.<sup>(1)</sup>

위와 같은 要因들에 의해 국내에서는 현재와 마찬가지로 향후에도 콘크리트구조물의 조기성능저하 및 내구성 저하현상이 심각한 사회문제로 대두될 가능성이 높다. 콘크리트구조물의 내구성을 좌우하는 성능저하현상은 凍結融解, 中性化, 鹽害 등 다종다양하고 서로 複合的으로 작용하여 性能低下를 촉진하게 되므로 이에 대한 研究가 이루어지지 못할 경우 콘크리트구조물의 壽命短縮 및 災害의 발생은 피할 수가 없는 현실이 될 것이다.

### 2.2.2 製造器機

콘크리트의 제조기술은 1965년 레미콘이 도입된 이래 비약적인 발전을 보여왔으나 근본적으로 콘크리트 제조기술의 進歩는 - 조금 심한 표현일지는 모르나 - 콘크리트생산업계의 功勞라 하기도 하는 製造設備의 발달에 의존하고 있는 경향이다.

배치플랜트를 중심으로 국내 콘크리트製造器機의 發達史를 살펴보면 우선 原資材 計量方式은 초창기의 Beam Scale System에서 1960年代에는 Pull Wire System, 1970年代에는 Punch Card System, 그리고 1980年代에는 Load Cell System으로 변화하여 重量용적계량에서 重量누적계량으로 그리고 重量개별계량으로 변화되었다. 믹서樣式은 1950년대에는 믹서기의 胴體를 회전시켜 혼합하는 Tilting mixer에서 1960年代에는 믹서내에 Arm이나 Blade와 같은 장치를 강제로 회전시켜 혼합하는 Pan Type Mixer가 보급되었고, 1980年代에는 Single Shaft Mixer 및 維持補修가 용이하고 混合性能이 뛰어난 Twin Shaft Mixer가 널리 보급되었다. 최근 배치플랜트의 制御시스템의 발달은 괄목할만한 수준인데 다양한 기능의 프로그래머블 콘트롤러, 마이크로프로세서에 의해 高度의 操作性 및 사무처리능력을 보유하게 되었다. 또한 集塵機, 믹서洗滌裝置, 자동낙하보정 및 예측제어시스템의 도입, 容積 및 水分補整, 남품서발행의 자동화, 출하지시, 출하오류방지, 출하업무의 省力化 등에도 진전이 있었다.

레미콘믹서트럭은 초창기에는 輸入車種이 대부분이었으나 1978년 동차자동차에서 최초로 國產化에 성공한 이후, 트럭의 내구성 증대, 블레이드의 耐磨耗性 증진, 攪拌能力 增大 측면에서 지속적인 발전이 이루어졌다.

콘크리트의 施工器機에 있어서는 콘크리트펌프의 도입이 획기적인 변화이다. 콘크리트시공은 1970年代에는 버킷, 슈트, 카트 등에 의한 타설이 주류를 이루었으며, 1980년대 중반까지만 하여도 재래식 포터블펌프기가 사용되었으나 1988년부터 국내에서 콘크리트펌프차량이 본격 생산되기 시작하면서 급속히 보급되었고 현재는 콘크리트시공에 필수적인 장비로 존재하고 있는데 그동안 吐出能力 증대, 低슬립프콘크리트 타설, 리모트컨

트를 등에서 발전이 있었다.

骨材생산장비인 碎石機(crusher)는 1970년대 후반부터 본격적으로 생산되기 시작하여 현재 전국에 200여개가 존재하는 것으로 추정되는데 그동안 耐衝擊性 강화, 석분 및 토분제거기술, 骨材選別技術 등에 있어 진보가 이루어 졌으며, 近間에는 乾모래생산시설인 製砂機(sand mill)가 개발, 보급되고 있다.

### 2.2.3 原材料(raw materials)

우선 시멘트는 1970년대 중반까지는 보통포틀랜드시멘트(1種) 중심으로 생산이 이루어졌으나 점차 다품종화, 고품질화되어 1976년에는 耐黃酸鹽시멘트(sulfate resistant cement, 5種)가 개발되었고 1980年代에 들어서는 中庸熱시멘트(moderate heat cement, 2種)와 早強시멘트(high early strength cement)가 개발되었으며, 混合시멘트로서 高爐시멘트가 생산개시되었고, 1980年代 중반이후로는 특수용도의 시멘트로서 칼라시멘트, 메이슨리시멘트(masonry cement), 알루미나시멘트(alumina cement), 無收縮시멘트 등이 개발되어 현재 생산되고 있다. 또한 早強시멘트의 1日 強度(200-300kg/cm<sup>2</sup>)를 3-4時間만에 발전할 수 있는 超速硬시멘트(ultra rapid hardening cement)가 개발되었다. 國產 시멘트의 품질은 비교적 양호한 편이나 使用者의 의견에 따를 때 시멘트의 K강도가 일정치 않다는 점과 응결시간의 변화가 크다는 점이 지적되고 있다.

骨材는 콘크리트容積의 70% 이상을 차지하고 있어 그 品質의 良否가 콘크리트의 품질, 특히 레미콘의 품질에 미치는 영향은 가히 절대적이라고 보아도 무방하다. 1970年代까지만 하더라도 콘크리트용 골재로서 주종을 이루던 강모래, 강자갈은 1980年代 이후 점차 고갈되기 시작하여 碎石골재, 陸골재, 海岸골재 등의 사용량이 급격히 증가하고 있으며, 骨材源이 점차 원거리화하는 경향을 보이고 있다.

표 3의 1992年度 자료를 토대로 살펴보면 細骨材의 경우는 아직 江모래가 70%이상의 점유비를 유지하였으나 洗滌海砂의 사용비율이 18%에 달하였으며, 粗骨材는 乾자갈의 사용비율이 무려 80%내외를 차지하고 있는데 乾자갈의 岩種은 화강암이 70%내외를 차지하고 있다. 骨材사용은 單品사용이 75-80%내외를 차지하고 있으나 混合사용의 비율이 점차 증가하고 있는데 混合사용의 목적은 粒度 및 實積率 조정, 하천골재의 부족, 鹽分量의 조정을 들 수 있다.

骨材에 있어 기술개발은 製造品(manufactured goods)이 아니므로 論하기가 어려우나 강모래, 강자갈의 고갈에 대비하여 碎石, 海砂, 쇄사, 재생골재에 관한 연구가 學界를 중심으로 이루어져 왔다. 또한 특수용도에 사용되는 人工輕量骨材는 다양한 품종이 개발되고 있으나 尙 經濟性의 難題에 부딪혀 수요가 크지 못한 상태이다. 고로슬래그파쇄골재는 포항을 중심으로 일부 사용되기도 하였으나 최근에는 수요가 감소된 편이다.

표 3 地域別 骨材品種別 消費行態

(단위 : %)

地 域	細 骨 材				粗 骨 材			
	江모래	세척海砂	陸모래	其他	江자갈	乾자갈	陸자갈	其他
서울, 京仁	62.8	24.6	11.6	1.1	27.7	71.2	1.1	0.0
江 原	96.4	0.5	3.1	0.0	41.1	58.6	0.3	0.0
忠 北	95.4	0.0	4.6	0.0	9.9	90.1	0.0	0.0
大田, 忠南	87.4	2.7	9.9	0.0	4.8	95.2	0.0	0.0
全 北	66.6	0.0	33.4	0.0	26.5	59.0	14.5	0.0
光州, 全南	49.6	17.4	33.0	0.0	6.4	87.8	5.5	0.2
大邱, 慶北	98.3	0.0	1.7	0.0	16.5	81.5	2.0	0.0
釜山, 慶南	64.2	27.8	8.0	0.0	4.1	95.9	0.0	0.0
濟 州	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
全國 總計	70.7	18.0	10.8	0.5	18.5	79.9	1.6	0.0

註) 1992년을 기준으로 286個 레미콘工場을 대상으로 조사된 것임.

콘크리트의 第 5의 材料라고 하는 混和劑는 최근들어 그 발전속도가 비약적인 느낌을 주고 있다. 콘크리트용 化學混和劑는 1985年 KSF4009에 콘크리트중의 空氣量을 4%로 규정하여 AE劑의 사용을 사실상 의무화한 이후 소비량이 크게 늘어나고 있는데 種類別로는 AE減水劑가 주종을 이루고 있으며, 계열별로 早強劑, 遲延劑, 防水劑 등이 선별적으로 사용되고 있다. 高性能減水劑는 시멘트2차제품, 특히 400kg/cm<sup>2</sup> 이상의 고강도콘크리트파일의 제조에 주로 사용되고 있으며, 일반 콘크리트용으로 수요가 증진되기 시작한 것은 극히 최근의 일이다. AE減水劑의 원료성분은 리그닌(lignin)계가 70% 내외, 그리고 나프탈렌(naphthalene)계가 25%내외의 점유비를 가지고 있으며, 有機酸(organic acid)계 및 멜라민(melamine)계 혼화제는 사용량이 매우 적은 편이다. 그런데 국내에서 유통되는 대부분의 混和劑는 원료의 대부분을 外國에서 輸入하여 국내에서는 단지 稀釋하여 공급하는 정도의 초창기 수준을 유지하고 있다.

混和材는 플라이애쉬가 국내에서 대량 발생하고 있어 콘크리트용 混和材料로서 꾸준한 사용성 검토가 이루어졌으나 현재 20여개 레미콘공장에서 사용하는데 그치고 있어 전반적으로 저조한 편이며, 이는 플라이애쉬의 품질에 대한 신뢰의 부족에 기인한다. 또한 실리카흙(silica hume)은 高價로서 사용범위가 극히 제한되어 있는 상태이다.

### 2.2.4 生産管理

콘크리트생산플랜트에서 計量裝置, 믹서 및 電子制御시스템(electronic control system)의 발달은 콘크리트의 생산관리를 한결 수월하게 하고 있다. 레미콘생산으로부터 打設까지 소요되는 시간은 레미콘공업협회의 설문조사결과를 토대로 할 때 混合에서 出荷까지 6分, 走行 33分, 待期 11分, 排出 14分の 行態를 나타내고 있으나 레미콘공급시간이 90분이상 지연되는 경우가 많은 것이 가장 큰 문제점이다. 레미콘공급이 지연되는 이유는 현장작업준비의 소홀, 교통체증, 원거리공급, 레미콘차량의 다량대기 등을 들 수 있다.<sup>(3)</sup>

콘크리트생산공장에서는 粉塵, 廢水, 騒音 등으로 인한 民願의 발생이 많은 편인데 시멘트의 粉塵은 空氣壓送에 의해서, 骨材의 粉塵은 원통형 콘베이어의 사용에 의해 제거되고 있으며, 水質汚染은 최근 返品되는 廢棄레미콘 및 레미콘제조시 발생하는 洗車廢水, 믹서 洗滌廢水, 洗輪施設廢水 등의 재활용을 위한 페레미콘재생시스템이 점차 보급되어 생산관리상의 진전이 이루어지고 있다.

레미콘제품의 생산규격은 呼稱強度(nominal strength)와 슬럼프, 골재최대치수로 나누어 볼 수 있는데 1989年-1991年의 3個年間 레미콘출하량중 8,746萬m<sup>3</sup>을 대상으로 조사된 그림2, 그림3의 자료를 토대로 할 때 우선 呼稱強度는 180~210 kgf/cm<sup>2</sup> 규격이 총 생산량의 85% 내외를 차지하고 있으며, 슬럼프는 8~12cm 규격이 95% 이상의 매우 높은 점유비를 가지고 있다. 또한 粗骨材 최대치수는 25mm규격의 사용비율이 80%를

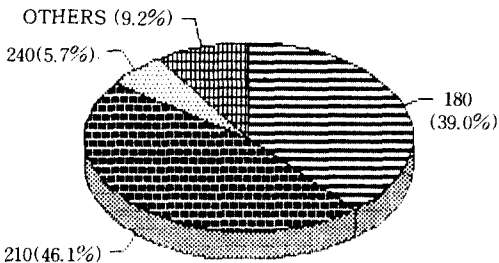


그림 2 호칭강도별 콘크리트 소비행태

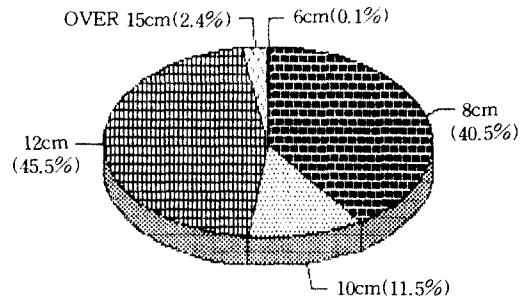


그림 3 슬럼프별 콘크리트 소비행태

넘고 있다.

### 2.2.5 調合(配合)管理

콘크리트의 調合管理는 1970年代까지만 하여도 1:3:6, 1:4:8과 같은 원시적인 容積配合이 사용되었으나 1970年代 후반이후 레미콘이 널리 보급되면서 重量단위의 체계화된 調合管理가 이루어지게 되었다. 그러나 레미콘업계의 調合設計도 조합설계이론에 대한 정확한 지식이 없이 他 회사의 調合設計案을 그대로 모방하는 경우가 많은 실정이다.

표 4는 레미콘공업협회에서 1991年度에 조사한 레미콘 調合設計 統計量인데 본 표에 의할 때 레미콘업계의 調合設計는 호강강도의 증가에 따라 물·시멘트비를 감소시키는 것을 원칙으로 하고 있음을 알 수 있다. 呼稱強度值 30kgf/cm<sup>2</sup>가 증가될 경우 시멘트사용량의 평균 증가량은 29.2kg인데, 물·시멘트비는 약 4% 감소, 그리고 細骨材率은 약 1%가 감소되며, 슬럼프의 증가에 대하여는 시멘트량을 늘리고 粗骨材량을 감소시키는 방향으로 설계가 이루어지고 있다.

레미콘조합설계에서 개선되어야 할 사항으로는 동일한 생산규격에서 원자재의 사용량이 업체별로 편차가 심하다는 점을 들 수 있는데 특히 시멘트의 적정한 사용이 요구되며, 또한 사용골재의 품종변화에 따른 경제적이고 효과적인 調合設計

指針의 보급이 필요한 것으로 판단된다.<sup>(4)</sup>

### 2.2.6 品質管理

국내의 콘크리트품질관리는 원자재관리에 있어서 골재의 품질저하, 생산관리에 있어서 打設時間의 지연 및 폐기콘크리트처리, 시공관리에 있어서 건설현장에서의 加水 등으로 인하여 효율적인 품질관리의 추진에 많은 어려움이 존재하고 있다.

레미콘공업협회가 1991년에 조사한 레미콘공장의 업무별 구성인원분포를 살펴보면 管理職 25%, 生産職 27.1%, 品質管理職 5.7%, 믹서트럭기사 42.2%로서 품질관리업무에 종사하는 인원의 비율이 매우 낮은 편인데 1공장당 평균 4.5명 수준이다. 품질관리요원의 연령별 분포는 21~30세가 53.8%를 차지하고 있으며, 學歷分布는 高卒 42.5%, 大卒 56.2%, 기타 2.3%의 비율이고, 콘크리트관련 技師 및 技能師의 취득여부는 절반이 넘는 54.2%가 미취득상태로서 질적향상이 요구된다고 하겠다.

콘크리트의 品質試驗은 KSF4009에 150m<sup>3</sup>마다 1회의 試驗을 하도록 규정하고 있으나 試驗人力의 不足, 그리고 건설현장에서의 무관심 등으로 제대로 지켜지는 경우는 드물며, 不良 콘크리트 및 不良 原資材의 유통을 근본적으로 방지할 수 있는 機構나 제도적 장치가 결여되어 체계적인 품질관리가 이루어지기는 어려운 실정이다. 콘크리트업

표 4 레미콘代表規格의 調合設計 統計量

레미콘 生産規格	시멘트		細骨材		粗骨材		물		混和劑		W/C		S/A	
	(kg)	S.E	(kg)	S.E	(kg)	S.E	(kg)	S.E	(kg)	S.E	(%)	S.E	(%)	S.E
25-180-08	295.7	11.8	829.3	48.4	1020.9	51.1	173.4	7.8	0.49	0.13	58.7	3.1	44.8	2.5
25-180-12	310.3	12.2	830.9	44.1	986.9	48.2	182.0	8.2	0.51	0.14	58.7	3.0	45.7	2.3
25-210-08	325.9	13.7	800.6	49.6	1024.7	53.2	173.6	8.1	0.54	0.15	53.3	2.9	43.9	2.6
25-210-12	342.5	13.9	801.5	46.2	988.3	49.4	182.1	8.2	0.57	0.15	53.2	2.9	44.8	2.4
25-240-08	353.6	14.1	775.2	47.7	1027.7	52.5	173.7	8.3	0.59	0.16	49.2	2.5	43.0	2.5
25-240-12	371.9	14.4	773.0	44.4	991.6	47.6	182.6	8.4	0.61	0.16	49.2	2.5	43.8	2.3
25-270-08	380.7	16.9	751.0	47.8	1027.8	57.0	174.0	9.1	0.63	0.17	45.7	2.3	42.2	2.6
25-270-12	400.3	17.4	750.3	43.5	991.5	50.0	183.0	9.4	0.66	0.18	45.8	2.3	43.1	2.4
40-180-08	283.6	12.5	786.2	54.2	1098.0	60.8	166.5	8.5	0.47	0.13	58.8	3.3	41.7	2.8
40-180-12	297.8	12.8	786.9	51.3	1063.0	58.9	174.4	8.2	0.49	0.13	58.6	3.1	42.5	2.7

註) 1. 레미콘생산규격은 粗骨材 최대치수-呼稱強度-슬럼프 順임

2. 유효샘플數는 105個임

3. S.E는 標準偏差(standard error)임

資料) 韓國레미콘工業協會

계에서 품질관리항목중 가장 어렵게 느끼고 있는 항목은 原資材, 특히 骨材의 품질관리(表面水率, 粒度 등)인데 이는 골재생산단계에서 철저한 품질관리가 이루어지지 못한채 납품되는 경우가 빈번하고, 또한 최근 전반적인 골재품질의 저하 및 洗滌海砂, 碎砂 등과 같은 代替骨材의 사용이 증가하고 있는 것도 원인이라 볼 수 있다.

건설현장으로부터 발생하는 클레임의 종류는 납품지연, 슬럼프변동, 콘크리트 균열, 강도부족, 콘크리트 응결지연 등이 주요 항목인데, 콘크리트업 종사자들의 의견을 종합할 때 건설현장에서 레미콘에 대한 과도한 加水는 콘크리트強度不足 및 硬化不良의 직접적 원인이 되고 있으므로 시급히 개선되어야 할 사항으로 평가된다.<sup>(3)</sup>

### 2.2.7 制度 및 規格

콘크리트와 관련된 한국공업규격은 1992년말 현재 70여개에 이르는데 부문별로는 基本用語 3개, 재료 13개, 설비 5개, 시험방법 43개, 품질관리 12개 규격이며, 工業標準化法에 의거한 KS指定品目으로는 레디믹스콘크리트, 콘크리트용 화학혼화제, 포틀랜드시멘트, 고로슬래그시멘트, 壓縮試驗機 등이다. 레미콘에 대한 한국공업규격인 KSF4009는 1967년 11월에 日本과 美國의 規格를 참조하여 제정되었으며, 그 후 1980년과 1985년, 1991년의 3차례에 걸쳐 크게 개정되었는데 1980년에는 시멘트의 종류세분화, 콘크리트종류추가, 압축강도 상향조정, 콘크리트종별에 따른 슬럼프세분화, 재료의 계량허용치 등을 정하였고, 1985년에는 골재의 염분함유량추가, 콘크리트중의 공기량규정, 배척플랜트에 자동기록장치 의무화 등을 규정하였으며, 1991년에는 레미콘베이스의 염분량관리, 콘크리트종류변경, KS심사규정 개정, 고슬럼프사용유도 등이 반영되었다.

法令에 있어서는 1991년에 골재자원의 효율적 개발과 합리적인 골재수급을 위하여 '骨材採取法'이 제정되었는데 이 법안은 20여개에 달하는 골재채취관련법률을 정비하고 골재의 집중개발이나 비축 등 안정적 공급을 도모하고 골재의 품질확보를 위한 제도적 근거를 마련키 위한 것이다.

### 2.2.8 工業化

우리나라의 PC工法은 1970年初에 大韓住宅公社가 한성프리패브라는 子會社를 세워 최초로 PC부재를 생산하여 아파트공사에 적용한 이래, 1980年代 中반까지 10여개의 건설업체에서 大型PC板 위주의 조립식 주택건설을 시도하여 왔으나, PC工法이 現場濕式工法에 비해 초기에 과다한 투자가 이루어져야 하며 市場이 협소하고 또한 설계, 시공면의 기술이 부족하여 많은 시공불량이 발생하고 있어 크게 보급되지는 못하였다. 그러나 1991年 政府에서 '工業化住宅의 普及擴大 綜合對策'을 수립하여 여러 지원정책을 추진하므로써 많은 업체에서 조립식 주택시장에 참여하여 최근에는 큰 폭의 성장을 이룩하고 있는데 지난 1985년 조립식주택건설호수는 2만 7천호로서 1.2%의 工業化率에 그쳤으나 1990년에는 23만 2천호의 조립식주택이 건설되어 3.1%의 工業化率을 달성했으며, 정부의 자료를 근거로 할 때 1993年 이후로는 20%이상의 工業化율을 목표로 하고 있다.<sup>8)</sup> 한편 組立式 住宅의 필요성이 대두되면서 기존의 간막이벽 등 非耐力壁에 시멘트벽돌을 대체하는 자재로서 ALC(Autoclaved Lightweight Concrete)가 각광받기 시작하여 1986년에 S社가 생산을 개시한 이래 1992年 현재 수요량이 25萬m<sup>3</sup>이상으로 크게 증가하였다. 앞으로 工業化주택은 최근 政府에서 住宅깃수체계의 표준화를 의욕적으로 추진하고 있는 점과 이웃 日本 등 先進國에서 15%내외의 주택공업화율이 이루어지고 있음을 볼 때 더욱 큰 폭의 성장이 예견되고 있다.

### 2.2.9 R&D(研究開發)

콘크리트제조기술을 살펴보면 우선 미약하나마 콘크리트의 고강도화, 고슬럼프화가 진전되었다. 현재 레미콘공장에서 제조가능한 고강도콘크리트는 400kg/cm<sup>2</sup>수준인데 교량공사를 중심으로 사용이 이루어져 왔으며, 주요한 시공으로는 1987.6-1989.11월에 시공된 올림픽대교工事に 호칭강도 400kgf/cm<sup>2</sup>의 레미콘이 대량으로 사용된 이래 팔당대교, 행주대교, 무교빌딩, 그리고 최근 분당 삼성아파트 공사현장에 400kgf/cm<sup>2</sup>의 콘크리트가 사용되었으며, 현재 국내 콘크리트研究分野



의 주요 부분을 차지하고 있다. 流動化콘크리트는 아직 국내에 널리 보급되지는 못하였으나 일부 건설현장을 중심으로 後添加 방식에 의한 사용이 확대되는 추세에 있는데, 국내의 콘크리트가 대부분 貧配合(lean mix)으로서 효과가 크지 못하고 믹서트럭내에서의 혼합이 어려움에 따라 보급에 한계가 존재하고 있다. 이러한 면에서 최근 국내에 등장한 슬럼프로스저감형 高性能AE減水劑의 사용증가가 기대된다. 섬유보강콘크리트는 구조물의 균열방지, 靱性개선을 목적으로 특수한 구조물 부위에 적용되고 있는데 獨立紀念館, 올림픽상징조형물 등에 채용된 바 있으며, 화이버볼(fiber ball)의 형성을 억제하고 콘크리트와의 부착성능을 향상시킬 수 있는 새로운 섬유의 개발이 비교적 활발하게 이루어지고 있다.

콘크리트시공면에서는 轉壓콘크리트(RCCP : Roller Compacted Concrete Pavement)의 시험시공이 최근 건설회사인 L社에서 이루어졌다. 모르타 시공면에 있어서는 시멘트, 모래에 각종 특성개선제를 미리 혼합하여 공장에서 생산되는 레미타르(remitar)의 개발이 시멘트업체인 H社에서 이루어졌다. 콘크리트시공의 자동화 측면에서는 터널샷크리트, 아스팔트포장 마감작업, 레이저 부착 바닥정지작업 등에 외국건설로봇이 도입되어 施工에 부분적으로 이용되고 있다.<sup>(9)</sup>

研究開發投資를 살펴보면 우선 건설업계는 최근 건설시장개방의 붐을 타고 技術研究所가 대거 신설됨에 따라 지난 1991年 통계로 볼 때 건설업계의 R&D투자비는 매출액의 0.93% 수준에 이르러 기술개발의 중요성에 대한 인식이 증진되었음을 알 수 있다. 건설업계 부설연구소를 중심으로 既隨行되었거나 현재 진행되고 있는 콘크리트관련 연구로는 高強度콘크리트에 관한 연구가 D, S社를 비롯하여 10여개사에서 진행되고 있고, 콘크리트시공면에 있어서는 프리캐스트工法에 관한 연구가 활발한 상태이며 이외에 S社의 無柱大空間建築(SDC), B,D社의 Half PC工法, H社의 철근先組立工法, S, H社 등의 大型거푸집 공법, D, S, K社의 경량콘크리트패널개발 등이 이루어지고 있다.

學界에서의 콘크리트관련 연구는 1980年代 중

반이후 활성화되기 시작하였는데 그동안 고강도 콘크리트, 유동화콘크리트, 섬유보강콘크리트, 폴리머복합체, 플라이애쉬, 재생골재, 해사에 대한 연구성과가 주목될 만하다.

한편 實생산업자인 콘크리트산업계의 기술개발은 콘크리트回收水의 재이용기술개발 및 기타 부분적인 文獻연구가 이루어지고는 있으나 전반적으로 미흡한 수준인데 특히 콘크리트제품은 시멘트, 골재 등 원자재와 달리 그 품질의 良否가 국가의 재산이나 국민의 안전에 직결된 상품이며 설계, 제조, 품질관리, 시험방법, 신제품개발 등에 이르기까지 기술개발에 관한 노력이 가장 필요한 품목임에도 불구하고 아직까지 콘크리트업계에서 품질향상 및 기술개발에 관한 적극적인 노력이 이루어지지 못하고 있는 점은 매우 안타까운 현실이다.

### 3. 2000년대 콘크리트산업의 전망 및 발전 방향

#### 3.1 콘크리트수요의 전망

국내의 콘크리트수요는 향후에도 우리 사회가 매우 큰 건설프로젝트를 필요로 할 것이므로 지속적으로 증가할 것으로 보는 것이 타당할 것이다. 장래의 콘크리트 수요를 전망하기 위하여 콘크리트와 연관된 향후 10년후의 經濟社會環境의 변화를 개략적으로 전망하여 보면 다음과 같다.

우선 生活環境의 변화를 살펴볼 때 그동안 過密化되었던 都市중심부의 인구는 점차 감소하고 이와 더불어 郊外地域의 인구가 괄목할 만하게 증가할 것이다. 이러한 人口移動을 따라서 근린시설, 교육기관, 상업시설이 재배치되게 되고 都心地와의 連繫를 위하여 도로, 철도 등에 대한 수요가 증진될 것이다. 이와 아울러 地下空間의 활용이 크게 증가하는 동시에 海洋利用技術이 발달하여 인공섬위에 건설되는 海上空港(floating airports)과 海上都市의 출현이 있을 것이다.<sup>7)</sup>

社會環境側面에서는 핵가족화가 진행되는 동시에 人間の壽命은 현재보다 약 10% 증가할 것으로 기대되며, 이는 세대수의 증가를 유발하여 꾸

준한 주택수요를 뒷받침할 것이다. 단순한 예로서 만약 國內의 人口가 20년후에 현재보다 50%가량 증가된다고 가정한다면 그 기간동안에 약 1분당 1戶의 住宅이 필요하게 된다. 이것은 사용이 불가능하게 되는 減失住宅을 포함하지 않은 수치이다. 한편 勞動力의 절대수요는 현재보다 크게 감소할 것이며, 이에 따라 생성되는 많은 여유시간은 레크레이션시설에 대한 附加의인 수요를 생성할 것이다. 또한 社會心理은 인스턴트化, 고급화할 것이고 이러한 이유로 콘크리트구조물은 수시로 변경되거나 편리성을 추구하기 위하여 광범위하게 파괴될 것이며, 새로 세워질 것이다. 또한 국가경제의 발전과 더불어 경제성장의 기초자원이며 국민의 생활편의를 위한 社會間接資本施設에 대한 투자가 가일층 강화될 것이다. 결국 위와 같은 경제사회환경의 변화를 종합하여 볼 때 현재와 마찬가지로 향후에도 엄청난 콘크리트수요가 유발될 것이다. 문제는 오히려 시멘트, 骨材와 같은 原資材의 원활한 공급문제가 될 것이며, 기술적으로는 建設生産의 量産化, 저렴화, 인력저감 등이 주된 과제로 부각될 것이다.

장래의 콘크리트 수요는 1970-1990년의 21년간의 건축공사수주액, 토목공사수주액, 시멘트소비량을 가지고 重回歸分析을 통하여 표5와 같은 예측모형을 설정하고 여기에 國土開發研究院에서 1991년에 발표한 표6의 長期 建設投資豫測資料(각 산업별 부가가치생산액과 고정자본투자계수를 이용하여 각 산업별로 고정자본액을 구한 후 總 建設投資에서의 설비투자과 건설투자의 비중을 기초로 하여 산출)를 이용하여 1993년 이후의 시멘트수요량을 전망한 다음, 시멘트의 70%가 構造體콘크리트의 제조에, 그리고 나머지 30%가 시멘트2차제품 및 모르타 등의 용도에 사용된다는 것을 전제로 하고 콘크리트제조용 시멘트단위투

표 5 시멘트需要의 重回歸豫測模型의 推定

區 分		係數값	t 값
獨立變數	建築投資(億원)	0.13561	1.666
	土木投資(億원)	0.07678	0.360
常數(constant)		9288.032	9.028
從 屬 變 數		y年度 시멘트需要(천 M/T)	
r <sup>2</sup> 값		0.8586(Adjusted 0.8429)	

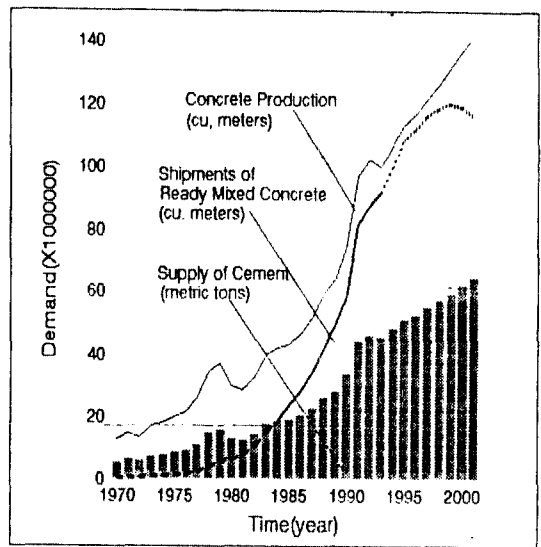


그림 4 콘크리트 수요의 예측

입량으로서 0.32톤/m<sup>3</sup>을 적용하여 콘크리트의 수요량을 간략히 예측해 보았다. 예측결과는 그림4와 같다. 본 그림에서 레미콘需要量은 1970-1992년의 시멘트소비량의 레미콘轉化率을 사용하여

$$\text{RATIO}(r) = -0.01078(X - 1981)^3 + 0.1148(X - 1981)^2 + 3.92618(X - 1981) + 18.9651$$

단, RATIO(r): 레미콘轉化率, X: 年度와 같은 3次 函數모형을 설정하여 1993년 이후의 레미콘轉化率을 예측하여 산출하였다.

본 예측은 獨立變數(independent variable)로

표 6 國內의 長期 建設投資量 展望

(單位: 10億)

年度	住宅建築	非住宅建築	土 木	總建設投資
1993	11,125	8,259	13,105	32,489
1994	12,466	8,405	14,348	35,218
1995	13,834	8,460	15,882	38,177
1996	14,851	8,233	16,275	39,360
1997	15,832	8,422	17,035	41,289
1998	16,877	8,605	17,830	43,312
1999	17,991	8,738	18,662	45,391
2000	19,179	8,858	19,533	47,570
2001	20,445	8,963	20,445	49,853

註) 예측에 이용된 實質GNP의 전망치는 1992-96년은 정부의 제7차 5개년계획의 전망치를 1997-2001년은 평균 7.5%의 성장을 가정하여 산출한 것임.

資料) 國土開發研究院

서 투입된 건설투자액이 經常價格이므로 예측오차가 우려되며, 또한 건설구조행태의 변화, 자재소비행태의 변화, 자재단위투입량의 변화 등이 무시된 점이 유감이나 대략 국내의 콘크리트수요는 2000년까지는 1億 $m^3$ ~1億2千萬 $m^3$ 의 수요를 유지하여 絶頂期를 맞을 것이며, 2000년 이후로는 住宅普及率 및 각종 사회간접자본시설충족률이 크게 상승됨에 따라 콘크리트의 수요도 점차 감소될 것으로 예측된다.

### 3.2 콘크리트산업구조의 전망

앞서 콘크리트의 중, 장기 수요전망에 의할 때 국내의 콘크리트산업계는 住宅需要의 지속적 증대와 基幹산업시설에 대한 투자확충에 힘입어 향후 10~15년까지는 비교적 높은 수준의 수요를 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 앞으로 10여년 후에 콘크리트산업계에 나타날 여러 産業構造上的 변화를 略述하면 다음과 같다.

우선 시멘트는 1992년 현재 65%수준에 머물고 있는 벌크시멘트의 비중이 유통구조의 합리화, 수송수단의 발달에 기인하여 2000年代初에는 90%선으로 크게 높아질 것이다. 생산품종별로는 현재 主種을 이루고 있는 보통포틀랜드시멘트의 비중이 점차 감소하고 플라이애쉬시멘트, 高爐시멘트와 같은 混成시멘트 및 特殊시멘트의 생산비율이 크게 늘어날 것이다. 시멘트산업에 있어서 향후 최대의 난제는 유통과 수송의 문제이다. 철도, 도로 등의 수송수단이 한계에 다다른 현 상황에서 海上수송비중의 확충은 필연적인 歸結일 것이다.

骨材는 대체골재의 이용비율이 크게 상승할 것으로 전망된다. 현재 細骨材의 주종을 이루고 있는 강모래는 2000年代에 이르러서는 극히 희소해지고 대신 洗滌海砂 및 陸砂의 이용이 크게 증가할 것이며 碎砂의 이용도 큰 폭의 증가가 예견된다. 粗骨材의 경우는 현재의 추세를 감안할 때 깐자갈의 사용비율이 95% 이상을 상회할 것이다. 또한 구조물의 고층화, 경량화에 따라 人工輕量骨材의 개발이 활발해 질 것이다. 최대의 문제는 골재자원의 확보에 있다. 근간 강화되고 있는 환경보전정책이나 民願의 발생으로 碎石, 海砂업계 공

히 어려움에 처할 우려가 높다.

레미콘은 현재의 레미콘轉化率을 감안할 때 잠재수요가 아직 남아있어 量的인 성장여지가 풍부한 편이다. 반면 생산업체의 과다한 증가, 그리고 이로 인한 市場構造의 崩壞는 콘크리트의 품질에도 악영향을 끼칠 것이다. 생산품종은 점차 고강도화, 고유동화가 진행될 것이며, 수요의 다양화, 고도화에 대처할 수 있는 능력배양이 요구된다. 또한 수요확보를 위해 건설업계의 現場移動式플랜트와 힘겨운 싸움이 예상되며, 建設生産의 PC化 추진에 따라 수요이탈현상이 나타날 공산이 크다. 그리고 2000年代에 들어 레미콘산업의 가장 심각한 현안으로 환경문제의 부각을 들 수 있을 것이다.

### 3.3 콘크리트산업구조면의 발전방향

콘크리트業界는 근간 수요의 증가로 양적인 급속한 성장을 이룩하였으나 아직 營業管理 위주에서 벗어나지 못하고 있으며, 생산성향상, 원가절감 등과 같은 質的인 면에서의 향상을 위한 노력은 매우 미흡한 실정이다. 반면 콘크리트산업은 工程관리, 자재관리, 원가관리, 영업관리, 생산관리, 품질관리, 장비관리 등에서 보다 많은 연구활동 및 QC, QM과 같은 우수한 관리체도의 활성화, 그리고 FA, OA의 강화, 경영기술정보의 시스템화를 추진함으로써 新유망상품의 개발, 직접부문의 생산성 향상, 간접부문의 코스트저감, 재무구조개선, 조직의 활성화, 인재의 육성 등에 큰 성과를 기대할 수 있을 것이다.

또한 콘크리트산업의 안정적 발전을 위하여는 유통 및 수송체계의 개혁이 매우 시급한 과제이다. 우선 시멘트는 향후 벌크(bulk)시멘트의 생산비율이 지속적으로 증가할 것으로 전망되므로 소비자 流通基地의 확충이 先決과제이며, 시멘트輸送도 현재의 철도, 육로수송 중심에서 海上수송비율을 크게 늘리는 것이 요구된다. 또한 骨材도 현재는 陸路수송이 主를 이루고 있으나 앞으로는 運河 등을 이용하여 골재운반에 대형 船舶을 사용하므로써 골재수송의 대량화, 효율화를 기하여야 한다. 또한 콘크리트유통구조는 中間유통체널을

대형화, 체계화시켜 買占賣惜 및 假需要를 방지하고 효율적인 在庫관리가 이루어져야 할 것이다.<sup>5)</sup> 이와 더불어 지난 1990-1992年 사이의 극심한 시멘트파동, 1989年의 骨材파동 등과 같은 현상을 방지하기 위하여 콘크리트산업계는 원활한 수급 체계 구축에 노력해야 한다. 이를 위하여는 中, 長期 需要豫測 및 需給安定方案에 대한 믿도있는 분석과 대책의 수립이 요구된다. 특히 骨材의 원활한 조달여부는 2000年代에 있어 콘크리트산업계의 핵심과제가 될 것이다. 骨材需給의 안정을 위하여는 政府차원에서 각종 골재채취규제의 緩和와 함께 현재 환경문제로 논란이 되고 있는 石山 골재 및 陸골재의 적극적 개발이 요구되며, 특히 대량의 수요를 충족시키기 위하여는 대형 骨材採取源을 확보하여 民, 官 공동으로 집중개발을 시도할 필요가 있다.

한편 콘크리트제품의 생산시스템은 품질향상 및 원가절감을 위하여 自動化, 電算化, 시스템화가 추진되어야 한다. 또한 公害문제에 대처하기 위하여 폐기콘크리트 재생설비, 海砂의 세척시설, 碎石생산라인의 세척시설, 防塵網, 골재저장시설에 대한 과감한 투자가 이루어져야 한다. 그리고 콘크리트산업계는 지금까지의 前近代的인 산업구조체계를 벗어나 보다 고도화, 조직화될 필요성이 있다. 이는 콘크리트산업이 기술발전속도가 완만하고 地域市場의 특성을 가지며, 안정된 수요의 확보가 어렵기 때문이며, 더구나 콘크리트산업이 이른바 3D業種이라는 인식이 팽배하여 우수한 人力을 확보하기가 어렵고, 또한 대부분 中小業體가 주류를 이루고 있기 때문이다. 따라서 콘크리트산업계는 日本과 같이 地域단위로 철저히 조직화되고 共同生産, 共同輸送, 共同技術開發과 같은 협력 및 業域분담을 보다 강화해 나가야 한다.

#### 4. 콘크리트기술의 전망 및 발전방향

##### 4.1 콘크리트기술 수요구조의 전망

장래의 콘크리트기술수요구조는 콘크리트가 가지고 있는 長點, 즉 경제성, 재료구득의 용이성, 다양성 등의 특성을 더욱 향상시켜 나가는 동시에

콘크리트가 가지고 있는 短點의 改善, 예를 들면 증량의 감소, 인장강도의 증진, 내구성증진, 크랙의 저감, 早期강도의 획득, 乾燥收縮의 저감, 水和熱의 감소, 透水性의 감소 등이 부각될 것이다.

특히 콘크리트의 공학적 특성으로서 強度보다는 耐久性이 重視되는 경향이 높아질 것이다. 지금까지 콘크리트는 거의 반영구적인 재료로 인식되어 왔고 中性化이론에 의한 때 60年 이상은 무난히 사용될 수 있는 재료로 알려져 왔다. 그러나 오늘날의 현실은 콘크리트구조물이 형성된 후 10年이 채 되기도 전에 각종 耐久성과 관련된 문제점들이 속출하는 경우가 많다. 가까운 日本에서도 1964年 東京올림픽을 前後로 건설된 엄청난 콘크리트구조물에서 각종 내구성 저하현상이 나타나기 시작하여 이른바 "CONCRETE CRISIS"라 하여 1970年代에 큰 사회적 문제로 대두된 바 있다. 국내의 경우도 88올림픽 및 200萬戶 주택건설을 頂點으로 資材 및 勞動力의 극심한 부족현상 속에서 대량의 콘크리트공사가 진행되었는 바, 2000年頃부터는 도처에서 콘크리트의 내구성저하현상이 도출될 것이며, 이를 계기로 콘크리트 품질확보에 대한 국민적 공감대가 형성될 것이다.

한편 이러한 技術需要構造의 변화에 대응하여 콘크리트산업계는 더욱 단합된 노력이 요구될 것이다. 결국 콘크리트에 대한 요구는 콘크리트의 信賴性的의 增進을 요구하는 것이고 이를 受容하기 위하여 材料의 改良, 材料의 품질관리, 材料의 調和에 대한 끊임없는 노력이 전개되어야 할 것이다. 이러한 노력의 결과는 크랙이 없고, 화학적 저항성이 뛰어나고, 높은 引張強度를 가지며, 凍結에 영향을 받지 않고, 셀프큐어링(self-curing)되며, 다양한 環境의 변화에 적응하며, 不透水性을 가진 콘크리트가 등장하는 것을 가능하게 할 것이다.

##### 4.2 콘크리트제조기술의 전망

###### 4.2.1 材料面の 進歩

시멘트 제조기술의 발전은 콘크리트사용환경의 증대, 강도증진, 내구성증진 등을 목표로 하여 特殊시멘트, 混合시멘트 측면에서 현저할 것이다.

가능한 예로서는 콘크리트의 收縮을 보완할 수 있는 膨脹시멘트, 고알루미늄질을 주성분으로 하여 공극을 크게 감소시킨 MDF시멘트(Micro Defect Free Cement) 등이 있으며, 슬래그 및 플라이애쉬가 시멘트系 結合材(cementitious binders)를 형성하는데 대량으로 사용될 것이다.

骨材는 지상천연골재의 고갈에 따라 3면이 바다로 둘러싸인 우리나라의 현실상 海洋資源(marine deposits)의 개발이 광범위하게 이루어질 것이며, 채석, 채사, 인공골재와 같은 製造骨材(manufactured aggregates)의 사용이 크게 늘어날 것이다. 또한 콘크리트에 있어 더 높은 強度-重量比를 얻기 위하여 輕量骨材에 대한 관심도 증가될 것이며, 건설구조의 해체과정에서 발생 하는 폐기콘크리트의 활용이 크게 증가하고 플라이애쉬 혹은 산업쓰레기 등의 廢資源을 활용한 骨材의 개발도 왕성해질 것이다. 특히 폐기콘크리트를 콘크리트용 골재로 재활용하는 기술은 양적으로나 질적으로 매우 괄목할만한 진전을 보일 것이다. 향후 국내의 폐기콘크리트는 2000年代에 이르러서는 500萬<sup>m<sup>3</sup></sup> 이상에 달할 것으로 전망되고 있는데 이 시기에 폐기콘크리트를 이용한 재생골재는 도로기층잡석, 아스팔트콘크리트 등에 유효하게 활용될 것이며, 건설현장에서 생산된 폐기콘크리트가 곧바로 새로운 콘크리트재료로 재사용되는 경우도 흔히 발생하게 될 것이다. 아울러 부족한 골재를 보충하기 위하여 中國, 臺灣 등지로부터 대량의 骨材輸入이 이루어질 것이다.

혼화제는 콘크리트의 품질개선을 위하여 더욱 다양한 품종이 사용될 것이며, 특수한 성능을 가진 혼화제의 개발이 국내에서도 이루어질 것이다. ACI의 보고서에 의하면 檢査用 混和劑의 출현을 예측하고 있다. 이 혼화제는 서로 다른 품질의 콘크리트를 칼라코드(color-coded)화하여 구별시키며, 색깔의 변화에 의해서 물-시멘트比의 高低, 콘크리트溫度의 高低를 지적하게 되므로 콘크리트의 均質性(uniformity)을 확보하는데 기여할 것이다. 이와 더불어 熱硬化性 또는 熱可塑性의 樹脂混和材料가 화학적 공격에 대한 시멘트매트릭스의 저항성을 증가시키기 위하여 개발될 것이다. 또한 樹脂技術(resin technology)이 크게 발

달하여 크랙이 생긴 콘크리트의 보수에 우레탄 및 폴리에스터, 에폭시의 사용이 증가할 것이며, 有機質의 폴리머(organic polymers)가 무기질의 시멘트콘크리트를 改質하는데 이용될 것이다.<sup>10)</sup>

한편 더 長大하고 더 높은 구조물을 건설하기 위하여 고강도의 콘크리트와 함께 고강도의 補強材料 및 프리스트레싱 鋼材(prestressing steels)의 개발이 가속화할 것이다. 또한 인장강도의 증진을 피하기 위하여 鐵筋 이외의 다양한 보강재료가 사용될 것인데, 예를 들면 유리 및 카본 등의 纖維(fibers)를 시멘트매트릭스에 첨가하거나 혹은 콘크리트에 樹脂를 혼합하거나 콘크리트 경화후에 樹脂를 침투시키는 방법이 시도될 것이다. 또한 철근의 부식을 방지하기 위해서 철근표면의 코우팅이 이루어질 것인데 콘크리트와의 부착성을 향상시키기 위한 노력이 병행될 것이다.

#### 4.2.2 製造, 施工 및 維持補修面の 進歩

우선 콘크리트 調合設計 작업에는 방대한 연구 성과를 토대로 專門家시스템(expert system)이 도입될 것이다. 기술자는 사용되는 재료의 특성을 컴퓨터에 입력시키고 주어진 強度수준, 요구되는 내구성, 시공성, 凝結시간, 색깔, 그리고 콘크리트가 사용되는 환경 등을 입력하게 되면 컴퓨터는 그 때 가장 경제적이고 효과적인 성분요소들의 調合比率를 제공하게 된다. 컴퓨터는 이러한 情報를 콘크리트 생산플랜트에 전달하고 재료계량, 혼합을 직접 지시하며, 재료의 특성이 변화하면 調合조건을 자동적으로 조정하게 된다. 콘크리트의 혼합에 있어서는 혼합시간(mixing time)의 감소 및 균질성의 증가가 이루어 질 것이며, 連續的인(continuous) 조합과 혼합이 가능하게 될 것이다.

기부집은 노동력을 경감시키고 더 설치하기 쉽고 더 내구적이며, 기부집의 용도뿐만이 아니라 궁극적으로는 구조체의 일부가 되는 프리캐스트 기부집의 출현이 예상되며, 얇은 단면의 폴리머콘크리트는 이러한 용도로 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 또한 장래에 있어 건설현장에서 鐵筋 혹은 銲接鐵網(welded wire fabrics)의 조립작업은 주로 로봇기계에 의해 취급될 것이며, 직접 플랜트에서 프리패브리케이션되는 사례도 증가할 것

이다. 콘크리트시공에 있어 로봇기계의 개발 및 활용은 매우 광범위해질 것인데 현재 外國의 개발 동향을 고려할 때 콘크리트디스트리뷰터, 콘크리트바닥 미장로봇, 슛크리트로봇, 철근콘크리트바닥검사로봇 등이 향후 국내에서도 실용화될 것이다.

콘크리트시공작업에는 자동화된 콘크리트펌프와 콘베이어가 사용될 것인데, 高性能콘크리트(HPC)로 대변되는 高流動性을 가진 콘크리트가 발달함에 따라 타설 및 다짐작업의 품이 크게 경감될 것이다. 토목시공에서는 새로운 콘크리트포장공법으로서 아주 되게 반죽한 超硬練콘크리트를 아스팔트포장기계로 鋪設하는 轉壓콘크리트(RCCP)시공법이 국내에서도 주목될 것이다. 養生작업은 혼화제와 제조기술의 발달에 의하여 필요성이 최소화될 것이며, 오토클레이빙(autoclaving) 및 超短波(microwave)를 이용한 蒸氣養生이 보편적으로 사용될 수 있을 것이다.

품질관리는 체계화, 표준화될 것이며, 人工知能(AI)을 활용한 專門家시스템의 발달로 技術者는 콘크리트의 사용환경에 맞추어 콘크리트에 요구되는 성능조건들을 명확하게 한정하는 것이 가능해질 것이다. 그리고 콘크리트의 품질은 믹서내에서 엄정히 검사되어 습조관정을 받게 되는데 콘크리트의 혼합, 운반의 지연없이 原子追跡方式(nuclear tracer method)이나 原子吸收裝置(nuclear absorption devices)를 이용하여 검사될 것이다. 또한 각종 센서(sensor)의 개발로 早期品質判定法이 발달해 감에 따라 현재 일반화되고 있는 28일 강도시험은 점차 없어질 것이며, 신속한 收納試驗이 기포집내에 들어가기 직전의 콘크리트에 대하여 행해질 것이다. 이와 더불어 硬化콘크리트의 검사를 위한 기술로는 超短波(microwaves), 超音波(ultrasonics) 등이 등장할 것이며, 放射線寫眞術(radiography), X-Ray, 그리고 同位元素(isotopes)도 일반적인 道具가 될 것이다. 또한 音波放射技術(sonic emission techniques)도 개량되어 구조물시험에 사용되며, 自己電位測定法(self potential measurements)은 鐵筋腐蝕의 범위 및 위치를 알아내는데 적용될 것이다.

施工構法에 있어서는 先表面處理(surfaces

prefinished)되어 미리 부품화된 방크기의 벽체, 바닥구성부품들을 사용하는 건축시공법이 점차 건설시장을 점유하게 될 것이다. 또한 모듈리 建築시스템의 개발과 함께 高層콘크리트건축은 대략 10層 내외의 거대한 모듈로 건설될 것이다. 도로시공에 있어서도 프리캐스트슬래브패널의 사용은 경제성의 확보와 부분수리시공이 용이하다는 특성으로 인하여 크게 증가할 것이다.

한편 2000年代에는 위와 같은 하드웨어적인 분야 이외에 1980年代를 전후로 건설된 엄청난 철근콘크리트구조물을 대상으로 한 構造安全診斷, 耐久性診斷 분야가 신종유망산업으로 크게 관심을 끌 것이며, 구조물폭파해체분야 및 建設廢材의 재이용분야도 현격한 기술의 진보와 더불어 부가가치가 높은 新種産業으로서 위력을 가질 것이다.

#### 4.2.3 콘크리트技術開發面의 進步

장래에는 콘크리트중량의 감소에 대한 노력이 다각적으로 시도될 것이며 이는 高強度輕量콘크리트의 현저한 발달을 가져 올 것이다. ACI의 보고에 의하면 2000년대에는 超輕量骨材, 樹脂性混和材料(resinous additives) 및 浸透材料(impregnants)의 발달로 1 cu ft에 100lb 콘크리트가 10,000psi (700kg/cm<sup>2</sup>)의 強度를 발현하는 것이 가능할 것으로 보고 있다. 또한 콘크리트의 輕量化에 의해 450-600m의 스패를 가진 長大한 구조물이 콘크리트로 건설될 수 있을 것으로 전망하고 있다.<sup>(10)</sup> 강도면에서는 역시 ACI의 보고에 의할 때 2000년대에는 60,000psi(4,200kg/cm<sup>2</sup>) 이상의 強度가 실현될 수 있으며, 20,000psi(1,400kg/cm<sup>2</sup>) 정도의 압축強度는 일상적으로 얻어질 수 있을 것으로 전망하고 있다.

내구성측면에서는 폴리머를 콘크리트의 결합재, 침투재, 또는 혼화재료로 이용하여 유해한 물과 化學藥品이 콘크리트내로 침투하는 것을 방지함으로써 콘크리트의 내구성이 현저히 증가할 수 있을 것이다. 그리고 콘크리트의 水和熱을 감소시키기 위하여 초저온의 액체질소를 분사한 모래를 사용하는 샌드프레쿨링공법, 그리고 콘크리트제조에 薄片의 얼음조각을 사용하는 아이스크콘크리트공법도 2000年代에는 국내에 등장할 것이다.

또한 장래에는 콘크리트구조물의 공학적 특성 못지않게 美的 성능에 대한 욕구가 또한 증대하여 칼라콘크리트의 사용이 증가할 것으로 전망되며, 鍊磨(grinding), 모래뿜기(sandblasting) 및 기타 다른 表面質感을 얻기위한 기술의 진보도 있을 것이다.

### 4.3 콘크리트기술의 발전방향

#### 4.3.1 콘크리트産業界의 課題

가장 먼저 콘크리트의 품질이 국가의 재산과 국민의 안전에 직결된다는 점을 명심하여 콘크리트 製造業者의 사명감과 책임의식, 특히 最高經營者層의 인식개혁이 우선되어야 할 것이다. 이러한 인식하에 기술개발과 품질향상을 위한 과감한 투자와 연구가 이루어져야 한다. 향후 콘크리트業種은 정부정책기조 및 신규업체의 동향을 파악할 때 점차 中小企業의 입지가 강화되어 갈 공산이 크다. 따라서 시멘트, 建設業種과 같이 個別會社單位로 기술개발을 추진하기가 어려우므로 外國(日本, 유럽)의 예에서 보는 바와 같이 업계공동의 컨소시엄을 통하여 각종 현안 연구과제 수행 및 제조기술의 실천적 보급을 할 수 있는 專門研究機關의 필요성이 대두되는 것이다. 콘크리트 전문연구기관에서는 수많은 콘크리트기술의 연구개발 이외에도 국내의 현실상 콘크리트품질문제 자문, QC활동지도, 콘크리트품질관리요원 교육, 외국 첨단기술 수입보급 등과 같은 실천적 업무를 담당하여야 할 것이다.

또한 제품의 품질검사가 콘크리트업계내에서 자율적으로 이루어져 제품품질보증, 不良品 유통방지가 이루어져야 한다. 외국의 예로서 英國의 QSRMC(Quality Scheme for Ready Mixed Concrete)를 비롯하여 유럽全域에는 이러한 품질감사체계가 확실하게 정착되어 있고, 日本에도 品質管理監査委員會 아래 자체적인 품질검사가 엄격히 이루어지고 있으며, 레미콘제품의 경우 일본全域에 70여개의 共同試驗場이 설치되어 활발한 활동을 전개하고 있다. 앞으로 국내의 콘크리트산업계에서도 品質監査制度를 점차 정착시켜 不良品の 유통을 事前에 방지하고 제품의 품질향상에

자율적인 노력을 전개해 나가야 하겠으며, 이를 위해서는 콘크리트 품질검사업무 및 공동시험을 할 수 있는 地域單位의 共同試驗場 설치도 적극 검토되어야 할 것이다.

한편 콘크리트산업계에서 직접 콘크리트의 품질을 책임지고 있는 콘크리트품질관리요원들의 質의 향상도 매우 시급한 과제이다. 현재 콘크리트업계, 특히 신설업체 및 중소기업의 품질관리요원은 專門的인 기술교육을 받지 못한 상태가 대부분이며, 또한 교육을 받고 싶어도 마땅한 프로그램이 존재하지 않은 바, 政府 및 콘크리트산업계에서 기술교육을 실시할 수 있는 교육프로그램을 개발하여 집중적인 교육을 실시하여야 할 것이다.

#### 4.3.2 政府 및 學界의 課題

우선적으로 건설산업에 있어 강력한 품질보증체계를 구축해야 한다. 현행의 국내 건설시공감리 제도는 人力의 부족 및 기술능력의 취약으로 인하여 엄정하고 專門的인 감리가 이루어지지 못하고 있으며, 더구나 우루과이라운드協商에 의해 1994年 이후 建設市場의 개방이 이루어진다는 점을 감안할 때 감리기능의 特化, 감리업무의 제도화 등과 같은 建設施工監理制度의 全面的인 개혁이 이루어져야 할 것이다.

法行政 측면으로는 KS 및 콘크리트관련규격에서 품질관리의 효율화를 위하여 개정되어야 할 부분이나 또는 상호모순되는 조항들이 지적되고 있으므로 충분한 연구와 광범위한 의견수렴을 통하여 개정보완이 필요하며, 콘크리트業 종사자의 資質향상과 위상강화를 위하여 일본에서와 같이 '콘크리트기사'제도를 시행하는 것을 검토해 보아야 한다.

정책측면에서는 대체골재의 이용방안수립이 시급한 과제라 할 수 있는데 우선 細骨材는 洗滌海砂의 공급을 증량해 나가는 방안을 세워야 하며, 粗骨材는 엄격한 환경영향평가를 거쳐 政府주도 하에 대형 石山의 개발이 지역단위로 체계적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 全國의 骨材賦存量 및 利用可能量, 그리고 개발우선순위 등에 대한 명확한 실태파악도 역시 시급한 과제라고 할 수 있다. 한편 老朽콘크리트구조물에서 파생되는 廢

棄콘크리트, 火力發電所에서 발생하는 플라이에쉬, 製鐵所에서 발생하는 高爐슬래그와 같은 폐자원의 활용은 아주 효용가치가 큰 과제이므로 적극적인 노력을 기울여야 한다.

學術면에 있어서는 콘크리트연구의 현실화가 필요한 것으로 사료된다. 구체적인 예를 들면 현재 콘크리트용 粗骨材로서 깻자갈의 사용비율이 90%를 넘고 있는 만큼 지금까지의 깻자갈을 사용한 연구에서 벗어나 깻자갈베이스의 연구가 이루어져야 하며, 試驗水準의 설정에 있어서도 가능하다면 - 특히 그 연구가 實用化를 目的으로 행해진다면 - 물시멘트比, 혼화제종류, 단위시멘트량 등은 산업현장에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 배합수치를 적용해야 할 것이다. 또한 콘크리트관련 연구는 產, 學, 官, 研의 業域分擔 및 일체화된 연구를 통하여 실용화에 중점을 두어야 하며, 이를 위하여는 產業界의 적극적 참여가 이루어져야 할 것이다. 또한 學界 및 研究界에서는 회생적이고 성실한 자세, 그리고 연구의 실용화에 대한 구체적이고 실증적인 노력이 요구된다고 하겠다.

## 5. 제 언

수년전 사회적으로 엄청난 波紋을 몰고왔던 新都市의 不實工事に 이어 지난 해의 新幸州大橋의 붕괴, 그리고 최근 발생한 淸州 牛岩商街아파트의 붕괴사고는 국내 콘크리트기술의 現住所 및 不實工事が 가져올 수 있는 慘狀을 극명하게 보여 준 사건이었다. 사실 우리는 지금까지 건설공사 완공 후에 발생하는 콘크리트구조물의 균열, 漏水 등과 같은 클레임은 으레히 일어날 수 있는 대수롭지 않은 일로 치부해 버리고 있으며, 新都市아파트의 한 團地에서 한달에 무려 千여건의 瑕疵申告가 발생했다는 보도에도 무감각할 만큼 不實施工에는 이미 免疫이 된지 오래이며, 언제 어디서 또 다른 大型 慘事가 발생할지도 모르는 위험속에서 살고 있는 것이 현실이다.

콘크리트구조물이란 일단 시공이 완료된 후에 缺陷이 발생하게 된다면 이를 해결하기 위한 사회적, 경제적 피해는 매우 크기 때문에 시공단계에

서 안전하고 내구적인 콘크리트구조물을 구축하기 위한 제반 노력이 경주되어야 한다. 그러나 우리의 현실은 콘크리트구조물의 품질보증을 위한 제도적인 장치가 부족하고 건설업체로서도 체계적인 工程管理과 新工法, 新技術, 그리고 VE, TQC활동 등과 같은 과학적이고 조직적인 노력에 의해 採算性을 확보하기 보다는 資材價格 및 人件費의 저감, 무리한 工事日程의 단축 등과 같은 비합리적인 면에서 採算性을 확보하려는 노력이 지금까지 일반화되어 온 것이 사실이다.

또한 우리는 지금까지 콘크리트구조물의 사고가 발생할 때마다 言論을 중심으로 사회적인 비판의식이 크게 고조되었다고 하더라도 事態의 해결에 있어서는 항상 短期的이고 臨機應變의인 彌縫策에 그쳐왔던 사실을 많이 보아왔다. 이러한 慣行은 결국 오늘날 콘크리트구조물의 잇달은 大型 慘事를 불러오고 있는 바, 정부 및 건설업계, 콘크리트산업계에서는 지금까지의 소극적인 사태해결의 자세에서 벗어나 不實構造물이 발생하는 근본적인 원인을 규명하여 보다 우수한 건설구조물을 만드는데 全力할 수 있는 제도적인 장치의 마련과 인식의 改善이 이루어져야 한다.

콘크리트 품질향상 및 기술개발에 있어서 또하나 빼 놓을 수 없는 사항이 품질과 기술의 경쟁이 이루어 질 수 있는 풍토가 조성되어야 한다는 것이다. 현재 先進國에서는 기업의 경영자가 종전에는 營業에 유능한 人事가 대부분을 차지하였으나 지금은 테크노크랫(technocrat), 즉 專門技術人으로 經營層이 형성되고 있는 상태에 있다. 이는 先進國에 있어서 기업의 존속이란 專門技術을 가진 者만이 운영할 수 있을 정도로 기술과 품질의 경쟁이 가속화되어 가고 있음을 反證하는 것이다. 그러나 국내의 콘크리트산업계의 현실은 아직까지도 품질과 기술의 경쟁이 아닌 치열한 營業競爭이 우위를 점하고 있는 실정이므로 앞으로 국내에서도 품질과 기술에 의한 기업의 발전이 이루어 질 수 있도록 諸般條件의 조성이 政府의 주도하에 시급히 이루어져야 할 것이다.

이러한 성실한 노력이 이루어 질 때 콘크리트産業 및 建設産業은 국가의 基幹産業으로서 길이 後孫에 물려 줄 社會基盤施設을 구축하는 막중한 責



務를 다할 수가 있으며, 尖端産業社會에 同參하므로써 비로소 國民의 올바른 認識을 받을 수 있게 될 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 金武漢, 레미콘의 品質管理와 施工管理, 레미콘, 1991. 12, pp.31-40
2. 金武漢 外, 建築材料學, 文運堂, pp.394~406
3. 崔敏壽, 趙成祐, 金武漢, 레미콘品質管理現況 設問調査報告, 大韓建築學會 學術發表論文集 第12卷 第1號, 1992. 4, pp.439-442
4. 崔敏壽, 金武漢, 레미콘調査設計案分析報告, 한국콘크리트학회學術發表論文集, 第4卷 第2號, 1992. 9, pp.54-57
5. 김재영, 중, 장기 건설동향분석과 전망, 레미콘, 1992. 9, pp.80-97
6. 최민수, 김무한, 건설자재수급체계의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제9권 제3호, 1993. 3, pp. 175-182
7. 崔敏壽, 金武漢, 國內 廢棄콘크리트 發生可能量의 豫測 및 再生骨材로의 利用展望, 大韓建築學會 學術發表論文集, 第13卷 第1號, 1993. 4, pp. 425~430
8. 신현식, 임병훈, 공업화공법의 발전방향에 관한 고찰, 대한건축학회 학술발표논문집, 제12권 제1호, 1992. 4 pp. 463-466
9. 이태식 외, 건설공사의 로봇도입방안, 대한건축학회 학술발표논문집, 제12권 제2호, 1992. 9, pp.651-654
10. C. E. Kesler 外, Concrete-Year 2000, ACI Journal, August, 1971, pp. 581-589
11. S. D. Burks, Will Concrete Be the Leading Building Material of Future, ACI Journal, May, 1971, pp. 321-325
12. 武山 信, 콘크리트의 製造의 發展, 콘크리트工學, Vol. 30, No. 4, 1992. 4, pp.79-84
13. 生 콘크리트 産業의 現狀と 展望, 月刊 生 콘크리트, Vol. 11, No. 12, Dec. 1992
14. 皆川利雄, 骨材를 めべる 問題點と 展望, 月刊 生 콘크리트, Vol. 11, No. 11, Nov. 1992, pp. 38-45

## 전문서적 보급 안내

### “콘크리트 구조물의 비파괴 검사 및 안전진단”

- 본 학회 제 2 회 기술강좌 교재 -

- **주요내용 :**
  - 비파괴검사의 종류, 특징 및 적용방법(이리형)
  - 반발경도, 초음파 및 탄성파법에 의한 비파괴 검사방법(최계식)
  - 전자파, 방사선, 적외선 등을 이용한 비파괴 시험(임창택)
  - 콘크리트 구조물에 대한 비파괴검사의 응용 및 평가(권영웅)
  - 콘크리트 건축구조물의 안전진단 및 평가(김상식)
  - 콘크리트 토목구조물의 안전진단 및 평가(오병환)
  - 콘크리트 구조물의 유지관리 및 보수, 보강공법(박승범)
  - 콘크리트 내구성 향상방법 및 관련 시험방법(정재동)
- **보급가격 :** 20,000원
- **문의처 :** 546-5384, 543-1916