調査報告

全國의 콘크리트用 骨材에 관한 實態調査結果

尹 在 煥
〈水原大 建築工學科 助敎授. 工博〉

目 次

1. 序 論
2. 調査의 目的과 方法
3. 調査結果
(1) 骨材의 種類 및 使用方法
(2) 骨材의 品質
(3) 콘크리트의 配合
(4) 骨材에 관한 設問意見
4. 結 論

1. 序 論

骨材는 콘크리트容積의 70~80%를 차지하는 基礎材料이며 建設産業의 增大에 따라 骨材의 需要도 급격히 增大하여 왔다. 지금까지 우리나라의 骨材需給은 주로 良質의 河川骨材에 의존하여 왔으며 骨材波動期를 거쳐 수도권지역에 있어서는 80年代 前半期의 제1단계 한강종합개발로 인한 骨材波動의 解消 및 제2단계 한강종합개발사업이 今年부터 着手되어 당분간 骨材事情은 現 狀態를 지속할 것같다. 그러나 河川骨材資源은 有限한 資源이며 地方의 一部地域에서는 良質의 河川骨材의 入手가 곤란한 地域도 발생하고 있다. 따라서 骨材의 多樣化, 低品質化가 예상되며 骨材의 品質이 콘크리트의 特性에 미치는 影響을 고려할 때 콘크리트用으로서 使用되고 있는 骨材의 現況을 파악하여 그에 대한 對策을 事前에 강구할 필요가 있다.

현재 建設用의 콘크리트는 거의 레디믹스트 콘크리트(以下, 레미콘이라 略함)를 사용하며 骨材도 레미콘社에 일임되어 있는 狀態이므로 그 實狀을 파악하기 위하여 今年 4月 全國의 레미콘工場을 對象으로 콘크리트用 骨材의 使用에 관한 앙케이트調査를 韓國레미콘工業協會와 共同으로 실시하였다. 本 報告는 그 調査 結果의 槪要이다.

2. 調査의 目的과 方法

骨材에 관한 資料는 一部 公共機關에서 발간된 少數의 統計資料만이 있을 뿐 骨材의 品質 및 콘크리트에 관련된 骨材資料는 全無한 것이 現狀이다.

따라서 本 調査에서는 全國의 레미콘 工場에서 어떠한 種類의 骨材를 어떠한 方法으로 사용하고 있으며, 어느 정도의 品質이 確保되어

있는지 또 그것이 콘크리트의 配合에 어떠한 影響을 미치고 있는지를 파악하는 것을 目的으로 하였다. 또 레미콘工場에서 사용하고 있는 骨材는 어떻게 入手되고 있으며 骨材에 關連된 工業規格 및 各種 시방서의 骨材規準과의 比較와 아울러 意見을 조사할 目的으로 다음 항목에 대하여 앙케이트調査를 실시하였다.

1. 使用骨材의 種類와 使用方法
2. 잔골재(細骨材), 굵은골재(粗骨材)로서의 品質
3. 骨材의 入手方法
4. 콘크리트의 基本配合
5. 骨材品質規定에 대한 意見

調査方法은 韓國레미콘工業協會와 共同으로 全國 182개 레미콘工場을 對象으로 앙케이트調査로 하였다. 또 調査에 있어서는 正確한 資料收集과 事業內容의 비밀보장을 위하여 全國을 9개 地區로서 區分하여 調査工場을 각 地區別로서만 區別하고 工場名은 無記名으로 하였다.

3. 調査結果

앙케이트의 回答은 全國 182개 工場中51.4%에 해당하는 93개 工場으로부터 접수되었다. 이 資料는 그림 1과 같이 全國을 京仁, 江原,

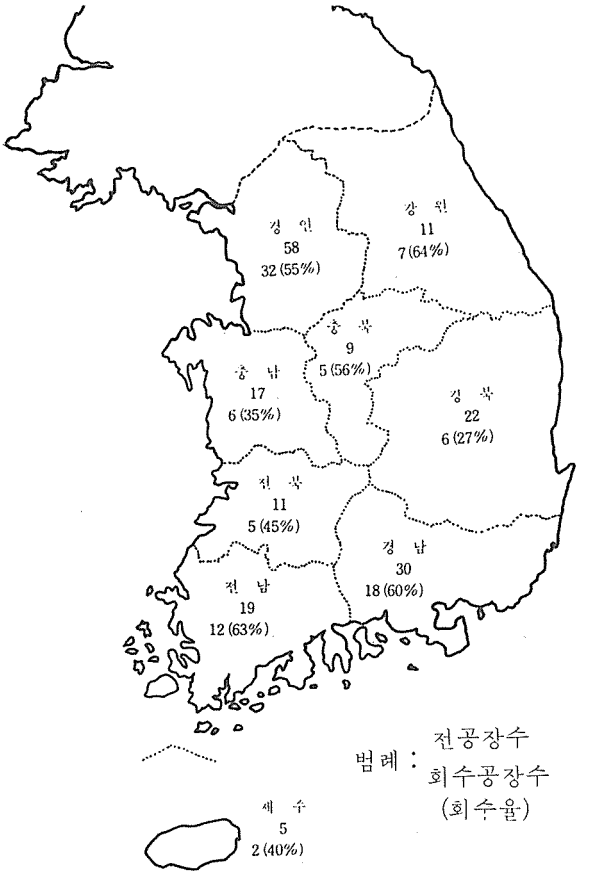

그림 1. 지구별 레미콘공장수 및 앙케이트 회수율

표 1. 조사한 공장의 규모

규모 / 지구	工場職員數(各) 總數 min	總數 max	總數 平均	運轉手 min	運轉手 max	運轉手 平均	콘크리트生産能力(㎥/HR) mix	max	平均
京仁	28	342	120.9	18	173	54.2	90	560	238.7
江原	21	108	46.6	10	25	15.9	60	130	82.9
忠北	38	211	90.4	20	37	30.4	90	210	156
忠南	26	83	51	11	25	18.5	60	210	115
全北	51	250	96.8	17	60	28.2	90	270	168
全南	42	280	96.4	11	35	21.2	60	240	138.8
慶北	22	126	59.0	7	37	22.7	60	330	150
慶南	37	332	84.9	15	64	32.7	60	330	146.8
濟州	27	30	28.5	11	12	11.5	54	90	72
全國	21	342	74.9	7	173	26.1	54	560	140.9

忠北, 忠南, 全北, 全南, 慶北, 慶南, 濟州 의 9개 地區로 나누어 集計하였다. 各 地區別 레미콘工場數, 앙케이트 回答工場數 및 앙케이트 回收率을 그림 1에 표시하였다.

調査한 工場의 平均的인 規模는 표 1에 나타낸 바와 같이 콘크리트의 生産能力은 54～560㎥/HR이며 平均 140.9㎥/HR이다. 職員數는 平均 74.9名, 이중 레미콘車의 운전수가 26.1名이다. 그러나 全國的으로 보면 職員數가 21～342名, 이중 레미콘車 운전수가 7～173名이라는 커다란 幅을 가지고 있다는 것을 알 수 있다.

(1) 骨材의 種類 및 使用方法

全國 레미콘工場에서 사용되고 있는 骨材의 種類를 比率로서 나타내면 그림 2와 같다. 骨材의 種類에 대해서는 明確한 定義가 없으므로 判定의 差異도 있으리라 생각되지만 本 調査에서는 다음과 같이 骨材를 定義하였다.

강모래(川砂), 강자갈(川砂利) : 강바닥(河床) 하천(河川)부지내에서 채취한 것. 단 上流로부터 河口까지를 포함한다.

육지모래(陸砂), 육지자갈(陸砂利) : 옛날 河川부지로서 논, 밭 등의 表土를 걷어내고 채취한 것.

산모래(山砂), 산자갈(山砂利) : 단구(段丘)나 산 중턱에 퇴적한 것으로 육지모래 (육지자갈), 해안모래(해안자갈)의 범위에 속하지 않는 것.

바닷모래(海砂), 바닷자갈(海砂利) : 바닷속 또는 만조시(滿潮時)에 바닷물에 잠길 가능성이 있는 海岸에서 채취한 것.

해안모래(浜砂) : 해안자갈(浜砂利) : 해안에 인접하여 직접 바닷물에 잠가지 않는 곳에서 채취한 것.

깬모래(碎砂), 깬자갈(碎石) : 암석을 깨어서 조정한 것.

全國레미콘 工場에서 使用하는 骨材種類의 대략적인 傾向은 다음과 같다.

잔골재(細骨材)의 종류는 모두 6종류로서 전국적으로 보면 강모래가 가장 많고, 全 잔골재량의 約 80%를 점하고 있다. 그 다음이 육지모래로서 約 17%를 점하고 있으며 그외 바닷

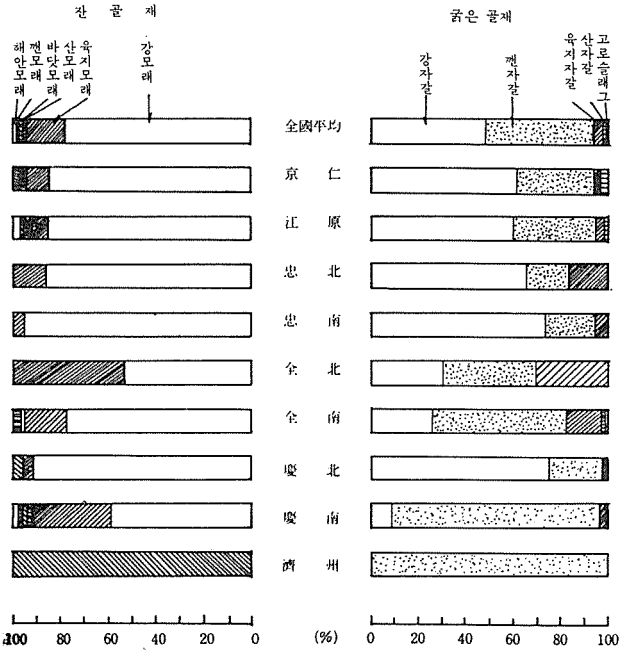

그림 2. 골재의 종류별 비율

모래, 산모래, 깬모래, 해안모래가 少量 사용되고 있다. 地域別로서 보면 京仁, 江原, 忠北, 忠南의 中部地方은 강모래의 使用이 많으며, 全北, 全南, 慶南 등 南部地方은 강모래와 더불어 육지모래의 使用量이 많다. 또 濟州地區에서는 거의 바닷모래가 사용되고 있다. 內陸地方에서 바닷모래가 사용되는 지역은 京仁, 慶北, 慶南의 一部地域에서 少量 使用되고 있다.

굵은골재(粗骨材)에 대해서는 모두 5종류로서 전국적으로 보면 강자갈이 48.6%, 깬자갈이 45.7%로서 거의 同量 使用되고 있으며, 그 다음이 육지자갈로서 5.2%이고, 그외 산자갈과 고로슬래그 굵은골재가 少量 사용되고 있다. 地域別로 보면 京仁, 江原, 忠北, 忠南의 中部地方에서는 강자갈이 主種을 이루고 있는 반면, 全北, 全南, 慶南, 濟州등 南部地方에서는 깬자갈(碎石)이 主種을 이루고 있다. 慶北地區는 잔골재, 굵은골재 모두 南部地方의 特徵과는 달리 中部地方과 類似한 傾向을 보이고 있으나 이것은 慶北地區의 앙케이트 回收率이 27% 로서 가장 낮은 回收率을 보이고 있으며 資料의 不足으로 인하여 正確한 傾向을 나타내지 못한것으로 사료되며 더욱 詳細한 調査가 필요하다고 생각된다. 육지자갈은 全北地區에서 30% 정도, 全北, 忠北地區에서 約 18%정도 사용되고 있다. 고로슬래그깬자갈은 慶南, 全南등 製鐵所 부근에서 極少量 使用되고 있다.

骨材의 用語중에서 가장 혼동하기 쉬운 것이 깬자갈(碎石, Crushed stone)로서 한국공업규격 KSF2527에서는 콘크리트용 부순돌이라 부르고 있으며 부순돌의 原石은 岩石 및 호박돌, 강자갈로 할 수 있다고 기재되어 있으나 岩質 및 物理的 特性上 岩石을 破碎한 것과 호박돌, 강자갈을 破碎한 것을 區分하여 호칭하는 것이 바람직하다고 생각한다. 本 調査에서 깬자갈로 回答한 數의 상당部分에는 호박돌 및 강자갈을 破碎한 것이 포함되어 있으리라 생각한다.

깬자갈의 岩質은 花岡岩이 가장 많아 全体 깬자갈중의 約 切半을 점하고 있으며 그 다음이 玄武岩, 不明(記載하지 않은 것도 포함), 安山岩, 石灰岩, 其他의 順이다. 깬모래(碎砂)는 江原 및 慶南의 一部地域에서 多量 使用되고 있으며 앙케이트에 기재된 것은 花岡岩 및 不明의 2件 뿐이었다.

이들 骨材를 잔골재, 굵은골재로서 사용하는 경우, 單一品種으로 사용하는지(以下, 單品使用이라 칭함), 數 種類의 骨材를 混合하여 사용하는지(以下, 混合使用이라 칭함)에 대해서는

표 2. 골재의 單品·混合사용건수

골재별 / 사용별 / 지구	잔 골 재			굵 은 골 재		
	單品使用	混 合 使 用		單品使用	混 合 使 用	
		同一種	異 種		同一種	異 種
京 仁	23	3	6	16	2	14
江 原	7			6		1
忠 北	4		1	2	1	2
忠 南	6			3		3
全 北		1	4	2	1	2
全 南	10		3	10		3
慶 北	6			6		
慶 南	9	3	6	17		1
濟 州	2			2		
全 國	67	7	20	64	4	26

표 2에 나타낸 바와 같다.

잔골재는 單品使用이 全体의 約 70%를 점하며, 混合使用이 約 30%를 점하고 있다. 混合使用의 경우는 同一種類의 잔골재를 混合하여 사용하는 것보다는 異種骨材의 混合이 많다. 이 경우 同一種의 混合은 강모래끼리의 混合이며, 異種混合의 경우는 강모래와 육지모래의 混合이 14件, 강모래와 깬모래의 混合, 강모래, 육지모래 및 바닷모래의 混合이 각각 2件씩이며, 강모래와 해안모래의 混合, 강모래와 바닷모래의 混合, 강모래, 육지모래 및 산모래의 混合이 각각 1件씩이었다. 混合使用의 目的은 표 3에 나타낸 바와 같이 粒度調整이 주된 理由이며 그외 比重, 吸水率調整, 骨材受入量調整, No. 200체를 통과하는 잔 粒子, 塩分量調整의 順이다.

굵은골재에 대해서는 單品使用이 전체의 68%를 점하며 混合使用이 32%를 점하고 있다. 混合使用時 同一種의 混合보다는 異種骨材의 混合이 많다. 混合使用時 同一種使用은 강자갈끼리의 混合, 또는 강자갈과 호박돌의 碎石을 混合한 것이다. 混合使用時 異種骨材의 混合種類를 보면 강자갈과 깬자갈의 혼합사용이 14件으로 가장 많고 그외 강자갈, 육지자갈, 깬자갈의 혼합, 강자갈과 육지자갈의 혼합, 깬자갈과 육지자갈의 혼합, 강자갈과 산자갈의 혼합順이다.

混合使用의 目的은 粒度調整과 骨材受入量調整이 가장 많고 그 다음이 比重, 吸水率 調整, No.200체 통과량調整, 其他(單位水量, 워커빌리티調整)의 順이다.

(2) 骨材의 品質

2.1 骨材의 品質規格

現在, 레미콘工場에서 사용하고 있는 골재의 品質實態를 파악하기 위하여 먼저 現行 韓國工業規格(KS)및 建設部에서 제정한 골재의 品質規準을 파악하였다. 콘크리트용 골재의 品質에 관련된 工業規格 및 規準은 다음과 같다.

한국공업규격 :

KS F 2526 콘크리트용 골재
KS F 2527 콘크리트용 부순돌
KS F 2558 콘크리트용 부순모래
KS F 2534 구조용 경량골재
KS F 2544 콘크리트용 고로슬래그 굵은골재
KS F 2559 콘크리트용 고로슬래그 잔골재

표 3. 혼합사용의 목적

	잔 골 재						굵 은 골 재				
	입도 실적율 조정	골재 수입량 조정	비중 흡수율 조정	No.200체 통과량 조정	염분량 조정	기타	입도 실적율 조정	골재 수입량 조정	비중 흡수율 조정	No.200체 통과량 조정	기타
京仁	7	4	2	2	1		9	11	6	3	2
江原	1		1	1			1		1	1	
忠北	1		1				1	2	1		
忠南							1	2			1
全北	5	1		1			2	1	1		
全南	3		2	2	1	1	3		2	1	
慶北											
慶南	10	3	5	1	3		1		1	1	
濟州											
全國	27	8	11	7	5	1	18	16	12	6	3

건설부제정 :

건축공사표준시방서(대한건축학회)

콘크리트표준시방서(대한토목학회)

또 KS F 4009(레디 믹스 콘크리트)에서는 骨材는 淸淨, 强度, 耐久的으로 적당한 粒度를 가지며 粘土덩어리, 有機物, 細長石片등의 有害量을 포함해서는 안되며 콘크리트용 부순돌(KS F 2527), 콘크리트용 골재(KS F 2526)및 구조용 경량골재(KS F 2534)에 따라야 한다고 規定하고 있다. 上記의 各 規格에서 보는 骨材의 品質規準을 요약하면 표 4와 같다.

이 표로 부터 KS F 2526(콘크리트용 골재)의 規格과 콘크리트표준시방서는 粘土덩어리를 제외하고 거의 同一하다. 또 콘크리트표준시방서의 粘土덩어리 및 塩分量의 規準은 건축공사표준시방서의 2급 골재와 同一하며, KSF 2527(콘크리트용 부순돌)및 KS F 2528(콘크리트용 부순모래)의 比重, 吸水率 및 實積率의 規準은 건축공사표준시방서의 2급골재와 同一하다. 따라서 여기에서는 骨材品質의 基準値로서 一應 건축공사표준시방서의 骨材品質規準中 2급골재의 品質을 기준치로 하고, 이 규준에 없는 No. 200체 통과의 잔粒子는 KS F 2526 (콘크리트용 골재)의 規準을 基準値로 설정하여 比較하고자 한다.

2.2 잔골재, 굵은골재의 品質

骨材의 品質試驗은 레미콘工場에서 거의 다 直接檢査하는 것으로 나타났다.

잔골재 및 굵은골재의 品質을 地區別로 平均値를 나타내면 표 5와 같다. 이 平均値만 가지고 判斷한다면 잔골재에 있어서는 全北의 粘土덩어리량, 濟州의 塩分量, 굵은골재에 있어서

표 4. 각 규격에서 보는 골재의 품질규정

규격의 종류 / 품질항목	KS F 2527 콘크리트용골재		KS F 2527 콘크리트 부순돌	KS F 2528 콘크리트용 부순모래	KASS 건축공사표준시방서						콘크리트 표준시방서	
					잔 골 재			굵은골재				
	잔골재	굵은 골재			1급	2급	3급	1급	2급	3급	잔골재	굵은 골재
입 도	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략	생략
점토덩어리%	3.0	5.0	–	–	1.0	1.0	2.0	0.25	0.25	0.50	1.0	0.25
No.200 통과량 마모시 %	3.0	1.0	1.0	7.0	–			–			3.0	1.0
기타 %	5.0										5.0	
석탄, 갈탄 중요부분%	0.5	0.5	–	–	–			–			1.5	0.5
기타 %	1.0	1.0									1.0	1.0
연한석편 %	–	5.0	–	–	–			–			–	5.0
유기불순물	합격	–	–	–	합격	합격	합격	–	–	–	합격	
안정성 (Na_2SO_4)%	10	12	12	10	–			–			10	12
($MgSO_4$) %	15	18	18	10							15	18
마 모 %	–	50	40	–	–			–			–	–
비 중	–	–	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	–	–
흡 수 량 %	–	–	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	2.0	3.0	4.0	–	–
입형판정 실적율 %	–	–	55	53	–	–	–	57	55	53	–	–
염 분 %	–	–	–	–	0.02	0.1	0.1	–	–	–	0.1	–

표 5. 골재의 품질(평균치)

품질 항목 / 지구	잔 골 재							굵 은 골 재					
	표건 비중	흡수율 (%)	점토 괴량 (%)	No.200체 통과량 (%)	조립율	유기불순물 시험에서 항상 합격하는비율(%)	염분 (%)	표건 비중	흡수 (%)	입형판정 실적율 (%)	점토 괴량 (%)	No.200체 통과량 (%)	조립율
京 仁	2.60	1.18	0.72	1.30	2.69	77.4	0.017	2.64	1.00	60.8	0.19	0.57	6.70
江 原	2.59	1.12	0.90	1.37	2.88	57.1	0.015	2.68	0.94	59.7	0.48	0.76	6.96
忠 北	2.57	1.36	0.91	1.24	2.81	80.0	0.025	2.64	0.87	58.6	0.26	0.82	6.91
忠 南	2.58	1.29	0.73	1.02	2.72	100.0	0.020	2.63	1.21	60.3	0.23	0.45	6.98
全 北	2.57	1.43	1.09	1.55	2.68	75.0	0.025	2.60	1.23	61.8	0.21	0.44	6.87
全 南	2.58	1.42	0.76	1.22	2.80	100.0	0.012	2.62	1.43	59.8	0.20	0.69	6.67
慶 北	2.59	1.60	0.74	1.03	2.57	100.0	0.013	2.65	1.14	59.7	0.20	0.57	6.64
慶 南	2.59	1.31	0.59	1.08	2.69	70.6	0.023	2.64	0.98	59.9	0.13	0.51	6.68
濟 州	2.59	1.65	0.28	1.10	2.75	100.0	0.113	2.70	1.95	61.1	0.07	0.58	6.75
全 國	2.59	1.30	0.74	1.22	2.72	81.1	0.021	2.64	1.11	60.2	0.21	0.59	6.74

는 江原 및 忠北의 粘土덩어리량을 제외한 다른 項目은 모두 2급의 品質을 만족하고 있는 것이 된다. 그러나 이것은 調査한 全 工場이 모두 나머지 項目에서 2급의 品質을 만족한다는 것을 의미하는 것은 아니다. 즉 각 레미콘工場의 品質特性値의 平均値로 부터 건축공사표준시방서 2급골재의 品質規準値에 대한 適合性을 계산하면 표 6과 같다. 즉 全 項目이 適合하는 比率은 전국적으로 보아 잔골재가 約 72%, 굵은골재가 60%이며, 잔골재, 굵은골재 모두 2 급에 適合한 것을 사용하고 있는 工場의 比率은 45%이다. 項目別로 보아 전국적으로 不適合한 比率이 현저한 것은 잔골재에 있어서 粘土塊量및 有機不純物이 굵은골재에 있어서는 粘土塊量, 粒度, No.200체 통과의 잔粒子이다. 粘土塊量의 品質規準値는 건축공사표준시방서 및 콘크리트 표준시방서에서는 잔골재가 1%, 굵은골재가 0.25%로 규정되어 있는 反面, KS F 2526 (콘크리트용 골재)에서는 잔골재가 3%, 굵은골재가 5%로 서로 相異한 規準을 보임으로써 上記結果는 2급골재의 品質規準에 의하면 잔골재, 굵은골재 모두 20%정도의 不適合性을 보이나, KS F 2526에 의하면 모두 適合하게 된다.

또 有機不純物은 잔골재에서 29%에 가까운 不適合性을 보이나 29%가 有機不純物試驗에서 不合格된다는 것이 아니라 가끔 不合格될 수 있다는 것을 나타낸 것에 지나지 않는다.

地區別, 項目別로 보아 2급골재品質에 현저하게 不適合한 것은 잔골재에 있어서는 忠北, 全北地區의 粘土塊量, 江原地區의 有機不純物, 濟州地區의 塩分 및 粒度이다. 굵은골재에 있

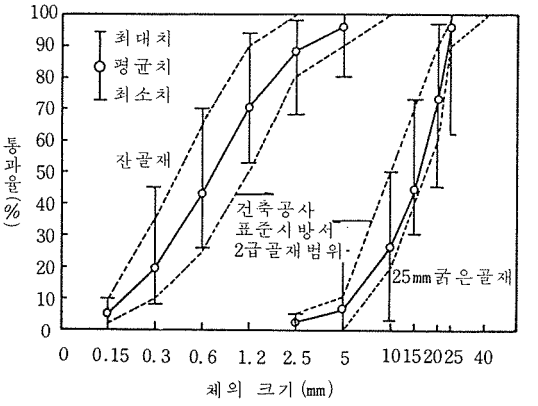

그림 3. 잔골재 및 굵은골재의 입도분포(전국평균)

어서는 江原, 忠北 및 全北地區의 粘土塊量과 全北, 全南, 慶北에 있어서의 粒度이다.

그림 3은 잔골재 및 굵은골재의 粒度分布를 나타낸 것으로 건축공사표준시방서 2급골재의 粒度범위와 本 調査에서 나타난 全國平均의 粒度分布와 最大, 最小値를 나타낸다.

그림 4, 5는 各 品質項目의 地區別 平均値와 最小, 最大値 및 표준편차를 나타낸 것이나, 이

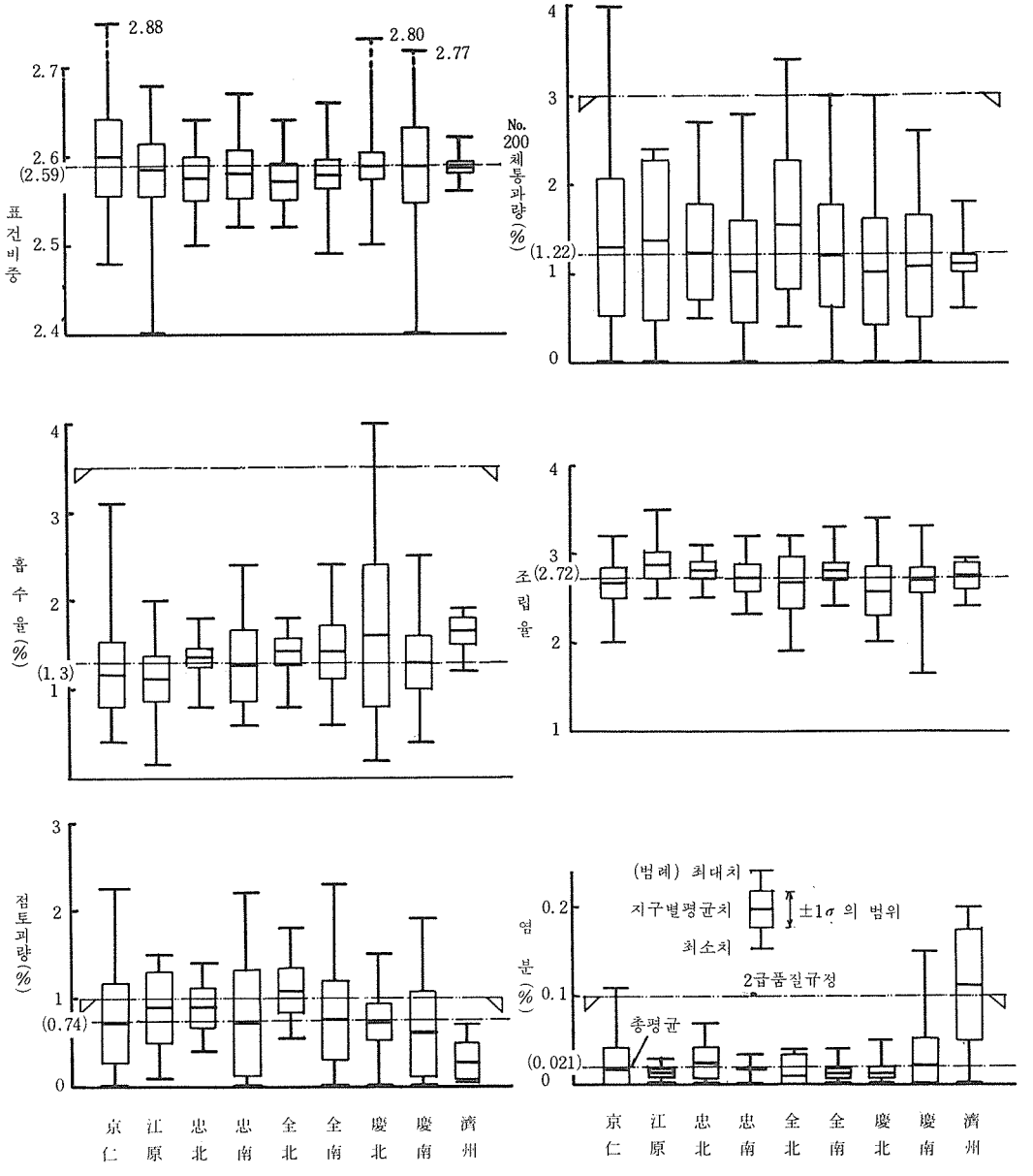

그림 4. 잔골재의 품질변동

에 의하면 同一地區에 있어서도 最大, 最小의 값이 상당한 差가 있으며 平均値로서 계산한 표 6의 不適合한 比率은 最大, 最小値로서 品質規準値와 比較할 때는 2급골재의 品質에 適合하지 않는 골재의 比率은 增加할 것이 예상된다.

한편, KS F 2526(콘크리트용 골재)및 KS F 2527(콘크리트용 부순돌)에 규정하는 骨材의 品質規準에 대한 難易度에 대한 回答結果는 그림

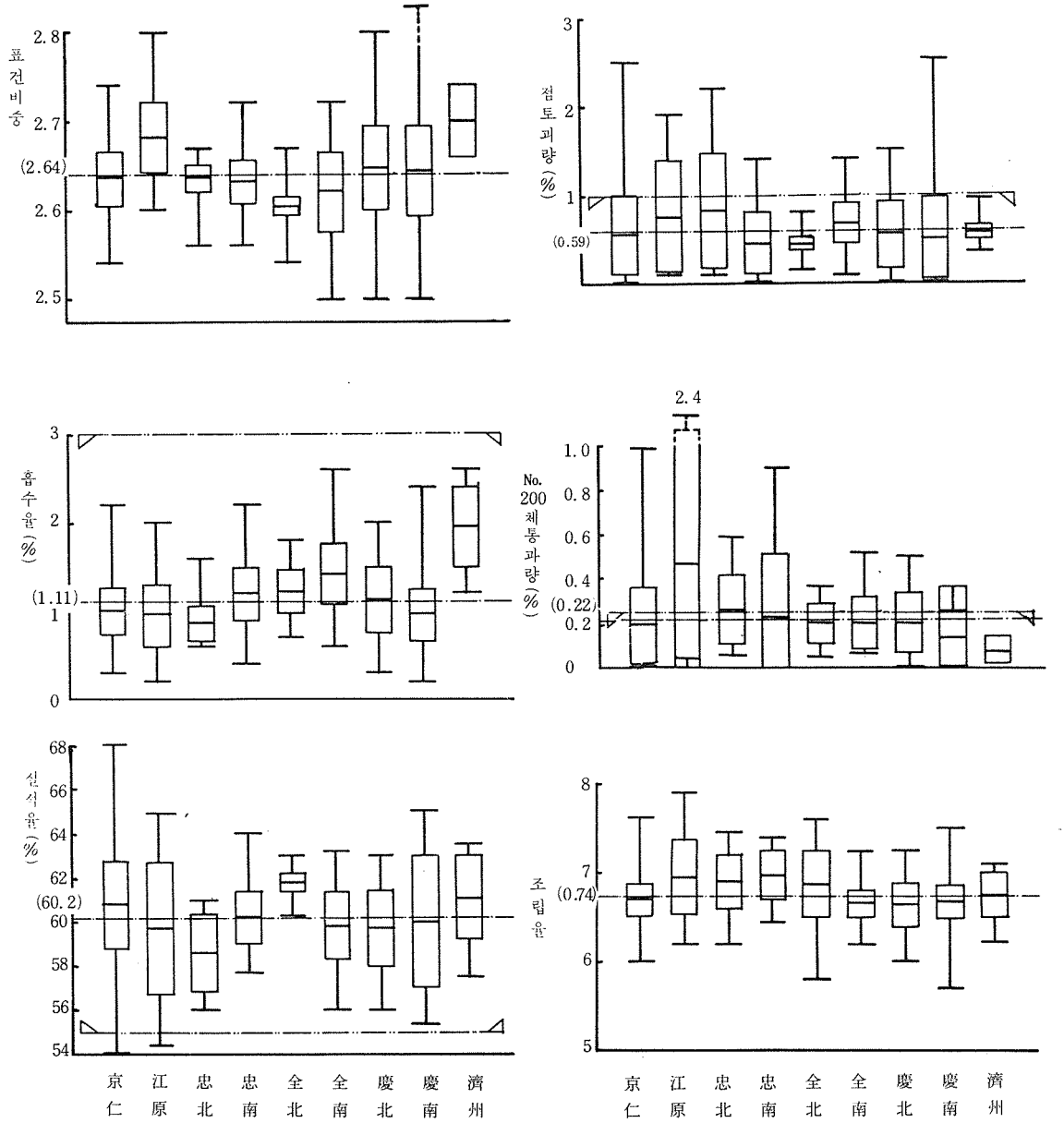

그림 5. 굵은골재의 품질변동

표 6. 건축공사표준시방서 2급골재의 규준치에 대한 적합성

적합성 / 지구	全항목이적합한비율(%)			항목별로 부적합한 比率(%)													
				잔 골 재							굵 은 골 재						
	잔골재	굵은골재	잔골재 굵은골재 모두적합	비중	흡수율	점토괴량	No.200체 통과량	유기불순물	염분	입도분포	비중	흡수율	실적율	점토괴량	No.200체 통과량	입도분포
京 仁	72.7	60.6	45.5	0	0	25.8	3.3	22.6	0	3.4	0	0	0	12.5	7.7	27.6
江 原	71.4	50.0	37.5	0	0	28.6	0	42.9	0	0	0	0	16.7	50.0	20.0	16.7
忠 北	60.0	60.0	40.0	0	0	40	0	20.0	0	0	0	0	0	40.0	20.0	0
忠 南	85.7	50.0	57.1	0	0	16.7	0	0	0	0	0	0	0	20.0	16.7	33.3
全 北	50.0	75.0	50.0	0	0	66.7	0	25.0	0	33.3	0	0	0	50.0	0	50.0
全 南	82.4	56.3	47.1	0	0	14.3	0	0	0	9.1	0	0	0	25.0	6.7	40.0
慶 北	100.0	50.0	50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.0	16.7	40.0
慶 南	61.1	66.7	44.0	0	0	15.4	0	29.4	7.1	23.5	0	0	0	6.7	11.1	17.6
濟 州	0	100.0	0	0	0	0	0	0	50.0	50.0	0	0	0	0	0	0
全 國	71.7	60.2	45.0	0	0	21.8	1.1	28.9	3.4	9.6	0	0	1.3	20.5	10.5	25.9

6과 같으며, 전국적으로 어렵지 않다고 대답한 비율이 잔골재에서는 約 72%, 굵은골재에서는 約 77%이다. 전국적으로 보아 조금 어렵다고 대답한 것중 가장 많은 것은 잔골재 및 굵은골재의 粒度이다.

(3)콘크리트의 配合

호칭强度값이 210kg/㎠ 및 180kg/㎠이며 슬럼프값이 12cm와 18cm인 AE콘크리트의 基本配合을 조사한 結果를 平均値로서 표 7에 나타낸다.

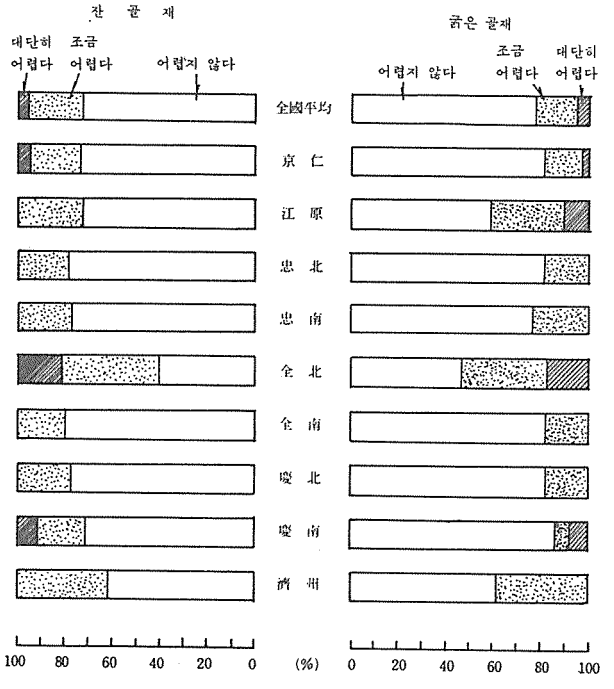

그림 6. 품질규준에 대한 難易度

표 7. 기본배합표

강도	지구	슬럼프 12cm 물시멘트비(%)	잔골재율(%)	단위수량(kg/m³)	단위시멘트량(kg/m³)	슬럼프 8cm 물시멘트비(%)	잔골재율(%)	단위수량(kg/m³)	단위시멘트량(kg/m³)
强度 210 (kg/m²)	京仁	51.5	41.6	183.8	356.8	51.4	40.5	173.6	337.7
	江原	51.1	42.1	183.7	359.3	50.2	41.2	175.3	349.2
	忠北	48.4	42.2	172.6	356.4	48.6	41.4	164.4	338.6
	忠南	51.5	41.7	183.8	357.0	51.5	40.9	174.0	337.8
	全北	51.2	41.1	181.4	354.6	51.2	39.9	171.6	335.2
	全南	51.9	42.1	180.8	348.8	51.7	41.3	171.8	332.5
	慶北	51.1	41.3	191.0	373.8	51.1	39.9	180.0	352.0
	慶南	52.9	43.1	185.2	350.4	53.0	42.8	177.8	335.2
	濟州	51.7	42.8	189.0	365.5	51.7	41.8	179.0	346.0
	全國	51.6	42.1	183.4	355.5	51.5	41.1	174.2	338.2
强度 180 (kg/m²)	京仁	56.8	42.7	181.9	320.1	56.6	41.7	172.8	305.3
	江原	55.8	42.8	181.3	325.0	55.8	42.2	173.0	310.2
	忠北	53.7	43.4	171.2	319.0	53.7	42.2	162.6	303.0
	忠南	56.4	42.8	182.2	323.0	56.4	41.9	172.8	306.4
	全北	56.7	42.5	179.8	317.2	56.8	41.3	170.8	300.6
	全南	56.8	42.9	179.4	316.1	56.9	42.2	172.2	302.8
	慶北	56.6	42.0	188.4	332.8	56.6	40.9	178.4	315.4
	慶南	58.0	44.2	185.3	319.1	58.4	43.7	177.9	304.9
	濟州	57.5	43.9	189.5	329.5	57.5	42.9	179.5	312.0
	全國	56.8	43.1	182.0	320.5	56.8	42.2	173.5	305.6

• AE감수제 사용

또 表面活性劑로서는 거의 AE減水劑를 사용하고 있으며, AE劑도 數개소 사용하고 있으나 無視할 수 있을 정도이며 同一配合으로 취급하였다.

호칭강도 210kg/cm²을 얻기위한 물시멘트비는 슬럼프 12cm 및 8cm의 경우 모두 48.4~53% (平均 51.6% 및 51.5%)이며 호칭강도 180kg/cm²인 경우의 물시멘트비는 53.7~58.4% (平均 56.8%)이다. 地方別로는 忠北地區가 가장 작고, 慶南地區가 가장 큰 값으로 되어 있다. 이들 配合을 地區別로 나타낸 것이 그림 7, 8이다. 이 그림으로부터 알 수 있듯이 물시멘트비 값은 忠北과 江原地區가 낮은 값을 보이고 있고 慶南과 濟州地區가 높은 값을 보이며, 그 나머지 地區는 대개 근사한 값을 나타내고 있다.

單位水量은 忠北地區에서 가장 낮고 慶北, 慶南, 濟州地區에서 높으며 그 나머지 地區는 平均値와 근사하다. 忠北地區와 慶北地區의 單位水量의 差는 約 15~20kg/m³이며 慶北地區가 그 量만큼 시멘트使用量도 많다.

單位시멘트量이 많은 地區는 慶南과 濟州이며 가장 낮은 地區는 全北과 全南이다. 慶南 및 濟州에서 單位水量 및 單位시멘트量이 많은 理由는 굵은골재로서 깬자갈(碎石)의 使用量이 많기 때문으로 사료된다. 그러나 忠北地區에서 물시멘트비 및 單位水量이 낮은 理由는 本 調査에서는 파악할 수 없었다. 각 材料量에 대한 平均値, 最大, 最小値 및 표준절차를 나타내면 그림 9와 같다.

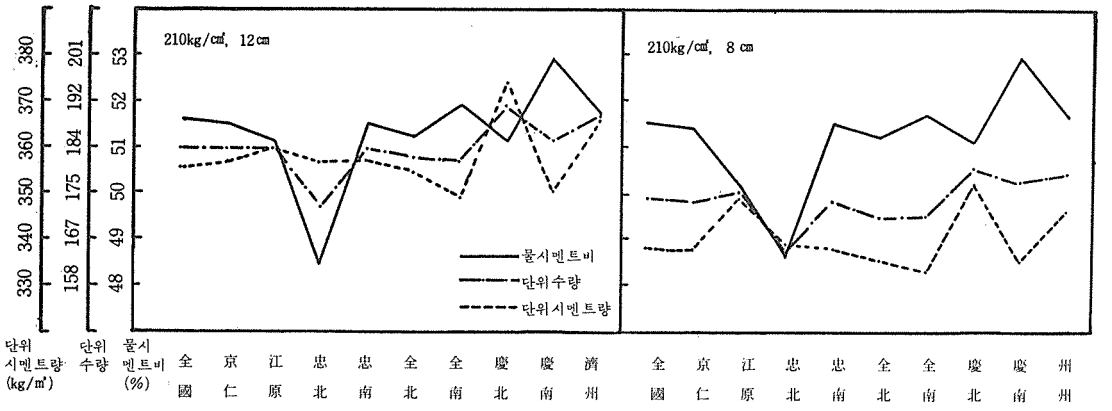

그림 7. 기본배합의 비교

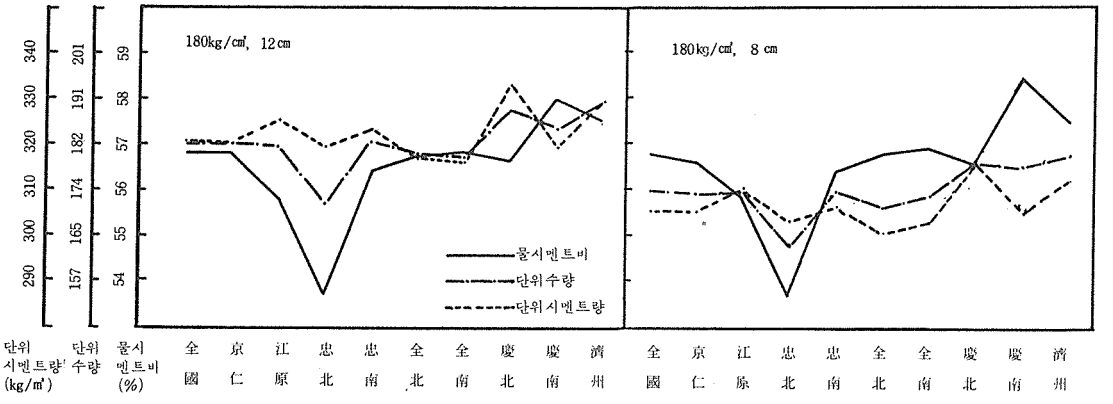

그림 8. 기본배합의 비교

(4) 骨材에 관한 設問意見

레미콘社가 骨材의 入手나 取扱에 대하여 실시하고 있는 狀況을 조사하기 위하여 9項目의 간단한 設問을 作成하여 調査하였다. 設問의 項目 및 回答結果를 표 8에 나타낸다.

이들 結果를 요약하면 레미콘工場은 44% 가량이 骨材業者가 정해져 있으며 56%가량이 骨材業者가 때때로 變更된다. 또 骨材 채취지를 조사하고 나서 骨材를 구입하며, 3/2가량이 계약서에 骨材品質을 明記한다. 骨材채취지가 변하면 再試驗하여 骨材를 檢査하며 受入調査에서 不合格된 骨材를 전체 레미콘工場의 59%가 반환하며, 38%가 調整하여 사용하고 있다. 骨材의 品質試驗은 切半가량이 레미콘社에 一任되어 있으며 콘크리트 구입자가 骨材의 變更을 희망하는 경우에는 2/3가 변경가능하며 1/3 이 변경不可能하다고 回答하였다. 또 건축공사 표준시방서의 I급骨材는 대개 熟知하고 있으며 59%가량이 入手가능하며 32%가량이 單價를 올리면 入手가능하고 9%가량이 도저히 不可能하다고 回答하였다.

다음에 骨材의 品質 및 其他에 관한 意見이 多數 提示되었으며 共通的인 意見으로서는 다

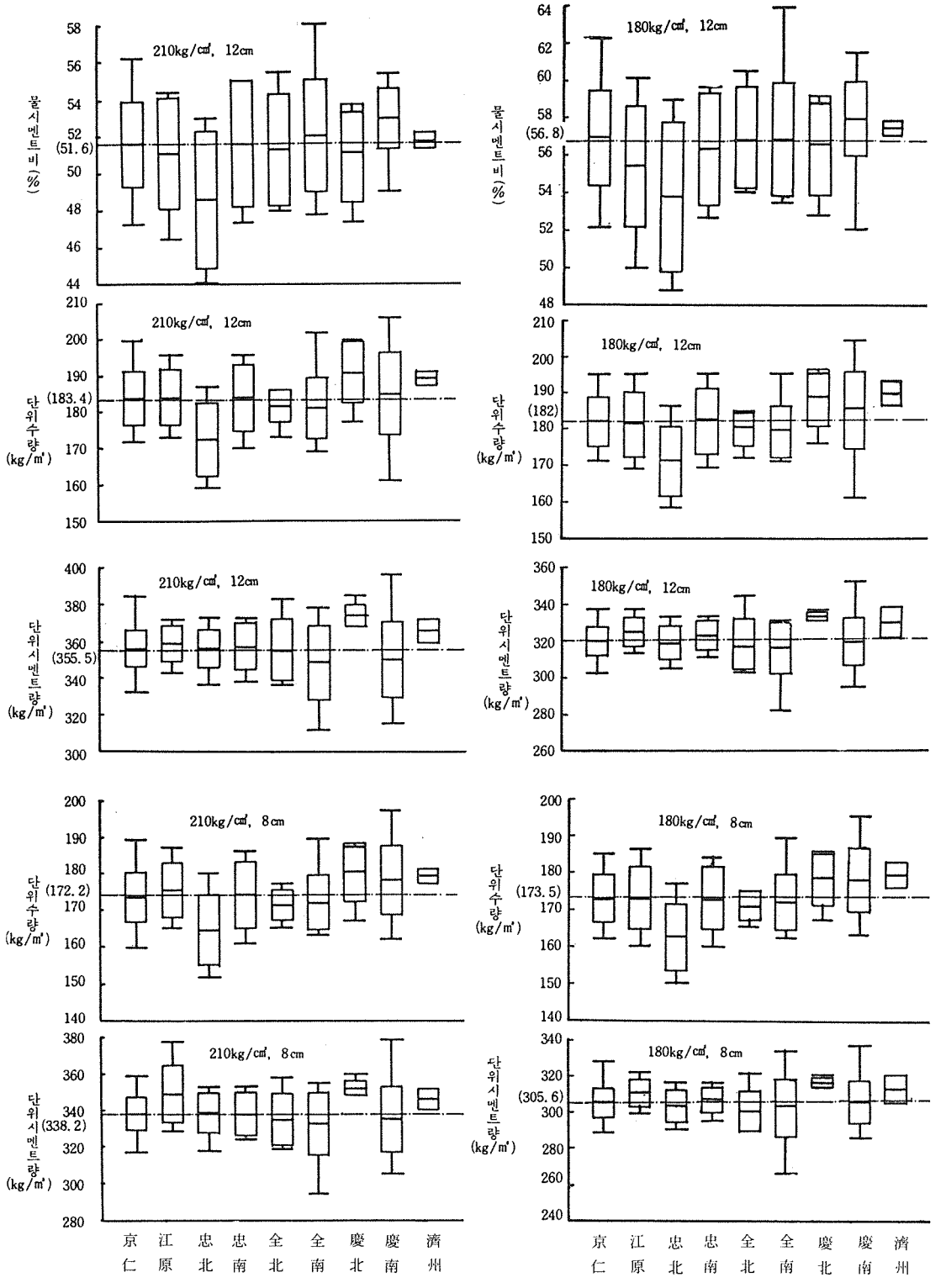

그림 9. 콘크리트 각재료량의 변동

표 8. 골재에 관한 설문과 회답수

구분 \ 내용	지역	京仁	江原	忠北	忠南	全北	全南	慶北	慶南	濟州	全國	比率(%)
骨材의 納入業者는	정해져 있다	12	2	2	3	3	4	3	9	1	39	44.3
	때때로 변한다	17	5	3	1	2	8	3	9	1	49	55.7
골재채취자나 공장조사를 하는가	조 사 한 다	28	7	4	5	3	11	6	15	2	81	91.0
	조사하지 않는다	2		1		1	1		3		8	9.0
구입계약서에 골재 품질을 明記하는가	명 기 한 다	18	4	4	4	1	8	4	13		56	64.4
	명기하지 않는다	10	3	1	1	3	3	3	5	2	31	35.6
골재채취자가 변할때	再試驗한다	30	5	4	5	3	11	7	17	2	84	92.3
	그대로 사용한다	1	2	1		2			1		7	7.7
受入檢査에서 不合格된 骨材는	반 환 한 다	21	1	4	4	1	7	4	12		54	58.7
	수입검사하지 않는다	2			1						3	3.3
	조정해서 사용한다	8	6	1		4	5	3	6	2	35	38.0
콘크리트구입자의 골재 품질시험에 대한 관심	레미콘社에 일임한다	20	3	3	4	1	5	5	8	1	50	52.6
	계약전에 시행한다	10	3	1		3	1	1	5		24	25.3
	정기적으로 시행한다	5	1	1	1	1	5	1	5	1	21	22.1
구입자가 骨材의 변경을 희망한다면	변 경 가 능	23	4	3	3	4	7	6	10	1	61	67.0
	변 경 불 가 능	8	3	2	2	1	4	1	8	1	30	33.0
건축공사표준시방서의 I級골재숙지여부	잘 알고 있다	21	6	5	3	2	8	5	14	2	66	76.7
	이야기들은 적이 있다	9			1	2	1	1	4		18	20.9
	모 른 다				1	1					2	2.3
I級골재는 입수할 수 있는가	언제나 가능	7	2				3	2	4		18	22.2
	그런대로 가능	9		3	2	3	4	2	6	1	30	37.0
	단가를 올리면 가능	10	4	2	3		1	2	4		26	32.1
	도저히 불가능	2					1		3	1	7	8.6

음과 같은 사항을 들 수 있다.

① 잔골재, 굵은골재의 粒度範圍가 現實에 맞지 않아 品質規準을 완화해주기 바란다.

② 河川骨材의 枯渴로 인하여 海砂를 사용치 않을 수 없으나 塩分處理對策이 어렵다.

③ No.200체 통과의 잔粒子는 관리하기 어렵다.

④ 天然骨材의 枯渴로 인한 代替骨材 (고로슬래그잔골재, 人工輕量골재 등)의 開發이 아쉽다.

⑤ 骨材業者의 技術水準을 向上시킬 필요가 있다.

⑥ 骨材規格을 統一해주기 바란다(例:粘土塊量)

⑦ 잔골재의 吸水率 및 表面水가 一定치 않아 대처하기 어렵다.

⑧粘土塊量의 試驗方法이 不正確하다.

이외, 其他意見으로서는 技術資料의 弘報要望, 골재의 受入檢査는 형식적인 경우가 많다. 우리나라 事情에 맞는 KS規格을 만들어달라 施工者의 加水禁止와 養生에 철저를 기해달라, 레미콘부문지역별협의회를 구성하여 配合, 骨材에 관하여 討議할 필요가 있다. 骨材뿐만 아니라 레미콘一般에 관한 調査도 실시하여 레미콘産業의 發展에 노력해달라, 骨材의 多樣化에 따른 設計指針의 確立등 檢討해야될 많은 內容들

이 포함되어 있다.

4. 結　論

本 調査의 結果, 河川産骨材의 枯渴로 인하여 一部地方에서는 良質骨材의 入手가 곤란하며 全國的으로도 骨材의 多樣化現象이 보이고 있고, 이것은 더욱 더 深化될 것으로 보인다. 河川骨材를 代替할 수 있는 骨材資源의 開發이 시급하며, 代替骨材로서 굵은골재는 깬자갈(碎石)로 잔골재는 바닷모래(海砂)에의 依存度가 今後 높아질 것으로 期待된다.

骨材의 品質은 地域에 따라 큰 幅으로 變動하고 있으며, 品質規準値를 벗어나는 品質도 地域에 따라 存在한다. 따라서 레미콘産業의 核心을 이루는 骨材問題는 骨材의 量과 品質의 兩面에서의 對處가 중요한 課題로 남겨지게 되었으며, 결과적으로 장래에도 호전될 전망이 없는 骨材問題에 대하여 어떻게 對處해 나갈까 하는 것이 이제부터의 課題로 남게 되었다. 콘크리트에 관계하는 各 分野의 研究, 開發에 의해 보다 經濟的이고 耐久的인 콘크리트構造物을 建設해 나갈 것을 期待한다.

謝辭 : 本 共同調査를 쾌히 허락해주신 韓國레미콘工業協會 崔 喆 회장, 李源升專務를 비롯하여 金知鐵課長, 申錫浩代理등 관계職員에게 謝意를 표하며 앙케이트調査에 協力해 주신 全國레미콘工場의 品質管理담당자와 貴重한 助言을 주신 重元産業의 曺桂彦 品質管理 部長에게 감사의 말씀을 올린다. *

광고게재 안내

게 재 면	색도	광 고 비	크　　기	비　　고
표지 2면	칼라	500,000원	전　　면	반면 게재도 가능
표지 3면	〃	400,000원	〃	〃
표지 4면	〃	600,000원	〃	〃
화보 1면	〃	400,000원	〃	〃
화보 2~4면	〃	300,000원	〃	〃

* • 광고안은 인쇄 가능한 원색 분해 필름.
• 부가세 별도.