

# 레디믹스드콘크리트의 調合設計案 分析報告

## An Analysis Report on the Mix Design of Ready Mixed Concrete

○ 최 민 수 \* 김 무 한 \*\*  
Choi, Min Soo Kim, Moo Han

### Abstract

This report presents the survey findings on the proportioning of ready mixed concrete mixtures. According to this report, the W/C ratio and S/A ratio, based upon the type of 25-210-12, in mix proportions of ready mixed concrete are 53% and 45% respectively. The problems to be improved, coming out in this study, are (1) using the adequate quantity of cement (2) alternation of mix design cope with the change of kinds of aggregates (3) large standard error in the mix proportions.

### 1. 序 論

본고는全國 레미콘工場의 調合設計資料를 취합하여 국내에서 제조되고 있는 레미콘 調合設計의 現狀을 糾明하고 향후 레미콘 標準 調合設計 指針 및 經濟的인 調合設計案 마련에 一助하고자 한 것으로서 調查方法은 전국 438개 工場에 代表規格의 調合設計資料를 의뢰하여 실시하였으며, 回信 工場數는 123개 工場으로 回收率은 28.1% 이었는데 적정한 檢證을 거쳐 分析對象으로 사용한 有效 標本數는 109개였다.

調合設計의 調查規格은 현재 레미콘 출하량중 가장 높은 占有比를 가지는 粗骨材 最大值數 25mm 規格에 180, 210, 240, 270의 4개 呼稱強度規格과 슬럼프 8, 12 Cm의 조합으로 하였으며, 粗骨材 最大值數 40mm 規格의 경우는 180kgf/cm<sup>2</sup> 單一 強度規格에 8, 12Cm의 슬럼프의 조합으로 하였다.

### 2. 레미콘 調合設計案 分析結果

#### 2.1 一般事項 分析(1)

調合設計案 作成方法에 대하여는 자체 제작이 82.8%로 主流를 이루고 있었으며, 他會社 調合設計案의 修正補強은 15.2%, 타회사 조합설계안 도입은 2.1%였다. 季節別 또는 原資材의 상태에

따른 調合設計의 變動은 응답자의 59.3%가 季節 및 原資材의 產地가 바뀔 때마다 調合設計를 變動시킨다고 응답하였으며, 계절에 따라서만 變動시키는 公장은 31%, 그리고 變動이 불가능하다고 응답한 경우는 9.7%를 차지하였는데 年平均 調合設計가 變動되는 횟수는 전국 平均으로 3.31회였다.

調合設計에서 變動係數(coefficient of variation)의 도입방법은 實驗值가 73.5%, 理論值 23.2%, 기타 3.3%로 실험치의 채용비율이 높은 편이었다. 계절별로 레미콘 調合強度의 割增係數는 전국 平均으로 여름철 20.06%, 봄, 가을철 20.72%, 겨울철 24.49%로 겨울철의 할증계수가 약간 높았는데 그림 1의 割增係數 分布를 살펴보면 비교적 20~25% 범위에서 안정된 경향을 나타내었다.

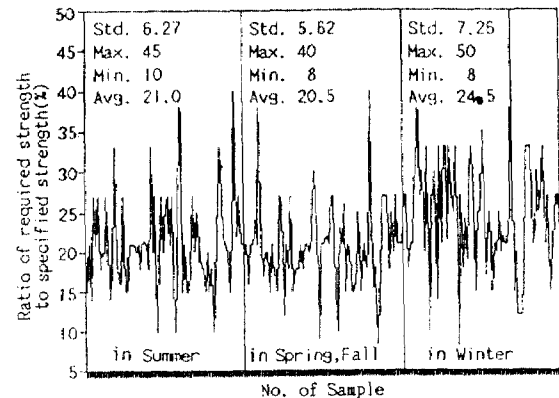


그림 1. 레미콘 調合 割增係數의 分布圖

\*忠南大 大學院 卒, 韓國 레미콘 工業協會  
\*\*忠南大 建築工學科 教授, 工博

表 1. 레미콘代表規格의 調合設計統計量

規 格	項 目	W/C	S/A	Cement
25-180-08	平 準 偏 均	58.7	44.8	295.7
25-180-12	平 準 偏 均	58.3	45.2	310.1
25-210-08	平 準 偏 均	53.3	43.2	325.1
25-210-12	平 準 偏 均	53.2	44.2	342.1
25-240-08	平 準 偏 均	49.2	43.2	353.1
25-240-12	平 準 偏 均	49.2	43.2	371.1
25-270-08	平 準 偏 均	45.2	42.2	380.1
25-270-12	平 準 偏 均	45.2	43.2	400.1
40-180-08	平 準 偏 均	58.3	41.2	283.1
40-180-12	平 準 偏 均	58.3	42.2	297.1

註) 레미콘規格은 粗骨材最大値數  
呼稱強度 슬럼프

2.2 레미콘規格別 調合設計案 分析

粗骨材最大値數, 呼稱強度, 슬럼프에 따른 調合設計案의 平均, 標準偏差를 呼稱強度증가에 따른 調合設計方式은 呼稱強度적인 원천을 택하여 시멘트비를 증가시키고 방향을 택하여 시멘트량을 증가시키고 細骨材량을 감소시키는 방식으로 설계되고 있었으며, 粗骨材 및 물의 양은 거의 변동시키지 않는 것으로 나타났다. 또한 동일 呼稱強度規格에서는 슬럼프의 변화와 무관하게 동일한 물시멘트비를 적용하는 것으로 추정되어 아브람스理論(Abrams's theory)에 충실한 면을 보였으며, 현재 가장 많이 사용되고 있는 粗骨材 25mm, 呼稱強度 210kgf/cm<sup>2</sup>規格의 平均 W/C는 53%, S/A는 44%이었다. 呼稱強度值 30kgf/cm<sup>2</sup>가 증가될 경우 시멘트使用量의 平均增加量은 10kg내외이며, 물시멘트비의 變化는 그림 3에서

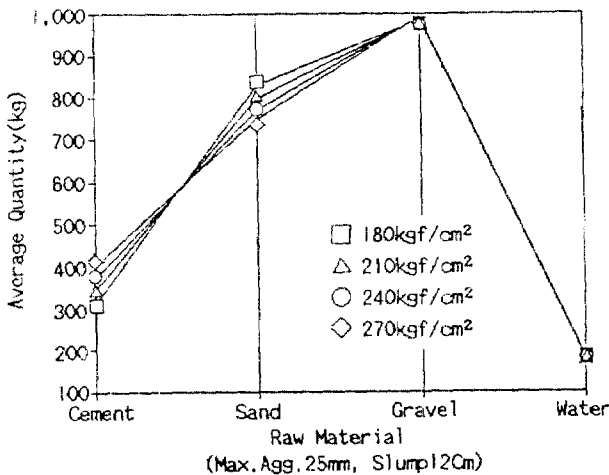


그림 2. 呼稱強度別 調合設計

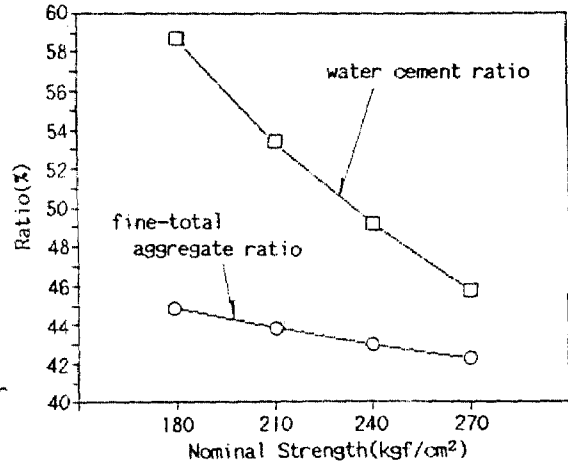


그림 3. 呼稱強度別 W/C 및 S/A

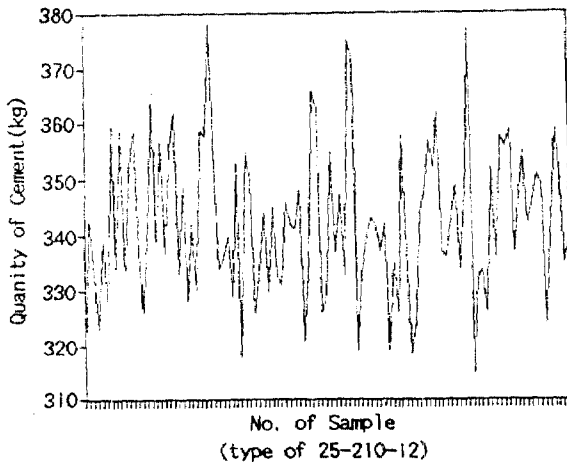


그림 4. 單位시멘트量 分布圖

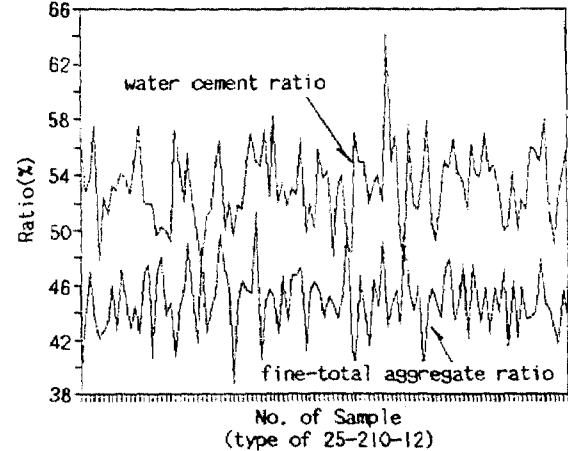


그림 5. W/C 및 S/A 分布圖

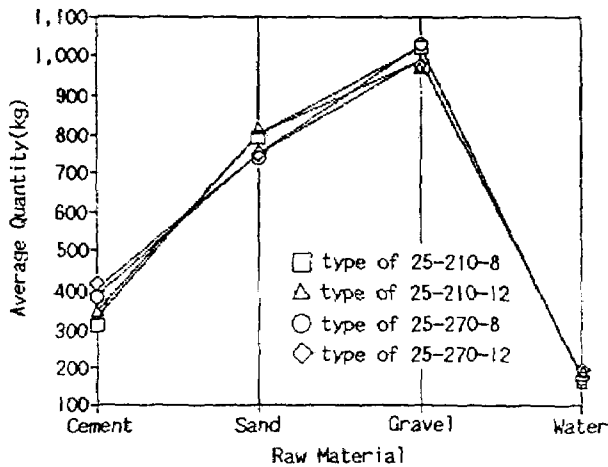


그림 6. 슬럼프別 配合設計變動

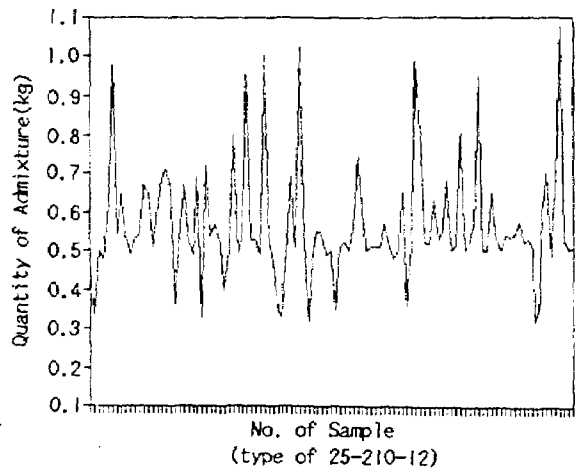


그림 7. 混和劑使用量 分布圖

와 같이 약 4% 내외가 減少하는 것으로 파악되었다. 또한 잔골재율(S/A)은 1% 내외가 감소되고 있었으나 거의 변화가 없었으며, 混和劑量은 시멘트량의 증가에 따라 일정비율로 증가하고 있었는데 調査規格의 平均으로 시멘트重量對比 0.165%의 混和劑(주로 AE減水劑)가 添加되고 있는 것으로 나타났다.

呼稱強度에 따른 配合設計에서 유의할 점은 그림 4, 그림 5에서 보는 바와 같이 동일한 呼稱強度規格에서 W/C, S/A 및 資材使用量 등 조합설계량의 偏差가 매우 심하다는 점을 들 수 있는데 이러한 資材使用량의 偏差는 기술수준이 낮은 新設業體의 增加 및 地域에 따른 配合設計方式의 差異에 기인한다고 할 수 있으나 레미콘의 품질안정을 기하기 위하여는 이러한 偏差를 크게 감소시키는 것이 요망되며, 이를 위하여는 各地域單位로 標準配合設計家의 研究 및 普及이 요구된다고 하겠다.

한편 1985년의 實態調査(2)와 비교하여 보면 呼稱強度값 210kgf/cm<sup>2</sup>를 기준으로 할 경우 물시멘트비는 1985년의 51.5%에서 1991년에는 53.0%로 다소 상승한 경향을 보였으며, 呼稱強度값 180kgf/cm<sup>2</sup> 규격에서도 1985년의 56.8%에서 1991년에는 59%로 역시 상승경향을 나타내었는데 同一強度에서 슬럼프變動에 따른 물시멘트비의變動은 거의 없는 것으로 파악되었다. 單位시멘트使用量도 呼稱強度 210kgf/cm<sup>2</sup> 규격의 경우 1985년에는 平均 355.5kg(슬럼프 8cm), 338.2kg(슬럼프 12cm)이었으나 1991년 조사에서는 각각 342.5kg, 325.9 kg으로 다소 낮아진 것으로 파악되었는데 이는 混和劑 사용이 보편화되었고 計量, Mixing

등의 設備管理와 品質管理의 質이 크게 향상된데 기인한다고 사료된다.

슬럼프에 따른 配合設計方式을 살펴보면 그림 6에서 보는 바와 같이 슬럼프 증가에 대하여 시멘트사용량을 늘리고 粗骨材량을 감소시키는 방향으로 설계가 이루어지고 있었으며, 細骨材량은 거의 변동이 없었고 물의 양은 同一 물시멘트비를 유지하기 위하여 시멘트량과 동일비율로 증가시키고 있었다.

이는 同一強度에서 슬럼프를 증가시키기 위하여는 단순히 시멘트와 물의 양을 증가시키는 방법으로 대처하는 단계에 머물고 있는 것으로서 細骨材率의 증가에 따른 콘크리트의 콘시스턴스의 향상 및 混和劑의 사용에 의한 物性改善 등은 配合設計에 있어 크게 고려되지 않는 것으로 나타나 아직 원칙적인 단계에 머물고 있음을 알 수 있었다.

混和劑는 콘크리트의 耐久性向上 및 物性改善을 위하여 KSF4009에 콘크리트 중의 空氣量을 규정하여 사용을 의무화하고 있는데 AE減水劑는 過多使用時에 壓縮強度低下, 凝結遲延 등의 문제점이 있으므로 適正量의 사용이 매우 중요한 과제라고 할 수 있으나 그림 6에서와 같이 混和劑使用量에 있어 各업체별로 많은 격차가 발생하고 있어 적정 混和劑사용량에 대한 연구, 보급이 필요함을 시사하고 있다.

### 2.3 骨材種別 配合設計案 分析

여기서는 細, 粗骨材의 使用種別에 따라 강모래-켄자갈, 강모래-강자갈, 강모래-강, 켄자갈 混用, 海砂-켄자갈, 육모래-켄자갈의 5가지 유형으로 나누

區 分	샘플	W/C	S/A	Cement
江모래, 갠자갈	68	53.4	45.0	342
江모래, 江자갈	14	52.8	44.0	342
江, 갠자갈	11	53.1	44.5	339
海砂, 갠자갈	10	52.8	44.5	343
陸모래, 갠자갈	2	51.7	45.9	359

註) 全國 平均値, 25-210-12規格 基準임

어 분석하여 보았다. 表2 및 그림 8에서 보는 바와 같이 骨材有形에 따라 調合設計의 變動이 거의 없는 것으로 나타나 종래의 강모래-강자갈의 調合時에 사용하던 調合設計案을 그대로 受容하고 있는 경향이 높은 것으로 판단된다.

따라서 骨材種別에 따른 經濟的이고 效果的인 調合設計指針의 普及이 필요한 것으로 판단된다. 특히 강모래-강자갈 調合에 비하여 갠자갈을 사용시에는 일반적으로 粗骨材量을 감하고 잔骨材率을 증가시켜 粘性, 均一性을 개선하고 슬럼프를 증대시키기 위해 여분의 強度반 감소되는 정도의 지장이 없는 범위에서 水量을 증가시키는 것이 보편화된 방법이나(3) 본 조사 결과로는 갠자갈을 쓸 경우에도 강자갈을 쓸 경우와 비교하여 調合設計의 變動이 거의 없는 것으로 나타나 갠자갈의 사용증가에 따른 適正 調合設計指針의 研究普及이 필요한 것으로 판단된다.

기타 骨材사용시를 보면 海砂를 사용할 경우는 물시멘트比에는 변동이 없으나 시멘트량을 약간 증가시키는 경향이 있었으며, 陸모래사용시에도 동일한 패턴을 나타내었다.

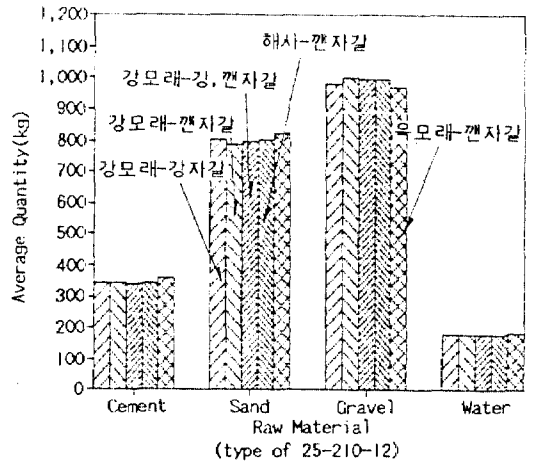


그림 8. 骨材種別 調合設計變動

1) 레미콘업계의 調合設計는 자체 제작이 主流를 이루고 있으나 製造技術에 대한 教育機會의 不足 및 調合設計參考資料의 不足으로 各社마다 資材使用量의 偏差가 크게 나타나는 등 標準化된 品質을 기대하기가 어렵다는 점이 改善되어야 할 점으로 지적되었다. 따라서 調合設計方式에 대한 세부 지식의 보급 및 各地域單位로 骨材 등 資材의 使用品質에 의거, 標準化된 調合設計案의 마련과 보급이 필요한 과제인 것으로 판단된다.

2) 레미콘업계의 調合設計는 물시멘트比에 의거한 調合設計가 定型화된 현상을 보여 비교적 원칙에 충실한 것으로 나타났으며, 呼稱強度가 30kgf/cm<sup>2</sup> 증가할 경우 물시멘트比는 평균 4%가 감소되며, 시멘트사용량의 평균 증가량은 10kg이었다. 또한 同一強度에서 슬럼프가 증가할 시에는 W/C를 일정하게 유지한 상태에서 시멘트量 增加, 粗骨材量 減少의 방향으로 설계되고 있었다.

3) 레미콘제조사 채용되는 割増係數는 20% 이상의 비교적 적정한 數値가 採用되고 있었는데 이러한 할증계수는 強度 확보에 쫓점이 맞추어져 있어 향후 콘크리트의 耐久性確保를 위한 調合設計가 병행되어야 할 것으로 판단되며, 品質管理의 질적향상을 통한 經濟的인 콘크리트의 製造 및 原價節減의 可能性이 큰 것으로 조사되었다.

4) 骨材品種別에 따른 調合設計에서는 骨材品種의 변동에도 불구하고 調合設計는 큰 차이가 없는 것으로 나타나 갠자갈, 海砂, 碎砂 등 使用骨材의 품종 변화에 따른 調合設計의 합리적 改善이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

<references>

1. 최민수, 조성우, 김무한, 레미콘品質管理現況 調查報告, 建築學會 學術發表論文集 第12卷第1號, 1992, pp. 439~442
2. 尹在燦, 全國의 콘크리트用 骨材에 관한 實態調查結果, 레미콘지, 1987.6, pp. 56-70
3. 김무한 外, 建築材料學, pp. 219