

레미콘의 品質管理 및 施工管理에 관한 小考

金 武 漢

〈忠南大 建築工學科 教授, 博士〉

〈目 次〉

1. 序 論
2. 콘크리트의 品質과 性能
3. 콘크리트의 打設計劃의 基本
4. 콘크리트의 運搬과 管理
5. 結 論

1. 序 論

一般的으로 콘크리트는 대단히 튼튼한 것으로 철근콘크리트 건물은 永久構造物로 믿고 있으나, 요즈음 제치장 콘크리트의 表面에 劣化現象이 심각하게 발생하고 있으며, 龜裂이나 漏水現象이 큰 문제로 대두되고 있어 콘크리트構造物에 대한 평가가 저하되고 있다.

이와 같은 경향에 대처하여 구미 및 일본 등에서는 콘크리트의 品質改善과 信賴性에 관한 연구를 계속하고 있다.

그리고 品質이나 性能과 같은 말은 잘 사용되고 있으나 明確한 구별은 되어 있지 않다.

이 점에 관해서 JASS5의 解説에서는 CIB(國際 建築研究情報會議)의 W60委員會(建築에 있어서 性能概念委員會)의 提案을 들어 「性能

(Performance)이란 어떠한 것을 어느 目的을 가지고 사용하려고 할 때에 그것이 발휘할 性質·舉動·要求에 應하는 能力으로 반드시 어떤 요구조건에 대응하여 생각되어진다.

또한 品質(Quality)이란 이들 각종 性能의 綜合評價로서 많은 성능에 있어서 높은 수준으로 均衡있게 잘 가지고 있는 것을 品質이 良好하다고 하거나 高品質이라고 말한다」고 되어 있다. 또한 콘크리트 構造物의 性能 중에는 構造設計나 마감에 관한 사항도 포함되어 있으나 여기서는 콘크리트 그 自體에 요구되는 性能만을 취급하기로 한다.

2. 콘크리트의 品質과 性能

2.1 콘크리트에 要求되는 性能과 品質

일반적인 건물에 대한 要求性能으로서는 통상 居住性, 機能性, 構造安全性, 耐久性, 耐火性 등을 들 수 있고, 특히 콘크리트에 관련하는 性能으로서는 <表 1>과 같은 것이 要求되고 있다. 이 중 건물의 성능으로서는 完成되었을 때의 콘크리트의 성능이 필요하나, 콘크리트 構造物은 일반적으로 現場施工으로 만들어지므로 施工을 좌우하는 아직 굳지 않은 콘크리트의 성능이나 硬化 過程에 있어서 나타나는 性能도 무시할 수 없다.

〈表 1〉 콘크리트의 所要性能

아직 굳지 않은 콘크리트의 性能	위커빌리티(슬럼프, 分離抵抗性), 空氣量, 溫度, 브리딩量, 펌퍼빌리티
硬化中 콘크리트의 性能	凝結時間, 硬化時間, 水和熱 膨脹率, 乾燥收縮率
硬化 콘크리트의 性能	強度(壓縮, 휨기타) 氣乾單位, 容積重量, 탄성계수, 耐久性, 水密性, 耐火性

아직 굳지 않은 콘크리트의 性能으로서 가장 중요한 것은 위커빌리티이다. 시공하는 측으로 보아서 는 부드럽고 打設하기 쉬운 콘크리트가 바람직하나 위커빌리티라고 하는 性能 중에는 流動性이 좋아야 할 뿐만 아니라 運搬이나 打設할 때에 分離現象이 일어나지 않은 것도 包含되고 있으나 이러한 점들이 소홀히 되는 경향이 있다. 슬럼프가 큰 콘크리트는 확실히 流動性은 좋으나 도중에서 骨材가 分離하거나 多量의 브리딩水가 생기거나 하여 均一性이 얻어질 수 없게 된다. 또한 슬럼프를 크게 하기 위하여 安이하게 單位水量을 증가하면 強度의 低下, 乾燥收縮의 增大, 耐久性이나 水密性의 抵抗 등 여러가지 性能의 저하를 招來하게 된다. 그리고 土木工事와 같이 슬럼프가 적은 된비빔 콘크리트로 하면 좋지 않을까 하는 意見도 있으나 斷面이 적고 철근이 밀실하게 배근되어 있는 建築構造物의 경우에는 곰보나 空胴이 생기지 않도록 하는 것도 重要한 要求性能으로 되고 있다. 이와 같은 관점에서 최근에는 建築用 콘크리트에서도 슬럼프가 적게 되도록 研究努力을 계속하고 있다.

硬化過程의 性能으로서 는 水和熱의 問題를 들 수 있다. 建築構造物도 점점 큰 斷面의 部材가 많이 出現하고, 水和熱에 의한 溫度上昇과 이에 따른 龜裂의 발생이 무시할 수 없게 되었다. 덩은 低強度의 콘크리트가 요구되므로 별문제가 없으나 建築部材는 設計基準強度가 240~270kg/cm²나 되는 것도 있어서 필연적으로 單位시멘트의 使用量이 많아지고 30~40°C의 溫度

上昇이 일어난다. 이와 같은 건축용 매스콘크리트에 대하여 어떻게 龜裂의 발생을 억제할 것인가가 새로운 要求性能으로써 대두되고 있다.

硬化 콘크리트의 性能으로서 는 壓縮強度가 대표적인 것으로 構造設計를 할 때에 基本으로 되고 있다. 이것은 壓縮強度가 결정되면 그 외의 強度나 영계수가 추정될 수 있는 이외에 콘크리트 全般의 品質도 파악할 수 있기 때문이다. 콘크리트의 調合設計에 있어서 콘크리트의 品質의 級에 대응하여 設計基準強度에 대한 不良率과 最低值를 規定하여 調合強度를 결정하도록 되어 있다. 즉, 콘크리트의 강도는 많은 要因에 의해서 변동되므로 構造物의 安定性和 經濟性을 고려하여 設計基準強度를 下廻하는 것이 어느 정도 발생하는 것을 허용하고 있기 때문이다. 그러나 그 중에는 모든 設計基準強度를 만족시키지 않으면 안된다고 생각하는 사람이 있으므로 調合強度가 높게 되는 경향이 있다.

콘크리트 構造物에 있어서 耐久性도 상당히 중요한 性能이다. 기상조건이나 환경조건에 의한 表面劣化, 철근의 腐蝕, 사용조건에 의한 摩耗, 疲勞, 크리프 變形 등의 현상은 단기간에는 그 결과가 나타나지 않으므로 그다지 注意를 기울이지 않고 있으나 被害가 발생하기 시작하면 그것은 급격히 진행하여 경우에 따라서 도저히 손을 쓸 수 없게 되므로 큰 문제이다. 이러한 성능은 수치적으로 정하기 어려운 점이 있으므로 사용재료의 종류나 品質을 規定하거나 調合設計를 할 때의 분 시멘트비의 限度, 시멘트의 最小使用量, 空氣量 등을 규정하여 所要의 性能을 확보하도록 하고 있다.

이들 各種의 要求性能은 콘크리트가 使用되어지는 構造物部材의 用途, 規模, 構造의 特性, 環境條件과 더불어 使用하려는 材料의 品質, 性能, 적용할 수 있는 施工方法, 기대할 수 있는 施工管理의 程度, 시공시의 기상조건 등을 고려하여 결정하며 단순히 설계상에서 뿐만 아니라 시공면도 포함하여 總合적으로 판단하지 않으면 안된다.

建築物的의 경우 콘크리트 構造物로서 확보해야 할 최저조건은 建築基準法이나 시행령 등의

〈表 2〉 콘크리트의 品質等級(JASS 5)

콘크리트 의 示方 等級	콘크리트의 設計基準강도(kg/cm ²)를 適用하는 示方等級						參 考		
	普通콘크리트		輕量콘크리트				材料에 關한 示方	施工에 關한 示方	(使用해야 할 構造物)
	강자갈, 갠자갈 콘크리트	高爐슬래 그갠자갈 콘크리트	1種, 2種	3種	4種	5種			
高 級	270以上 ~210	-	240以上 ~210	-	-	-	I 級	甲種	
常 用	240-150	240-150	225-150	210-150	135-120	-	II 級	乙種	보통 RC造, SRC造의 軀體, 블록조의 基礎, 보, 슬랩, 기둥
簡 易	135	135	135	135	90	90	III 級	丙種	木造建物の 基礎, 소규모 門, 벽, 비주거용의 輕微한 構造物, 簡易기계臺

法令에 의해 정해지고 있으나 建築主의 의향을 들어 設計者가 결정하게 된다. 社會적으로 重要度가 높다고 생각되는 構造物에는 콘크리트에 대하여도 高度의 品質이 要求되고 經濟的, 實用的 觀點에서 보면 모두 최고의 성능이 발휘되면 좋도록 되어 있다. 한 예로 JASS 5(日本建築學會의 철근콘크리트工事 標準示方書)에서는 1975년도의 改正時, 콘크리트의 品質等級을 고급, 상용, 간의의 3단계로 나누어 채용할 수 있는 設計基準強度의 범위를 정했다. 더욱 構造物로서의 콘크리트의 品質이 사용하는 材料의 품질이나 시공의 정도에 따라 左右되므로 적용되는 材料의 示方을 1級, 2級, 3級으로 구분하고, 또한 施工의 示方을 甲種, 乙種, 丙種의 3단계로 구분하여 각각에 대하여 標準的인 示方을 〈表 2〉와 같이 정하고 있다.

콘크리트 構造物에 대한 品質等級의 결정방법으로서 〈表 2〉에 참고 예가 代記되고 있으나 JASS 5에서는 통상 건축되고 있는 일반의 構造物은 상용콘크리트로 하도록 생각되어지고 있다. 특히 重要度가 높은 構造物, 예를 들면 原子力施設 등과 같은 것에는 高級콘크리트가 사용

되도록 되어 있으나 이 경우에는 材料의 選定, 施工의 方法, 品質管理程度 등도 당연히 엄하게 규정되어 있으므로 그만큼 工費가 많게 되는 것도 고려해둘 필요가 있다. 한편 非居住用의 簡易한 시설에서도 콘크리트 構造物으로써의 성능이 확보되도록 簡易콘크리트의 規定이 정해져 있다.

2.2 레미콘의 規定과 品質의 現狀

최근의 건축공사에 있어서는 콘크리트가 거의 레미콘을 사용하고 있으므로 콘크리트의 品質이라고 말하면 그것은 레미콘의 品質을 지칭하게끔 된다. 그러나 構造物에 打設한 콘크리트의 品質에 문제가 발생하였을 때 施工業者는 이것을 레미콘業者만의 책임으로 돌릴 수 없다. 여기에서 레미콘을 사용할 때에는 下記의 사항을 확실히 지킬 필요가 있다.

- 1) 構造物에 要求되고 있는 品質과 性能을 파악하여 레미콘을 發注할 때 明確히 지시한다.
- 2) 레미콘공장을 조사하여 使用材料, 製造設

費, 管理상태 등이 적정한가를 확인한다.

3) 콘크리트의 調合表를 체크하여 所要의 성능이 확보되어 있는지의 여부를 판단한다.

4) 檢査項目이나 檢査方法을 協議하여 受入 檢査를 확실히 행한다.

이러한 사항을 실행할 수 있도록 하기 위해서는 시공업자 자신이 콘크리트에 대한 기초지식을 충분히 갖고 있는 것이 전제가 된다.

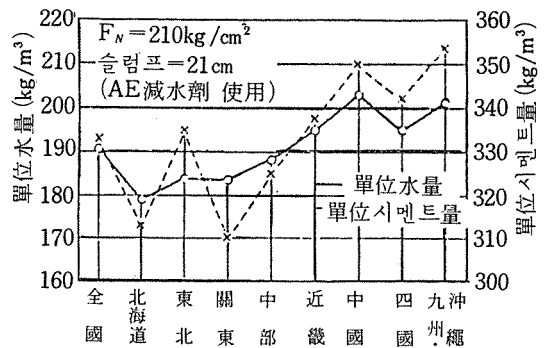
레미콘의 사용재료 중 콘크리트의 품질에 가장 크게 영향을 미치는 것이 骨材이다. 이 때문에 日本의 경우 레미콘에 관한 JIS에 건축용과 토목용으로 나누어 骨材의 종류와 품질을 규정하였다. 건축용 骨材에 관해서는 JASS 5의 II級 骨材와 같은 品質로 규정이 되었으나 日本의 東北地方과 같이 암질이 나쁜 지역에 대해서는 購入者의 승인을 얻어 比重과 吸水率이 III級の 骨材까지 사용하도록 고려하고, 그 반면에 바다모래의 염분은 0.04% 이하로 엄하게 規定하고 購入者의 승인이 있으면 0.1%까지 사용하도록 하고 있다.

그러나 골재品質의 低下가 여러가지 문제를 유발하고 레미콘의 품질저하에도 영향이 크므로 日本建築學會에서는 材料施工第1分科委員會의 骨材委員會가 中心이 되어 전국 레미콘공업 조합연합회의 협력을 얻어 전국 약 360개의 레미콘공장을 대상으로 골재의 실상에 관한 앙케

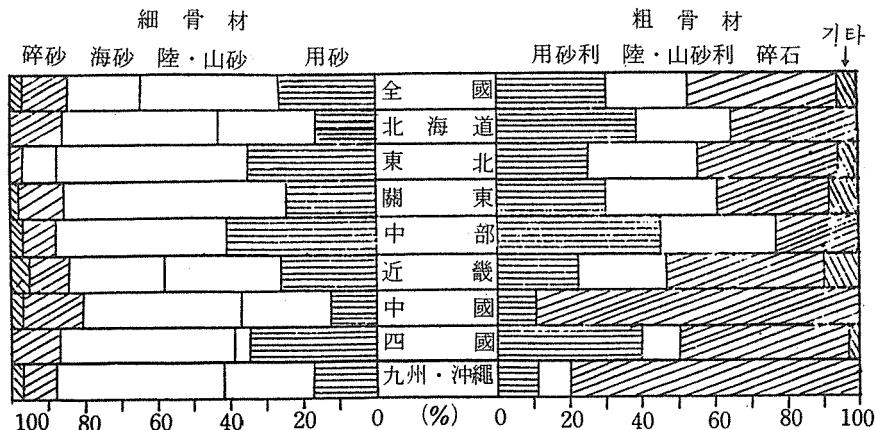
이트조사를 행한 결과에 의하면 사용하는 골재의 종류나 품질은 지역에 따라 차가 큰 경향을 보이고, JIS에 規定한 사항을 만족하지 않은 骨材도 상당히 사용하고 있고 基準調合表에도 상당히 차이가 있어 碎石이나 碎石을 사용하지 않을 수 없는 西日本에서는 東日本보다도 單位水量이 많게 됨에 따라 單位시멘트량도 증가하고 있다. 단, 東北地方은 單位水量이 적음에도 불구하고 單位시멘트량이 증가하여 岩質의 不良이 영향을 주고 있음을 보여 주고 있다. <그림 1, 2 참조>

骨材入手의 難易度에 관한 조사에서는 粗骨材보다도 細骨材가 구입하기 곤란하고 骨材의 品質規格値를 더욱 完善하여 줄 것을 바라는

<그림 2> 基本調合의 單位水量과 單位시멘트量



<그림 1> 使用骨材의 種類



요망이 많았다. 금후 점점 골재사정이 惡化되고, 종류도 多樣化해질 것으로 예견되므로 규격치의 재검토를 할 필요가 있을지도 모르지만 海砂의 鹽分에 의한 鐵筋의 腐蝕, 山砂의 泥分에 의한 龜裂의 증대, 깐자갈, 깐모래의 알칼리骨材反應 등의 문제가 있으므로 어떠한 對應策이 없는 한 규격치를 간단히 緩和시킬 수가 없는 立場이어서 骨材問題는 금후의 큰 과제로 남아 있다.

이와 같은 문제가 물(水)에 대해서도 문제가 되고 環境規制때문에 回收水를 사용하지 않을 수 없으나 스러지가 많게 되면 당연히 콘크리트의 品質도 惡化되므로 日本 콘크리트工業協會에 규정한 規準에 따라 장치의 설치나 관리의 철저를 기할 필요가 있다.

2.3 콘크리트의 施工管理와 品質檢査

레미콘이 所要의 品質을 維持하도록 製造되었다 하더라도 施工方法에 따라 構造體에 치어진 콘크리트의 品質은 크게 左右되므로 현장에 있어서 施工管理도 또한 중요한 문제이다. 現場施工의 완전을 위해서는 무엇보다도 施工計劃을 충분히 검토하여 둘 필요가 있다. 工期나 工費에 쫓겨 무리한 施工計劃을 세우는 것은 품질저하를 초래하게 된다.

펌프壓送이 앞으로 많이 盛行될 것이 예측되므로 품질저하의 문제는 크게 대두될 것이다. 펌프의 壓送性을 좋게 하기 위하여 부드럽고, 잔골재율이 높은 配合의 콘크리트를 만들고, 壓送하기 어렵게 되면 마음대로 單位水量을 증가시키기 때문에 強度低下나 龜裂의 發生이 많게 되고 동시에 打設能力을 향상시키기 위해서 아래로부터 위까지 一時에 콘크리트를 치어넣어 부음으로써 材料의 分離나 다짐에 대한 配慮를 태만히 하는 것도 큰 要因이 되고 있다. 日本의 경우 펌프機械의 改良이나 工法에 대한 반성을 하고 더욱 日本建築學會에서 콘크리트펌프工法 施工指針案이 작성되고부터는 문제점이 점점 해결되어 널리 사용되게 되었다. 특히 지침의

개정판에 있어서는 펌프壓送뿐만 아니라 打設方法에 관해서도 잘 설명되어 있어 현장시공의 指導書로서도 도움이 되도록 작성되었다.

펌프工法과 더불어 외국의 경우 최근에는 流動化콘크리트를 사용하는 현장이 많아지고 있다. 슬럼프가 10~12cm의 베이스콘크리트에 運搬中 또는 부림지점에서 流動化劑를 適量添加하여 잘 비비면 슬럼프가 18~20cm 정도의 軟度가 좋은 콘크리트가 될 수 있으므로 施工이 아주 容易하게 되고 더욱 流動化된 때의 성능이 베이스콘크리트의 성능과 변함없다는 편리한 점도 있어 콘크리트의 품질이 상당히 좋게 된다. 그러나 베이스콘크리트가 묽어지면 브리딩이나 分離現狀이 증대하거나 時間이 경과하면 원래의 상태로 돌아가 버리는 현상이 있으므로 製造施工의 관리를 한층 엄하게 할 필요가 있다.

콘크리트強度發現에 있어서 중요한 養生도 현장시공에 있어서 소홀히 하기 쉬운 경향이 있다. 바닥슬래브의 콘크리트는 일반적으로 充分한 양생이 될 수 없으므로 標準供試體의 60% 정도로 되어 있는 사례가 많다. 특히 霧中콘크리트에서는 수분의 발산이 현저하여 長期強度의 伸張이 적은 것이 문제가 되고 있다. 寒冷地에 있어서 寒中콘크리트의 保溫養生에 관해서는 사전에 충분한 계획을 세워 실시되고 있으므로 좋으나 추운기간이 짧은 지역에 있어서는 야간에 급격히 추워지는 것을 주의해야 한다. 養生과 더불어 거푸집 除去時期도 중요하다. 공사를 서둘러 빨리 거푸집을 제거하면 휨균열이나 크리프變形이 생기므로 注意하지 않으면 안된다.

콘크리트의 성능은 이와 같이 여러가지 要因에 의해서 좌우되므로 최종적으로 構造體로서 所要의 性能이 얻어지지 않았을 경우 그 원인이 레미콘에 의한 것인가 施工에 의한 것인가가 분명하지 않은 경우가 있다. 그러므로 부림지점에 있어서 레미콘의 검사가 중요하게 된다. 레미콘의 경우에는 그 品質이 부림지점에서의 것으로 규정되어 있으므로 부림지점에 있어서 生産者는 製品을 檢査하기 위한 試驗을 행할

필요가 있고 購入者는 제품의 受入檢査를 위한 시험을 행할 필요가 있다. 원래 兩者는 개별적인 성격을 가지고 있으나 便宜上 購入者가 生産者에게 시험을 의뢰하는 경우가 많다. 단, 이 경우에는 반드시 兩者가 試驗方法, 回數 등을 정하고 入會하여 시험을 행하도록 해야 한다. 시험방법이 규정되어 있는 항목은 좋으나 性能만 지정하여 적당한 시험방법이 실시하면 전혀 무의미한 것이 되어 버린다.

檢査項目 중 아직 굳지 않은 콘크리트의 시험결과는 바로 판단될 수 있는 것이 많으나 규정치를 벗어났을 경우는 연속해서 수대의 레미콘차에 대하여 조사하고 이들 결과로부터 總合的으로 合否를 판단하는 것이 좋다. 壓縮強度의 검사에 있어서는 검사 룯드(lot)의 결정이 큰 문제로 된다. 레미콘에 관한 JIS에서는 원칙적으로 150m³에 1회의 시험을 행하고, 3회의 시험 결과로 合否를 판정하고 있는데 450m³가 1검사 룯드이다. 1日の 打設量이 많은 현장에서는 별 문제가 안되나 일반의 건축공사에서는 1日の 打設量이 100~150m³의 경우가 많으므로 3회 打設할 때까지 판정할 수 없게 된다. 이러한 경우에는 현장단위로 고려하지 말고 그 레미콘공장에서 제조되는 同種의 콘크리트의 생산량을 기준으로 하면 좋다. 이렇게 하면 타공사현장에서 시험결과와 함께 판단하는 것도 가능하게 된다.

이 檢査에 있어서 構造體 強度推定을 위한 시험은 構造體에 打設된 콘크리트가 기온에 관계없이 재령 28일의 設計基準強度에 달한지를 확인하기 위한 실험으로 <表 3>과 같이 공시체의 취급방법이나 양생방법이 전혀 다르므로 주의하지 않으면 안된다. 이 檢査에 있어서도 레미콘의 呼稱強度가 임의의 3本の 평균치로 呼

稱強度를 만족하도록 제작되었으므로 최초로 가정한 氣溫補正值가 적정하고 溫度履歷이 상정한 것과 대차없으면 3本の 평균치는 設計基準強度를 만족한 것으로 한다.

만약 부림지점의 검사에 합격했음에도 構造體強度의 검사에 불합격했다 하면 그것은 온도보정이 적정하지 않았던가, 운반중에 分離하거나 加水했거나 하는 것이 원인으로 고려되어진다. 前者에 관해서는 조금 재령이 지나면 設計基準強度에 달하므로 염려가 없으나 후자의 경우에는 별도의 구조체 검사가 필요하고, 施工管理의 책임을 묻게 된다. 단 이 1회의 검사에서 試料의 수가 적으므로 수회의 검사결과를 합해서 總合적으로 강도의 판정을 하는 것이 바람직하다. 이 검사에 의해 설계基準強度보다 훨씬 높은 값이 얻어졌다고 해서 자만해서는 안된다. 전술한 바와 같이 分散이 적고 均質한 콘크리트로 할 수 있도록 노력하지 않으면 안된다. 또한 이 검사에서 구조체의 강도를 보증하기 위해서는 충분한 시공이 될 수 있다는 것을 전제로 하고 있음을 잊어서는 안된다.

3. 콘크리트 打設計劃의 基本

3.1 打設區劃, 數量 및 사이클

콘크리트의 타설에 관해서 특히 注意할 사항은 충분한 品質管理下에 밀실하고 均質한 콘크리트를 어떻게 能率있게 施工하느냐 하는 것이다. 이 때문에 건물의 用途에 의한 所要性能, 建物の 規模, 施工時期, 현장의 立地條件등에 첨가하여 그 현장의 施工能力을 포함하여 경제성을 고려한 최선의 타설계획을 세울 필요가 있다.

<表 3> 콘크리트 強度의 檢査方法

區 分	採取場所	供 試 體 本 數	養生方法	試驗材令	判 定 基 準
레미콘 受入 檢査	부림場所	1레미콘차로부터 3本	標準養生	(7日→28日) 28日	호칭강도 이상
構 造 體 檢 査	打設場所	임의의 간격으로 3本이상	現物水中養生	28日	설계기준강도 이상

이 打設計劃을 세움에 있어서 工程, 打設區劃, 施工法, 施工施設配置, 施工體制 등에 대하여 충분한 검토를 행한다.

建物の用途, 規模, 現場의 立地條件 등에 의해 差는 있으나 着工으로부터 竣工까지의 全工期가 결정되어 있다. 콘크리트打設에 관한 骨造工事의 工期는 土工事, 地整工事, 철골공사, 마감工事나 外構工事에 요하는 工期를 포함한 全工期 中の 바란스를 고려하여 대략 결정한다. 이 骨造工期 中에서 이 建物에 사용되는 콘크리트의 總량을 分割하여 打設을 행하는 것이나 基礎, 地下骨造, 地上骨造의 順으로 아래로부터 위로 上積하는 것을 前提로 콘크리트의 打設은 건물 各層마다의 水平區劃으로 분할된다. 그 외에 건물의 平面規模나 部材斷面이 크고 상기 各층에 의한 水平區劃상의 콘크리트 수량이 많을 경우나 현장의 立地條件에 의해 1일에 搬入 가능한 콘크리트량이 限定되는 경우 등은 구 水平區劃을 다시 分割한 重直區劃이 필요하게 된다.

통상 그 현장의 1일 콘크리트 搬入能力을 算出하는데 있어서 立地條件을 고려한 레미콘의 搬入量, 콘크리트 펌프차 등에 의한 場內運搬量 이외에 打設부위마다 콘크리트의 充分한 品質管理가 가능한 打設速度를 고려하여 결정할 필요가 있다. 구체적인 한 예를 들면 中型の 레미콘工場에서 콘크리트의 供給을 받을 경우, 1日 生産量의 지표는 대략 500m³/일 정도로 사용하고 있는 콘크리트 펌프차 1대의 시간당 壓送量이 40~60m³/h일 경우, 콘크리트의 打設에 따른 다짐이나 거푸집의 側壓管理, 바닥마감면의 精度確保 등 打設되는 콘크리트의 充分한 品質管理를 전제로 하면 25~35m³/h가 적당하여 8시간의 打設로 200~280m³/日이 된다.

1일의 콘크리트의 打設量에 의해 그 建物の 各 水平區劃마다의 打設횟수 및 그 建物 全體의 콘크리트의 打設횟수가 대략 결정된다. 全體 工期 中에서 所定の 骨造工期 中에 全 打設횟수를 나누면 콘크리트의 打設사이클이 대략 결정된다.

한편, 각 水平區劃, 重直區劃마다 거푸집의 組

립이나 콘크리트에 내장된 철근 및 설비용 등의 配線, 박스, 配管類 등의 매입물의 시공량이 산출되고, 콘크리트의 打設사이클내에서 거푸집工, 鐵筋工, 設備工 등의 所要作業員數가 산출된다. 各층의 수평구획내에서 수직구획을 많이 설치하지 않으면 안될 현장에서는 각 수직구획마다 콘크리트의 이어치기부의 처리에 作業量이 증가하여 日數가 要하게 되므로 콘크리트의 打設사이클을 빨리하는 것은 이어치기처리를 不備하게 하거나 거푸집공, 철근공들의 能率을 저하시키는 등의 弊害를 일으킨다. 이와 같은 경우는 全體工期 中 骨造工程의 재조정을 행할 필요가 있다.

3.2 콘크리트의 打設要領

- 1) 各 打設區劃마다 콘크리트의 受入位置에서 가장 떨어진 장소로부터 打設을 개시한다. 配管의 준비를 效率的으로 하고 打設한 직후의 콘크리트에 진동충격을 주지 않고 타설 후의 표면마감면을 상처나지 않게 하고, 더러워지지 않게 한다.
- 2) 콘크리트를 타설하기 시작하면 所定の 구획을 연속하여 타설한다.

예측하지 않은 天候의 급변이나 콘크리트 펌프차의 고장 등으로 콘크리트의 打設이 지연되는 경우에도 打設完了時間을 變更시켜 예정타설구획 내를 가능한 한 연속하여 打設을 完了시킨다. 이 경우 打設繼續에 의한 코울드조인트 등의 형성 등 콘크리트의 連續性을 잃기 쉽게 되나 콘크리트다짐 作業인원을 증원시켜 이것을 방지한다.

예정타설구획의 도중에 콘크리트打設을 中止하는 것은 당일예정외의 타설중지처리나 새로 타설을 행할 시의 材料, 作業원의 手配 등 쓸데 없는 일이 증대하므로 養生 등의 설비나 勞務의 投入을 고려하여 만단을 무릅쓰고 예정구획의 타설을 完了시킨다.

- 3) 운반으로부터 打設까지의 사이에 콘크리트의 分離가 일어나지 않도록 한다. 슈우트의 이동을 조금씩 행하여 打設되는 장소에

가능한 한 가까운 위치에 콘크리트가 떨어지도록 한다. 콘크리트의 吐出角度를 조정하여 타설되는 개소의 거푸집면, 호퍼, 슈우트 등의 면에 수직에 가까운 각도로 하여 되비빔이 행해지도록 한다. 콘크리트의 타설높이는 가능한 한 균등히 한다.

- 4) 기둥, 벽 등 打設落差가 큰 경우에는 콘크리트가 낙하 중에 대근이나 횡근에 닿아 굵은 骨材가 分離를 일으키기 쉽다. 분리하기 쉬운 콘크리트는 빨리 다짐봉 바이브레이터를 사용하여 충분히 다진다.

분리가 현저하여 粗骨材의 덩어리를 만들게 되면 다짐봉, 바이브레이터를 사용해도 몰탈과의 혼합이 곤란하게 되어 곰보나 空隙을 만듦으로 기둥, 벽 등의 타설개시와 함께 다짐봉, 바이브레이터 등을 사용하여 분리한 굵은 골재의 덩어리를 만들지 않도록 한다.

- 5) 바이브레이터는 조금씩 이동하여 1개소에서 插入時間을 짧게 한다. 동일개소에서 장시간 바이브레이터를 삽입하면 오히려 콘크리트를 分離시킨다. 바이브레이터를 삽입한 채 콘크리트를 橫流하는 것은 심한 分離를 일으키므로 엄금한다.

- 6) 거푸집면을 나무망치로 두드릴 때는 콘크리트의 타설직후에 속히 두드리고, 콘크리트의 타설속도에 맞추어 이동한다. 콘크리트의 타설에 따라 이동을 하지 않고 硬化를 시작한 콘크리트의 表面거푸집을 두드리는 것은 콘크리트의 表面剝離를 일으키게 된다. 거푸집의 판면을 두드려야 하며 폼타이나 기타의 連結鐵物을 두드려서는 않된다.

3.3 特殊條件下에서의 콘크리트의 打設

1) 寒中콘크리트의 打設

콘크리트 타설 후의 재령 28일까지의 外氣溫의 積算溫度 $M=370^{\circ}D \cdot D$ 以下(平均氣溫으로 $3.2^{\circ}C$ 이하)인 경우 寒中콘크리트의 적용을 받게 된다. 이 경우 비빔에서부터 운반까지의 콘크리트溫度는 $10^{\circ}C \sim 20^{\circ}C$ 로 유지하고, 打設溫度

를 $5 \sim 10^{\circ}C$ 로 하며 打設된 콘크리트는 外氣溫에 장시간 노출되지 않도록 한다. 타설 후의 初期養生으로서는 헛지붕을 설치하거나 保溫養生을 행하여 타설된 콘크리트를 $0^{\circ}C$ 이상으로 유지하기 위해 초기동해방지양생을 한다. 또한 시공을 계속하기 위해 強度發現이 필요한 경우에는 적절한 保溫, 採暖設備을 준비한다.

2) 暑中콘크리트의 打設

月平均氣溫이 $25^{\circ}C$ 를 넘는 경우에 暑中콘크리트의 적용을 고려하게 되어 있다. 일반적으로는 7월, 8월 및 9월에 타설되는 콘크리트를 대상으로 한다. 高溫에 의해 凝結이 빨라지기 때문에 운반, 압송중의 슬럼프저하가 현저하므로 운반시간을 30~40분으로 한정함과 동시에 壓送配管의 日射덮개 등을 행하여 타설시의 콘크리트 온도를 $35^{\circ}C$ 이하로 하고, 또한 거푸집면이나 이어치기면에 散水を 충분히 행하여 온도를 내린다. 打設과 다짐은 단시간에 행하여 打設中の 이어치기에 콜드조인트가 생기는 것을 방지하고 타설되는 콘크리트의 수분의 증발이 현저하므로 덮개나 散水を 행한다.

3) 流動化콘크리트의 打設

현장에서 레미콘에 流動化劑를 첨가하여 된 비빔 또는 比較的 된비빔의 콘크리트의 流動性을 일시적으로 增大시켜 타설하는 방법이 최근 보급되고 있다. 이 방법을 이용하면 施工性을 나쁘게 하지 않고 單位水量을 감소시킨 乾燥收縮量이 적은 양질의 콘크리트를 얻을 수 있다는 큰 이점이 있다.

그러나 이러한 流動化콘크리트의 施工에 있어서는 流動化劑의 특성을 잘 이해하여 이에 합당한 콘크리트의 조합을 선택하는 것은 물론 현장의 콘크리트 打設에 있어서도 보통콘크리트의 打設要領을 지킴과 더불어 다음과 같은 배려가 필요하다.

- ① 流動化劑를 현장에서 投入하는 것이 일반적이거나 이 때문에 현장입구부분에 투입 게이트를 설치하여 레미콘차의 슬럼프에 의한 所要量을 혼란없이 정확히 투입할 수 있도록 한다.
- ② 投入 후의 攪拌은 레미콘차의 드럼高速

回轉으로 1분간 이상 행하는 것으로 하고 이 때 發生하는 소음대책을 사전에 충분히 취하여 둔다.

③ 슬럼프의 경시저하가 크므로 打設完了時刻는 流動化劑 첨가 후 20~45분 이내로 한다. 이 때문에 배관도 가능한 한 짧게 하고 여러가지 준비도 迅速하게 행함과 동시에 극히 단시간에 행할 수 있도록 계획한다.

④ 單位水量이 적고 粘性이 크므로 동일 슬럼프의 콘크리트보다도 콘크리트공, 미장공을 증원하여 용의주도하고 신속한 타설을 할 수 있는 체제를 취한다.

4. 콘크리트의 運搬과 管理

4.1 콘크리트의 運搬에 의한 品質變化의 限度

콘크리트는 물, 시멘트, 骨材 및 混化材料로 구성되어 일반적으로 그 比重이 1~3, 粒大는 수 μ ~40mm까지 변화하고 있으므로 분리하기 쉽고, 조잡한 취급을 하면 構造體로서의 均質性이 손상될 위험이 있다. 따라서 콘크리트의 운반은 재료의 분리나 몰탈의 손실이 가능한 적은 방법의 선택이 바람직하다. 콘크리트의 施工이라는 측면에서 제조, 운반, 타설, 다짐, 養生 등의 작업의 흐름은 시종일관할 필요가 있다. 均一하게 비벼낸 콘크리트는 빨리 운반하여 바로 치어붓는 것이 중요하다. 콘크리트에 대한 품질변화의 한도를 정리해 보면 <그림 3>과 같다.

아직 굳지 않은 콘크리트의 품질변화가 바로 硬化콘크리트의 품질저하를 초래하는 것은 아니지만 이 품질변화가 콘크리트의 분리에 의한 것이나 페이스트, 모르타르의 손실에 기인하는 경우에는 주의를 요한다. 품질변화가 큰 경우에는

① 製造管理가 困難하게 된다.

일정한 施工性을 얻기 위해서는 품질변화의 크기를 예견하여 콘크리트를 제조할 필요가 있다. 그러나 일반적으로 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질변화가 큰 경우에는 품질변화의 변동도 크게 되기 쉬우므로 비빔관리가 곤란하게 되고, 또한 硬化콘크리트에 미치는 영향도 크게 된다.

② 운반이 곤란하게 된다.

펌프壓送의 경우에는 閉塞이나 배관의 破裂 등의 트러블이 일어나고 바스켓에서는 스무스한 배출이 곤란하게 된다. 총 슈우트나 토레미 工法의 경우에는 콘크리트의 落下가 불가능하게 된다.

③ 치어붓기, 다짐에 지장을 초래한다.

타설직전의 품질이 저하하므로 타설속도를 변경하지 않으면 안되고, 레미콘차의 配車密度나 이어치기 시간간격, 일일당 타설량 등에 영향을 주게 된다. 또한 경우에 따라서는 타설이 불가능하게 되거나 다짐불량이나 곰보, 콜드조인트가 발생한다.

4.2 運搬方法

공사현장 내에서의 콘크리트의 운반은 <表 4>에 표시하는 바와 같다. 여기서는 앞으로 콘크리트의 기계화시공이라는 측면에서 콘크리트펌프의 운반을 중심으로 고찰해 보기로 한다.

4.2.1 콘크리트펌프에 의한 運搬

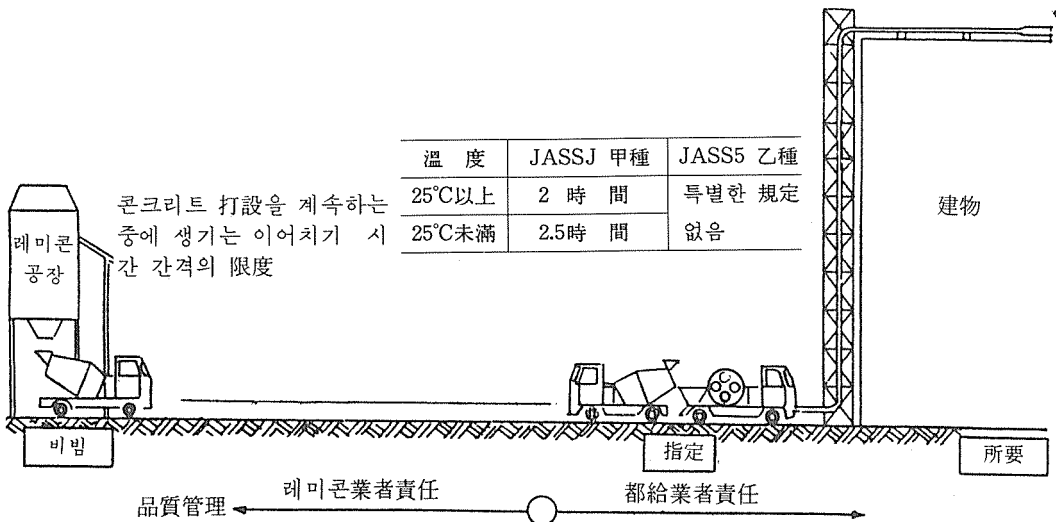
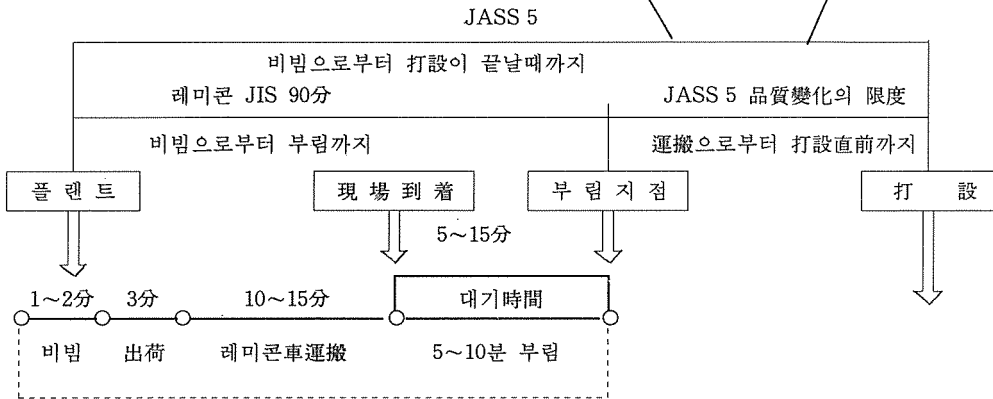
콘크리트펌프가 장래에 많이 사용될 큰 요인은 고도성장시대에 있어서 건설노무자의 부족과 이에 따른 노무자임금의 高騰으로 기계화시공을 촉진하고 제2면에 있어서 에너지節約型으로 레미콘이 발전해야 하고 콘크리트펌프 자체가 定置式에서 搭載型으로 변하기 때문이다. 또한 펌프공법으로 轉換이 급격히 이루어짐에 따라 특히 콘크리트의 품질면에서 문제점이 지적되고 있다. 이러한 상황으로 펌프공법의 바람직한 發展과 選定을 위해 이웃 일본에서는 日本 建築學會로부터 콘크리트펌프工法 施工指針案이 1972년에 나와 1979년에 개정되어 실무에

〈그림 3〉 콘크리트 운搬에 의한 品質變化와 時間限度

運搬으로부터 打設까지 콘크리트 品質變化의 限度

品質 施 工 에 示 方 關 한 等 級	슬 럽 프 差 (cm)						空 氣 量 의 差 (%)	輕 量 콘 크 리 트 의 單 位 容 積 重 量 差 (%)	溫度	
	普通콘크리트		輕量콘크리트						乙示方	甲示方
	所要슬랩프		所要 슬 랩 프							
	18cm 以下의 경우	18cm 以下의 경우	18cm 以上의 경우	18cm 以上의 경우	18cm 以下의 경우	18cm 以下의 경우			25°C 以上	25°C 未滿
甲 種	1.5	-	2.0	-	-	-	1.0	±3.5		
乙 種	2.0	1.5	2.5	2.0	2.0	1.5	1.0 ⁽¹⁾	-1		

注) 空氣量이 콘크리트의 耐久性으로 부터 정해진 경우만 適用함.



〈表 4〉 콘크리트의 運搬方法

運搬機器	運搬方向	運搬距離 (m)	運搬量 (m ³)	슬럼프의 範圍(cm)	動力	適用個所	備 考
콘크리트펌프	水 平 垂 直	水 平~500 垂 直~100	20~85/h	8~21	엔 진	高所, 長距離	比較的 木은비비용의 건축 공사에 많이 사용
콘크리트타워	垂 直	10~120	0.6~1.0	12~21	電 動	高所 運搬	펌프, 벨트컨베어 등으로 방향을 분담한 방식으로 함. 15~10m ³ /h
요요호이스트	"	300	0.6~1.1	12~21	電 動	超高層工事	上 同
바 스 켈	水 平 垂 直	10~50	0.5~ 1.0/臺	8~21	크레인	一 般 的	콘크리트의 分離가 적으며 로 場內運搬에 適當함.
중 슈 우 트	垂 直	5~15	10~40/h	12~21	重 力	地下 SRC用	분리하기 쉬움.
경사슈우트		2~6		12~21	重 力	사이로建設	분리가 큼.
벨트컨베어	水 平	5~100	10~30/h	10以下	電 動	重量콘크리트	분리하기 쉬움.
토 레 미	垂 直	~30	10~40/h	13~18	重 力	水中콘크리트	다짐을 할 수 없으므로 流 動성이 필요

많은 도움을 주고 있다.

4.2.2 콘크리트펌프工法의 特徵

1) 에너지 節約

레미콘의 발전과 콘크리트펌프의 출현에 따라 에너지절약이 도모되어 콘크리트공사에 있어서 노무자부족을 해소시킬수 있고, 이에 따라 콘크리트 공사의 분업화가 촉진되어 레미콘업자와 펌프업자가 각각의 전문기업으로서 성립

된다.

2) 工期短縮

時間當 打設量이 훨씬 向上되므로 工期短縮을 할 수 있다. 예를 들면 카아트(손수레) 방식에서는 打設量이 20m³/h 전후이나 콘크리트펌프에서는 40m³/h정도로 되어 적은 인원으로 비교적 대량의 콘크리트를 시공할 수 있다.

3) 工事準備의 容易

콘크리트펌프와 配管을 셋트하면 종래와 같

은 콘크리트타워, 원치, 카아트, 작업통로 등의 준비가 불필요하게 된다.

4) 壓送性 및 콘크리트의 품질

콘크리트펌프는 機構上 어떠한 콘크리트라도 압송할 수 있는 것이 아니고 그 한계가 있다. 일반적으로 압송성을 높이기 위해서는 流動性이 좋고, 分離가 적게 되도록 하여야 하나 이것은 페이스트양의 증대를 가져와 결국 乾燥收縮을 증가시킨다.

輕量콘크리트의 壓送에 대해서는 壓送에 의한 壓力(壓送壓, 管内壓)에 의해 輕量骨材 中の 空隙에 페이스트 중의 물이 吸水되어(壓力吸收) 콘크리트의 유동성이 저하된다. 壓力吸收의 정도는 壓送壓과 事前吸水(pre-wetting)에 좌우되어 조건에 따라서는 콘크리트가 流動性을 잃고 배관내에서 閉塞되는 경우가 있다.

5) 打設速度와 거푸집

종래의 카아트에 의한 타설보다 速度가 빨라 거푸집의 측압증대나 편심을 일으키므로 이에 대처하여 거푸집의 보강이 필요하게 된다.

6) 配筋

일반적으로 콘크리트펌프工法에는 작업통로나 작업바닥이 설치되지 않으므로 配管先端의 프렉시블호스의 이동이나 작업원의 이동에 의해 배관이 흐트러질 위험이 있다.

4. 2. 3 콘크리트펌프를 사용하는 경우의 注意事項

1) 콘크리트의 品質

보통 콘크리트의 펌프壓送에 의한 품질변화를 통상의 경우 슬럼프가 0.5cm 정도, 空氣량이 0.5% 저하하여 壓送 후의 품질변동이 약간 크게 되는 정도로 試驗精度나 콘크리트의 經時變化 등을 고려하면 거의 영향이 없다. 품질변화의 정도는 슬럼프가 적을수록, 空氣량이 많을수록, 溫度가 높을수록, 配管이 길수록 크게 된다.

輕量콘크리트의 問題點은 輕量骨材가 壓送에 의한 壓力를 받아 콘크리트 중의 물을 吸收하여 버리는 것이다. 이것은 壓力吸收라고 부르며 크게 되면 콘크리트가 配管内에서 流動性을 잃어 결국 閉塞하게 된다. 壓力吸收量은 프리웨팅

(pre-wetting)에 반비례하고 加壓力과 加壓時間에 비례하게 된다. 壓送에 의한 품질변화는 壓力吸收의 영향으로 슬럼프가 0.5~2.0cm, 空氣량이 0.5~1.0%의 감소, 單位容積重量이 5~30kg/m³ 증가한다. 壓縮強度는 증가하는 경우와 감소하는 경우가 있으나 그 원인으로서는 壓力吸收한 콘크리트의 骨材가 관 끝으로 吐出되어 壓力의 해체에 따라 壓力吸收된 물을 防水하여 部分的으로 물시멘트비의 증가를 가져오기 때문이라고 생각된다.

중간비빔 콘크리트에서는 보통콘크리트의 경우 配管徑을 굵게 하고 時間當 壓送量을 줄이고 調合을 壓送性이 있는 것으로 보정하는 등에 의해 품질변화를 적게 하여 壓送할 수 있으나 輕量콘크리트의 경우에는 곤란한 경우가 많다. 고로 슬래그의 粗骨材를 사용하는 경우에는 粗骨材의 吸收率이 8% 정도이므로 輕量骨材에 준한 취급이 바람직하다.

일반적으로 아직 굳지 않은 콘크리트를 장시간 운반하면 펌프壓送에 의한 슬럼프저하가 크게 된다. 따라서 레미콘수에 의한 운반시간의 한도는 <表 5>의 값 이하로 하는 것이 좋다.

2) 콘크리트의 調合

콘크리트의 조합에 관해서는 建築學會의 調合指針에 의해 결정하면 좋으나 펌프壓送에 의해 품질에 손상을 가져 오지 않도록 해야 한다. 그러나 펌프工法에 맞춘 조합으로 변경하는 것보다도 다른 운반방법으로 바꿀 필요가 있다. 콘크리트의 품질은 전술한 콘크리트의 壓送에 의한 품질변화를 예측한 것으로 한다.

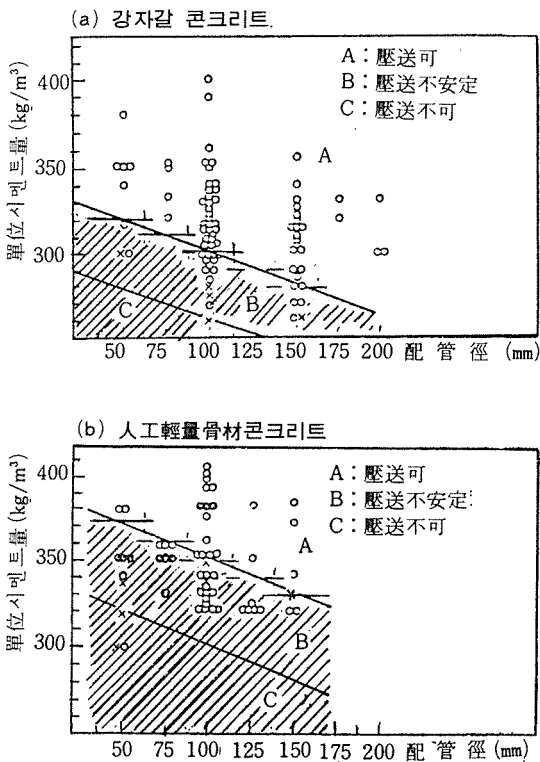
所要의 性能을 만족하는 조합이 결정되면 펌프壓送의 가능여부를 試驗壓送을 하여 확인하면 안전하나 계획상 고려하는 데에는 시멘트량과 잔골재율이 <그림 4~6>을 만족하고 骨材의 粒度가 건축학회의 표준입도의 거의 중간에 있을 필요가 있다. 輕量콘크리트의 경우에는 보통 높이의 壓送에서는 人工輕量骨材 메이카의 일반적인 吸水率(현재 22~23%)로 충분한 압송을 할 수 있다. 저장 중에 人工輕量骨材의 프리웨팅을 저하시키지 않도록 레미콘공장에는 散水設備가 필요하다.

〈表 5〉 펌프壓送하는 경우 運搬時間의 限度(물은 비빔콘크리트의 경우)

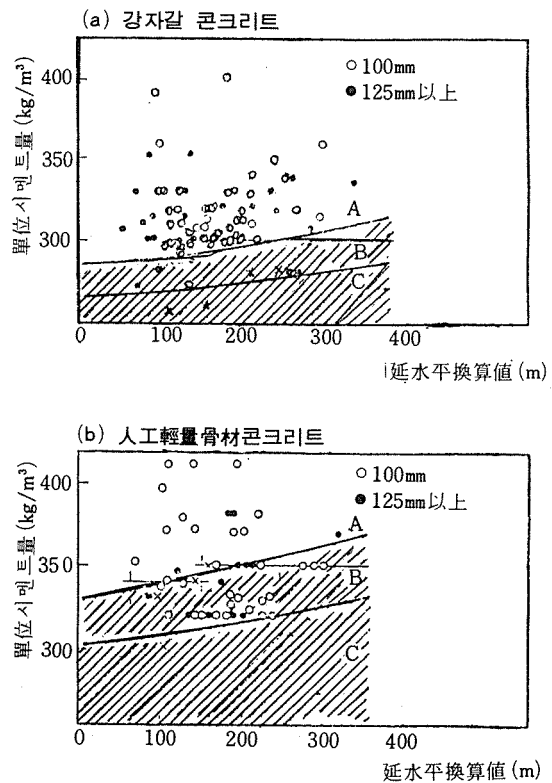
(分)

슬럼프 지하의 허용치(cm) 溫度(°C)	種 類	普通콘크리트		人工輕量骨材콘크리트	
		1.0	1.5	2.0	3.0
35		50	70	50	55
30		55	80	55	65
25		60	90	60	75
20		70	100	70	85
15		80	120	85	105
10		95	140	105	120

〈그림 4〉 配管徑과 單位시멘트量의 關係



〈그림 5〉 延水平換算値와 單位시멘트量의 關係



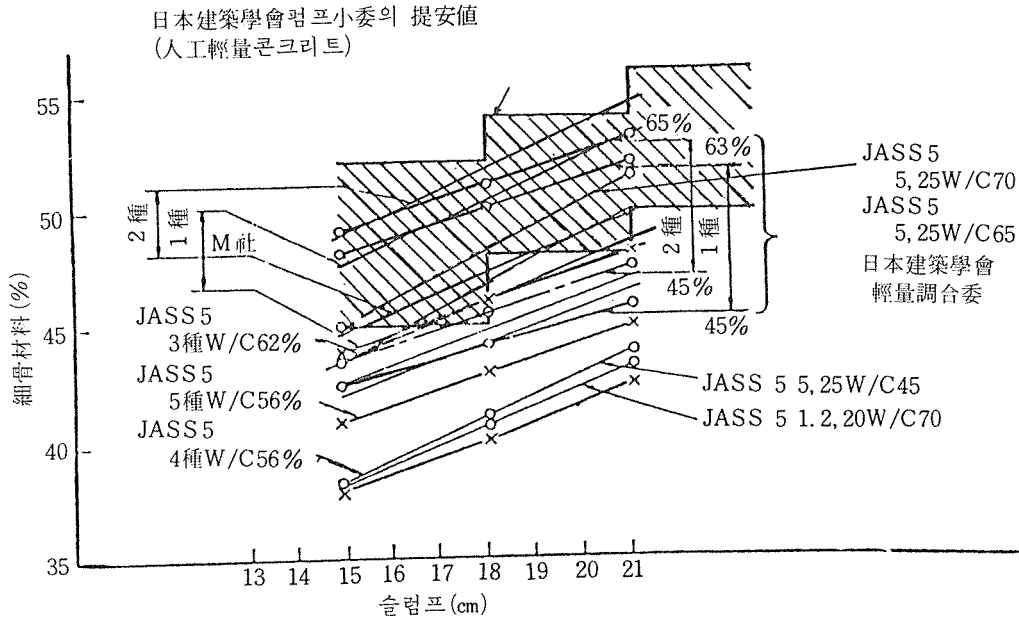
3) 壓送作業

① 배관의 작업준비가 적게 되도록 打設順序로 한다. 프랙시블호스를 잘 사용함으로써 작업준비를 적게 할 수 있다.

② 레미콘차는 펌프호퍼에 2대를 동시에 들어 가게 하고 敷地條件에 의해 2대의 배치가 불가능한 경우에는 레미콘車の 동선을 고려하여 스프드한 交替가 되도록 한다.

(그림 6)

슬럼프와 細骨材率의 關係



③ 레미콘차 대기에 관해서는 打設場所와 도로사정에 따라 配車密度를 변경하는 등 세밀한 배차계획을 세운다.

④ 고장 및 폐색에 대해서는 콘크리트의 종별에 따라 조합을 고려하고 오퍼레이터는 경험이 풍부하고 콘크리트에 관한 지식이 있는지를 선정하고 콘크리트펌프는 정비를 충분히 한 것을 사용한다.

5. 結 論

최근 건축물의 성능이나 품질에 대한 관심이 점점 높아지고 있고, 콘크리트도 이러한 문제를 피할 수 없다. 지금부터는 레미콘工場에 있어서도, 시공현장에 있어서도 品質管理 및 施工管理에 대한 要請이 한층 심해질 것으로 예상되므로 이에 대처하도록 노력해야 한다.

콘크리트에 대한 要求性能도 건축물의 多樣化나 시공법의 근대화에 따라 점점 고도한 것

이 요구되고 있으며, 骨材問題도 심각하게 되므로 低品質骨材의 有効利用이나 混和材料에 의한 品質改善의 연구가 필요하게 되고 있다.

이와 병행하여 검사기술의 근대화도 큰 문제로 되고 있다. 품과 시간과 비용이 많이 드는 검사는 品質管理의 目標에 反하는 것이다. 콘크리트強度의 검사를 위해 여러가지 早期判定法이 제안되고 있는 것은 하나의 진보라고 생각된다. 이 밖에 콘크리트의 性能을 명확히 하기 위한 간편한 시험방법의 개발도 바람직하다. 天然資源이 빈곤한 우리나라에서 콘크리트는 國產資源을 사용해서 만들 수 있는 유일한 경제적 材料이고, 또한 내구성이 우수한 構造材料이다.

이상 콘크리트의 품질과 施工管理에 관한 基礎的 高찰에서 최근의 콘크리트工事に 있어서 전반적인 문제점에 관하여 要約하면 다음과 같다.

1) 콘크리트의 使用材料 특히 骨材, 混和劑의 多樣化에 의해 콘크리트의 品質도 多樣化

되고 所要의 性能을 的確히 正하여 확인하는 것이 곤란하게 되었다. 또한 새로운 材料, 工法의 보급으로 학회레벨의 指針 등의 제정이 미흡하여 시공업자의 판단에 맡기는 경우가 많다.

- 2) 經濟設計의 추구에 의한 部材斷面의 축소, 配筋增加의 영향이 점점 심해지고, 콘크리트의 打設 및 다짐이 한층 곤란하게 되고 있어 콘크리트의 시공을 신중히 고려한 構造設計가 요망된다.
- 3) 공사의 分業化 및 專門化에 의해 제 1 선 공사기술자의 콘크리트품질에 대한 인식이 더욱 결핍되어 안이한 시공을 하기 쉬워 항상 원칙에 입각하여 훌륭한 콘크리트 構造物을 施工하는 것이 要請된다.

〈參考文獻〉

- 1) 日本建築學會, 建築工事標準仕様書・同解説 (JASS5 鐵筋コンクリート工事)
- 2) 日本建築學會, 高強度コンクリート造 設計 施工指針案・同解説
- 3) 日本コンクリート工學協會, コンクリート技術の要点, '82.
- 4) 平賀友晃, 倉林清, コンクリート工事の施工管理とえの實際, 施工, 1978. 6.
- 5) 日本建築學會, 輕量コンクリート調合設計, 施工指針案・同解説, 1978.

미니상식

● 평가절상

외환에 대한 자국화폐의 가치가 높아지는 것을 말한다. 가령 미화 1달러에 8백원하던 환시세가 7백원으로 변동하였다면 원화의 가격이 달러에 비해 올라간 것을 의미하고 이 경우 원화는 평가절상되었다고 한다. 평가절상의 조치는 수입원가를 인하하여 대내적으로 저물가(低物價) 정책을 피할 수 있으나 다른 한편으로는 수입제한을 수반하지 않는한 평가절상은 수입을 조장하고 수출을 억제한다. 국제적 협력의 일환으로 국제수지역조를 시정하기 위해 수출초과국이 수입초과국에 대해 평가절상 하는 수도 있다.