

# 레미콘의 品質과 施工管理에 관한 基礎的考察

— 供給者 및 使用者를 中心으로 —

金 武 漢

〈忠南大學校 建築工學科 教授·工學博士〉

## 目 次

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. 序 論              | ② 콘크리트의 打込要領            |
| 2. 콘크리트의 品質과 性能     | ③ 特殊조건하에서의 콘크리트打込       |
| ① 콘크리트에 요구되는 性能과 品質 | 4. 콘크리트의 運搬과 管理         |
| ② 레미콘의 規定과 品質의 現狀   | ① 콘크리트의 運搬에 의한 品質變化의 限度 |
| ③ 콘크리트의 施工管理와 品質檢査  | ② 運搬方法                  |
| 3. 콘크리트의 打込計劃의 基本   | 5. 結 論                  |
| ① 打込區劃, 數量 및 사이클    |                         |

## 1. 序 論

일반적으로 콘크리트는 대단히 튼튼한 것으로 철근콘크리트構造物은 永久的인 것으로 믿고 있었으나 요즘 콘크리트構造物의 表面에 劣化現象이 심각하게 발생하고 있으며 균열이나 누수현상이 큰 문제로 대두되고 있어 콘크리트 구조물에 대한 評價가 低下되고 있다.

이와같은 경향에 대처하여 歐美 및 日本등에서는 콘크리트의 品質改善과 신뢰성에 관한 연구를 계속하고 있다.

그리고 品質이나 性能과 같은 말은 잘 사용되고 있으나 명확한 구별은 되어있지 않다. 이점에 관해서 日本建築學會의 JASS 5의 解説에서는 C. I. B(국제건축연구정보회의)의 W60委員會(建築에 있어서 性能概念委員會) 제안을 들어 『性能(Performance)이란 어떠한것을 어느 목

적을 가지고 사용하려고 할때에 그것이 발휘할 性質, 舉動, 要求에 應하는 能力으로 만드시어면 要求條件에 대응하여 생각되어진다. 또한 品質(Quality)이란 이들 각종성능의 綜合評價로서 많은 性能에 있어서 높은 수준으로 균형있게 잘 가지고 있는 것을 品質이 良好하다고 하거나 高品質이라고 말한다』라고 되어 있다. 또한 콘크리트構造物의 性能中에는 構造設計나 마감에 관한 사항도 포함되어 있으나 여기서는 콘크리트 그 자체에 요구되는 性能만을 취급하기로 한다.

## 2. 콘크리트의 品質과 性能

### 1) 콘크리트에 요구되는 性能과 品質

일반적인 建築物에 대한 要求性能으로서는 통

表-1 콘크리트의 所要性能

아직 굳지 않은 콘크리트의 性能	워커빌리티(슬럼프, 分離抵抗性), 空氣量, 溫度, 브리딩량, 폼파빌리티
硬化中 콘크리트의 性能	凝結時間, 硬化時間, 水和熱, 膨張率, 乾燥收縮率
硬化콘크리트의 性能	強度(壓縮, 휨 기타), 氣乾單位 容積重量, 탄성계수, 耐久性, 水密性, 耐火性

상 居住性, 機能性, 構造安全性, 耐久性, 耐火性등을 들 수 있고, 특히 콘크리트에 關連하는 性能으로서는 表-1과 같은 것이 要求되고 있다. 이 중 建물의 性能으로서는 完成되었을때의 콘크리트의 性能이 필요하나 콘크리트 구조물은 일반적으로 現場시공에 의해 만들어지므로, 施工性을 좌우하는 아직 굳지 않은 콘크리트의 性能이나 硬化過程에 있어서 나타나는 性能도 무시할 수 없다.

아직 굳지 않은 콘크리트의 性能으로서 가장 중요한 것은 워커빌리티이다. 施工하는 측으로 보아서는 부드럽고 치어붓기쉬운 콘크리트가 바람직하나 워커빌리티라고 하는 性能中에는 流動性이 좋아야할 뿐만 아니라 운반이나 치어붓기시에 분리현상이 일어나지 않을것도 포함되고 있으나 이러한 점들이 소홀히 되는 경향이 있다. 슬럼프가 큰 콘크리트는 확실히 유동성은 좋으나 도중에서 골재가 분리하거나 다량의 브리딩수가 생겨 균일성이 얻어질수 없게 된다. 또한 슬럼프를 크게 하기위하여 안이하게 단위수량을 증가하면 강도의 低下, 건조수축의 증대, 내구성이나 수밀성의 저하등 여러가지 성능의 저하를 초래하게 된다. 그리고 토목공사와 같이 슬럼프가 적은 뒤틀비콘크리트로하면 좋지 않을까 하는 의견도 있으나 단면이 적고 철근이 밀실하게 배근되어 있는 건축구조물의 경우에는 표면에 곰보나 空洞이 생기지 않도록 하는 것도 중요한 要求性能으로 되고 있다. 이와같은 관점에서 최근에는 건축용콘크리트에서도 슬럼프가 적게되도록 연구노력을 계속하고 있다.

경화과정의 性能으로서는 水和熱의 問題를 들 수 있다. 건축구조물도 점점 큰 단면의 부재가 많이 출현하고, 수화열에 의한 온도상승과 이에 따른 균열의 발생이 무시할수 없게 되었다. 많은 저장도의 콘크리트가 요구되므로 별문제가 없으나, 건축부재는 설계기준강도가 240~270 kg/cm<sup>2</sup>나 되는것도 있어서 필연적으로 단위시멘트의 사용량이 많아지고 30~40℃의 온도상승이 일어난다. 이와같은 건축용 매스콘크리트에 대하여 어떻게 균열의 발생을 억제할 것인가가 새로운 요구성능으로서 대두되고 있다.

硬化콘크리트의 性能으로서는 압축강도가 대표적인 것으로 구조설계를 할때에 基本으로 되고 있다. 이것은 압축강도가 결정되면 그외의 강도나 영계수가 추정될 수 있는 이외에 콘크리트전반의 品質도 파악할 수 있기 때문이다. 콘크리트의 調合設計(配合設計)에 있어서 콘크리트의 品質의 級에 대응하여 설계기준강도에 대한 불량율과 최저치를 규정하여 조합강도를 결정하도록 되어 있다. 즉 콘크리트의 강도는 많은 要因에 의해서 변동되므로 구조물의 安定性과 經濟性을 고려하여 설계기준강도를 下廻하는 것이 어느정도 발생하는 것을 허용하고 있기 때문이다. 그러나 그중에는 모든 설계기준강도를 만족시키지 않으면 안된다고 생각하는 사람이 있으므로 조합강도가 높게되는 경향이 있다.

콘크리트구조물에 있어서 耐久性도 상당히 중요한 性能이다. 氣象條件이나 環境條件에 의한 表面劣化, 鐵筋의 腐食, 使用條件에 의한 摩耗, 疲勞, 크리프變形등의 현상은 단기간에는 그 결

과가 나타나지 않으므로 그다지 주의를 기울이지 않고 있으나 피해가 발생하기 시작하면 급격히 進行하여 경우에 따라서 도저히 손을 쓸수 없게되므로 큰 문제가 된다. 이러한 性能은 수치적으로 정하기 어려운 점이 있으므로 使用材料의 種類나 品質을 規定하거나 調査設計를 할 때의 물시멘트비의 限度, 최소시멘트의 사용량, 공기량을 규정하여 소요의 性能을 확보하도록 하고 있다.

이들 각종의 要求性能은 콘크리트가 사용되어지는 구조물부재의 용도, 규모, 구조적특성, 환경조건과 더불어 사용하려는 재료의 품질, 성능, 적용할 수 있는 施工方法, 기대할 수 있는 施工管理의 程度, 施工時의 기상조건등을 고려하여 決定하며, 단순히 설계상에서 뿐만아니라 施工의 側面도 포함하여 총합적으로 판단하지 않으면 안된다.

건축물의 경우 콘크리트구조물로서 확보해야 할 最低條件은 건축기준법이나 시공령등의 法令에 의해 정해지고 있으나, 건축주의 의향을 들어 設計者가 결정하게 된다. 社會的으로 重要度가 높다고 생각되는 구조물에는 콘크리트에 대하여도 高度의 品質이 要求되고 經濟的, 實用的 觀點에서 보면 모두 최고의 성능이 요구되는 것

이 아니고 그에 相應한 性能이 발휘되면 좋도록 되어 있다. 한예로 JASS5(일본건축학회의 철근콘크리트工事표준시방서)에서는 1975년도의 개정시 콘크리트의 품질등급을 高級, 常用, 簡易의 3단계로 나누어 채용할 수 있는 설계기준 강도의 범위를 정했다. 더욱 구조물로서의 콘크리트의 품질이 사용하는 재료의 품질이나 施工의 정도에 따라 좌우되므로 적용되는 재료의 仕樣을 1級, 2級, 3級으로 구분하고, 또한 施工의 仕樣을 甲種, 乙種, 丙種의 3단계로 구분하여 각각에 대하여 표준적인 仕樣을 表-2와 같이 定하고 있다.

콘크리트구조물에 대한 품질등급의 결정방법으로서 表-2에 참고예가 付記되어 있으나 JASS 5에서는 통상 건축되고 있는 일반의 구조물은 상용콘크리트로 하도록 생각되어지고 있다. 특히 중요도가 높은 구조물 예를들면 원자력시설 등과같은 것에는 고급콘크리트가 사용되도록 되어 있으나, 이 경우에는 재료의 선정, 시공의 방법, 품질관리의 정도등도 당연히 엄하게 규정되어 있으므로 그만큼 공비가 많게되는 것도 고려해둘 필요가 있다. 한편 비거주용의 간이한 시설에서도 콘크리트구조물로서의 성능이 확보되도록 간이 콘크리트의 규정이 정해져 있다.

表-2 콘크리트의 品質等級 (JASS 5)

콘크리트의 仕樣等級	콘크리트의 設計基準強度 (kg/cm <sup>2</sup> )를 適用하는 仕樣等級							參 考 (使用해야 할 구조물의 例)	
	普通콘크리트		輕量콘크리트				材料에  관한 仕樣		施工에  관한 仕樣
	강자갈, 깨자갈 콘크리트	고모슬래그 콘크리트	1種, 2種	3種	4種	5種			
高級	270以上 ~ 210	-	240以上 ~ 210	-	-	-	1級	甲種	특히 信賴性이 높은콘크리트가  필요한 RC, SRC 造의 軀體
常用	240 ~ 150	240 ~ 150	225 ~ 150	210 ~ 150	135 ~ 120	-	Ⅱ級	乙種	보통 R.C造, SRC造의 軀體 블록조의 기초, 보, 슬래브, 기둥
簡易	135	135	135	135	90	90	Ⅲ級	丙種	木造建物の 基礎, 소규모의 門, 담, 비거주용의 簡易한 구조물, 간이기계소

## 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 지칭하게 된다. 그러나 구조물에 치어붓기한 콘크리트의 品質에 문제가 발생하였을때 施工業者는 이것을 레미콘업자만의 책임으로 돌릴 수 없다. 여기에서 레미콘을 사용할때에는 다음 사항을 확실히 지킬 필요가 있다.

(1) 구조물에 요구되고 있는 品質과 성능을 파악하여 레미콘을 발주할때 명확히 지시한다.

(2) 레미콘공장을 조사하여 使用材料, 제조설비, 관리상태등이 적정한가를 확인한다.

(3) 콘크리트의 調合表를 체크하여 소용의 성능이 확보되어있는지의 여부를 판단한다.

(4) 檢査項目이나 檢査방법을 협의하여 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 使用材料中 콘크리트의 品質에 가장 크게 영향을 미치는 것은 骨材이다. 이때문에 일본의 경우 레미콘에 관한 JIS에 건축용과 토목용으로 나누어 골재의 종류와 品質을 규정하였다. 건축용 골재에 관해서는 JASS5의 Ⅱ級 骨材와 같은 品質로 규정이 되어있으나 일본의 東北지방과 같이 岩質이 나쁜 지역에 대해서는 構入者의 승인을 얻어 비중과 흡수율이 Ⅲ급의 골재까지 사용하도록 고려하고, 그반면에 바다모래의 염분은 0.04% 이하로 엄하게 규정하고 구입자의 승인이 있으면 0.1%까지 사용하도록 하고 있다. 그러나 골재品質의 低下가 여러가지 문제를 유발하고, 레미콘의 品質저하에도 영향이 크므로 일본건축학회에서는 재료시공제1분과위원회의 골재위원회가 中心이 되어 전국레미콘공업조합연합회의 협력을 얻어 전국 약 360개의 레미콘공장을 대상으로 골재의 실상에 관한 앙케이트조사를 행한 결과에 의하면 사용하는 골재의 종류나 品質은 지역에 따라 큰 경향이 보이고 JIS에 규정한 사항을 만족하지 않은 골재도 상당히 사용하고 있고 基準調合表에도 상

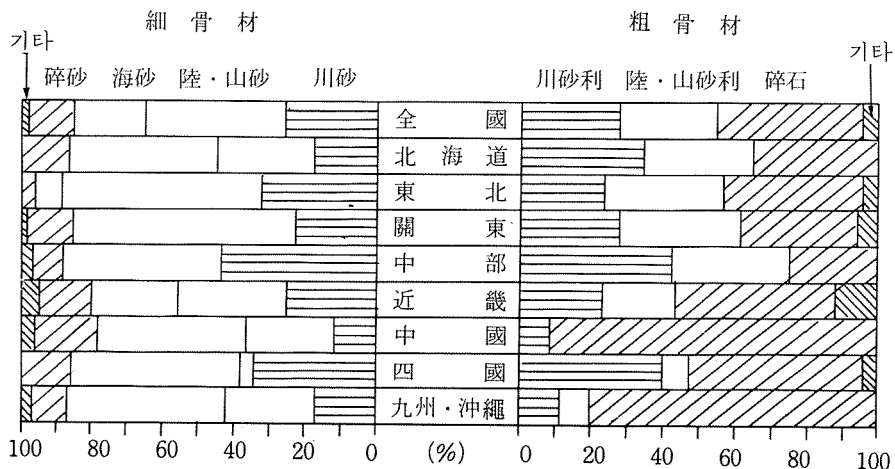


그림-1 使用骨材의 種類

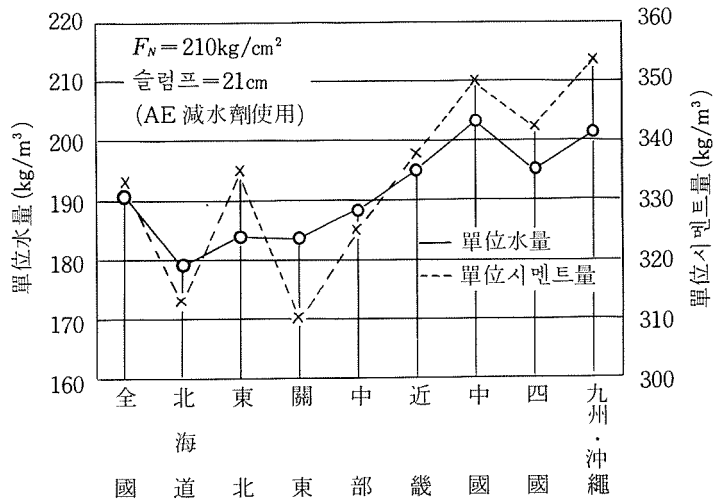


그림-2 基本調査의 單位水量과 單位시멘트量

당히 차이가 있어 깬자갈이나 깬모래를 사용하지 않을 수 없는 西日本에서는 東日本보다도 단위수량이 많게 됨에 따라 단위시멘트량도 증가하고 있다. 단 동북지방은 단위수량이 적음에도 불구하고 단위시멘트량이 증가하여 岩質의 不良이 영향을 주고 있음을 보여주고 있다(그림 1, 2 참조).

骨材入受의 난이도에 관한 조사에서는 조골재보다도 세골재가 구입하기 곤란하고 골재의 품질규격치를 더욱 완화하여 줄 것을 바라는 요망이 많았다. 금후 점점 골재사정이 악화되고, 종류도 다양화 해질것으로 예견되므로 規格値의 再檢討를 할 필요가 있을지도 모르지만 海砂의 염분에 의한 철근의 부식, 山砂의 泥分에 의한 균열의 增大, 깬자갈, 깬모래의 알칼리골재반응등의 問題가 있으므로 어떠한 대응책이 없는한 규격치를 간단히 완화시킬수가 없는 입장이어서 골재문제는 금후의 큰 과제로 남아 있다.

이와같은 문제가 물(水)에 대해서도 문제가 되고 환경규제 때문에 回收水를 사용하지 않을 수 없으나 스러지가 많게되면 당연히 콘크리트

의 品質도 악화되므로 일본콘크리트공업협회에서 규정한 기준에 따라 장치의 설치나 관리의 철저를 기할 필요가 있다.

### 3) 콘크리트의 施工管理와 品質檢査

레미콘이 소정의 품질을 유지하도록 제조되었다 하더라도 시공방법에 따라 구조체에 타설된 콘크리트의 품질은 크게 좌우되므로 현장에 있어서 시공관리도 또한 중요한 문제이다. 현장 시공의 완전을 위해서는 무엇보다도 시공계획을 충분히 검토하여줄 필요가 있다. 工期나 工費에 쫓겨 무리한 시공계획을 세우는 것은 품질저하를 초래하게 된다.

펌프압송이 앞으로 많이 성행될 것이 예측되므로 품질저하의 문제는 크게 대두 될 것이다. 펌프의 압송성을 좋게 하기 위하여 부드럽고 잔골재율이 높은 부배합의 콘크리트를 만들고, 압송하기 어렵게 되면 마음대로 단위수량을 증가시키기 때문에 강도저하나 균열의 발생이 많게 되고 동시에 타설능력을 향상시키기 위해서 아래로부터 위까지 일시에 콘크리트를 치어넣어 부움으로서 재료의 분리나 다짐에 대한 배려를

태만히 하는 것도 큰요인이 되고 있다. 일본의 경우 펌프기계의 改良이나 工法에 대한 반성을 하고 더욱 일본건축학회에서 콘크리트펌프공법 시공지침안이 작성되고부터는 문제점이 점점 해결되어 널리 사용되게 되었다. 특히 지침의 개정판에 있어서는 펌프압송뿐만 아니라 타설방법에 관해서도 잘 해설되어 현장시공의 지도서로서도 도움이 되도록 작성되었다.

펌프공법과 더불어 최근에는 유동화콘크리트를 사용하는 현장이 많아지고 있다. 슬럼프가 10~20cm의 베이스콘크리트에 운반중 또는 타설 지점에서 유동화제를 적량 첨가하여 잘 비비면 슬럼프가 18~20cm 정도의 연도가 좋은 콘크리트가 될 수 있으므로 시공이 아주 용이하게 되고 더욱 유동화된 때의 성능이 베이스콘크리트의 성능과 변함없다는 편리한 점도 있어 콘크리트의 품질이 상당히 좋게 된다. 그러나 베이스콘크리트가 묽어지면 브리딩이나 분리현상이 증대되거나 시간이 경과하면 원래의 상태로 돌아가 버리는 현상이 있으므로 제조시공의 관리를 한층 엄하게 할 필요가 있다.

콘크리트강도 발현에 있어서 중요한 양생도 현장시공에 있어서 소홀히 하기 쉬운 경향이 있다. 바닥슬랩의 콘크리트는 일반적으로 충분한 양생이 될 수 없으므로 표준공시체의 60% 정도로 되어 있는 사례가 많다. 특히 榻中콘크리트에서는 수분의 발산이 현저하여 장기강도의 신장이 적은것이 문제가 되고 있다. 한랭지에 있어서 寒中콘크리트의 보온양생에 관해서는 사전에 충분한 계획을 세워 실시되고 있으므로 좋으나 추운기간이 짧은 지역에 있어서는 야간에 급격히 추워지는 것을 주의해야 한다. 양생과 더불어 거푸집제거시기도 중요하다. 공사를 서둘러 빨리 거푸집을 제거하면 휨균열이나 크리프 변형이 생기므로 주의하지 않으면 안된다.

콘크리트의 성능은 이와같이 여러가지 요인에 의해서 좌우되므로 최종적으로 구조체로서 소정

의 성능이 얻어지지 않았을 경우 그 원인이 레미콘에 의한 것인가 시공에 의한 것인가가 분명하지 않은 경우가 있다. 그러므로 타설현장에 있어서 레미콘의 검사가 중요하게 된다. 레미콘의 경우에는 그 품질이 타설현장에서의 것으로 JIS에 규정되어 있으므로 타설현장에 있어서 생산자는 제품을 검사하기 위한 시험을, 구입자는 제품의 受入檢査를 위한 시험을 행할 필요가 있다. 원래 양자는 개별적인 성격을 가지고 있으나 편의상 구입자가 생산자에게 시험을 의뢰하는 경우가 많다. 단 이 경우에는 반드시 양자가 시험방법, 회수등을 정하고 입회하여 시험을 행하도록 해야 한다. 시험방법이 규정되어 있는 항목은 좋으나 성능만 지정하여 적당한 시험방법이 없어 실시하지 않으면 전혀 무의미한 것이 되어 버린다.

검사항목중 아직 굳지않은 콘크리트의 시험결과는 바로 판단될 수 있는 것이 많으나 규정치를 벗어났을 경우는 연속해서 수대의 레미콘차에 대하여 조사하고 이들 결과로부터 총합적으로 습질을 판단하는 것이 좋다. 압축강도의 검사에 있어서는 검사롯드(Lot)의 결정이 큰 문제로 된다. 레미콘에 관한 JIS에서는 원칙적으로 150m<sup>3</sup>에 1회의 시험을 행하고 3회의 시험 결과로 습질을 판정하고 있는데 450m<sup>3</sup>가 1검사롯드이다. 1일의 타설량이 많은 현장에서는 별문제가 안되나 일반의 건축공사에서는 1일의 타설량이 100~150m<sup>3</sup>의 경우가 많으므로 3회 타설 할때까지 판정할 수 없게 된다. 이러한 경우에는 현장단위로 고려하지 말고 그 레미콘공장에서 제조되는 동종의 콘크리트 생산량을 기준으로 하면 좋다. 이렇게 하면 타 공사현장에서의 시험결과와 함께 판단하는 것도 가능하게 된다. 이 검사에 있어서 구조체 강도추정을 위한 시험은 구조체에 타입된 콘크리트가 기온에 관계없이 재령 28일의 설계기준강도에 달한지를 확인하기 위한 실험으로 표-3과 같이 공시

表-3 콘크리트强度的 檢査方法

	採取場所	供試体本數	養生方法	試驗材令	判定基準
레미콘受入檢査	부점場所	1 레미콘차로부터 3 본	標準養生	(7日→28日) 28日	호칭강도이상
構造体檢査	打込場所	임의간격으로 3 본이상	現場水中養生	28日	설계기준강도이상

체의 채취방법이나 양생방법이 전혀 다르므로 주의하지 않으면 안된다. 이 검사에 있어서도 레미콘의 호칭강도가 임의의 3본의 평균치로 호칭강도를 만족하도록 제작되었으므로 최초에 가정한 온도보정치가 적정하고 온도이력이 상정한 것과 大差없으면 3본의 평균치는 설계기준 강도를 만족한 것으로 한다.

만약 타설현장의 검사에 합격했음에도 구조체 강도의 검사에 불합격했다 하면 그것은 온도보정이 적정하지 않았던가 운반중에 분리하거나 가수했거나 하는 것이 원인으로 고려되어진다. 전자에 관해서는 조금 재령이 지나면 설계기준 강도에 달하므로 염려가 없으나, 후자의 경우에는 별도의 구조체검사가 필요하고 시공관리의 책임을 묻게된다. 단, 이 1회의 검사에서 시료의 수가 적으므로 수회의 검사결과를 합해서 종합적으로 강도의 판정을 하는 것이 바람직하다.

이 검사에 의해 설계기준강도보다 훨씬 높은 값이 얻어졌다고 해서 자만해서는 안된다. 전술한 바와 같이 분산이 적고 균질한 콘크리트로 할 수 있도록 노력하지 않으면 안된다. 또한, 이 검사에서 구조체의 강도를 보증하기 위해서는 충분한 시공이 될 수 있다는 것을 전제로 하고 있다는 것을 잊어서는 안된다.

### 3. 콘크리트 打込計劃의 基本

#### 1) 타입구획, 수량 및 사이클

콘크리트 타입에 관해서 특히 주의할 사항은

충분한 품질관리하에 밀실하고 균질한 콘크리트를 어떻게 능률있게 시공하느냐 하는 것이다. 이 때문에 건물의 용도에 의한 소요성능, 건물의 규모, 시공시기, 현장의 입지조건등에 첨가하여 그 현장의 시공능력을 포함하여 경제성을 고려한 최선의 타입계획을 세움에 있어서 공장, 타입구획, 시공법, 시공시설배치, 시공체제등에 대하여 충분한 검토를 행한다.

건물의 용도, 규모, 현장의 입지조건등에 의해 차이는 있으나 착공으로부터 준공까지의 全工期가 결정되어 있다. 콘크리트 타입에 관한 골조공사의 공기는 토공사, 지정지업공사, 철골공사, 마감공사나 外構工事に 요하는 工期를 포함한 全 工期중의 平衡을 고려하여 대략 결정한다. 이 골조 공기중에서 이 건물에 사용되는 콘크리트의 총량을 분할하여 타입을 행하는 것이나 기초, 지하골조, 지상골조의 순으로 아래로부터 위로 上積하는 것을 전제로 콘크리트의 타입은 건물 각층마다의 수평구획으로 분할된다. 그 외에 건물의 평면규모나 부재단면이 크고 상기 각 층에의한 수평구획상의 콘크리트 수량이 많을 경우나 현장의 입지조건에 의해 1일에 반입 가능한 콘크리트량이 한정되는 경우등은 그 수평구획을 다시 분할한 수직구획이 필요하게 된다.

통상, 그 현장의 1일콘크리트 반입능력을 산출하는데 있어서 입지조건을 고려한 레미콘의 반입량, 콘크리트펌프차 등에 의한 場内運搬量 이외에 타입부위마다 콘크리트의 충분한 품질

관리가 가능한 타입속도를 고려하여 결정할 필요가 있다. 구체적인 한 예를 들면 중형의 레미콘 공장에서 콘크리트의 공급을 받을 경우, 1일생산량의 지표는 대략 500m<sup>3</sup>/日 정도로 사용하고 있는 콘크리트 펌프차 1台的 시간당 압송량이 40~60m<sup>3</sup>/h 일 경우 콘크리트의 타입에 따른 다짐이나 거푸집의 측압관리, 바닥마감면의 精度確保 등 타입되는 콘크리트의 충분한 품질관리를 전제로 하면 25~35m<sup>3</sup>/h가 적당하여 8시간의 타입으로 200~280m<sup>3</sup>/日이 된다.

1일의 콘크리트의 타입량에 의해 그 건물의 각 수평구획 마다의 타입횟수 및 그 건물 전체의 콘크리트의 타입횟수가 대략 결정된다. 전체 工期중에서 소정의 골조 工期중에 全 打込회수를 나누면 콘크리트의 타입 사이클이 대략 決定된다.

한편, 각 수평구획, 수직구획마다 거푸집의 조립이나 콘크리트에 내장된 철근 및 設備用 등의 배선, 박스, 배관류 등의 매입물의 시공량이 산출되고 콘크리트의 타입 사이클내에서 거푸집공, 철근공, 설비공 등의 소요작업원수가 산출된다. 각 층의 수평구획에서 수직구획을 많이 설치하지 않으면 안될 현장에서는 각 수직구획마다의 콘크리트의 이어치기부의 처리에 작업량이 증가하여 日數가 요하게되므로 콘크리트의 타입 사이클을 빨리 하는 것은 이어치기처리를 불비하게 하거나 거푸집공, 철근공들의 능률을 저하시키는 등의 폐해를 일으킨다. 이와같은 경우는 전체 工期중 골조 工程의 재조정을 행할 필요가 있다.

## 2) 콘크리트의 타입요령

① 각 타입구획마다 콘크리트의 수입 (受入) 위치에서 가장 떨어진 장소로부터 타입을 개시한다. 배관의 준비를 효율적으로 하고 타입한 직후의 콘크리트에 진동충격을 주지 않고 타입 후의 표면마감면을 상치나지 않게하고 더워지지

않게 한다.

② 콘크리트를 타입하기 시작하면 소정의 구획을 연속하여 타입한다.

예측하지 않은 천후의 급변이나 콘크리트 펌프차의 고장등으로 콘크리트의 타입이 지연되는 경우에도 타입완료시간을 변경시켜 예정타입구획내를 가능한한 연속하여 타입을 완료시킨다. 이 경우 타입斷續에 의한 콜드조인트등의 형성 등 콘크리트의 연속성을 잃기쉽게되나 콘크리트 다짐 작업인원을 증원시켜 이것을 방지한다.

예정타입구획의 도중에 콘크리트 타입을 중지하는 것은 당일 예정의 타입중지처리나 새로 타입을 행할시의 재료, 작업원의 수배 등 쓸데없는 일이 증대하므로 양생등의 설비나 노무의 투입을 고려하여 만단을 무릅쓰고 예정구획의 타입을 완료시킨다.

③ 운반으로부터 타입까지의 사이에 콘크리트의 분리가 일어나지 않도록 한다. 슈우트의 이동을 조금씩 행하여 타입되는 장소에 가능한 가까운 위치에 콘크리트가 떨어지도록한다. 콘크리트의 토출각도를 조정하여 타입되는 개소의 거푸집면, 호퍼, 슈우트등의 면에 수직에 가까운 각도로하여 되비빔이 행해지도록 한다. 콘크리트의 타입높이는 가능한한 균등히 한다.

④ 기둥, 벽등 타입낙차가 큰 경우에는 콘크리트가 낙하중에 대근이나 횡근에 닿아 굽은 골재가 분리를 일으키기 쉽다. 분리하기 쉬운 콘크리트는 빨리 다짐봉바이브레이터를 사용하여 충분히 다진다.

분리가 현저하여 조골재의 덩어리를 만들게 되면 다짐봉, 바이브레이터를 사용해도 몰탈과의 혼합이 곤란하게 되어 곱보나 공극을 만들므로 기둥, 벽등의 타입개시와 함께 다짐봉, 바이브레이터를 사용하여 분리한 굽은골재 덩어리를 만들지 않도록 한다.

⑤ 바이브레이터는 조금씩 이동하여 1개소에서 1회의 삽입시간을 짧게한다. 동일개소에서 장시간



바이브레이터를 삽입하면 오히려 콘크리트를 분리시킨다. 바이브레이터를 삽입한채 콘크리트를 횡류하는 것은 심한 분리를 일으키므로 엄금한다.

⑥ 거푸집면에 나무망치로 두드릴때는 콘크리트의 타입 직후에 속히 두들기고 콘크리트의 타입속도에 맞추어 이동한다. 콘크리트의 타입에 따라 이동을 하지않고 경화를 시작한 콘크리트의 표면거푸집을 두드리는 것은 콘크리트의 표면박리를 일으키게된다. 거푸집의 판면을 두드려야 하며 폼타이나 기타의 연결철물을 두드려서는 안된다.

### 3) 特殊條件下에서의 콘크리트 打込

#### (1) 寒中콘크리트의 打込

콘크리트 타입후의 재령28日까지의 외기온의 적산온도  $M=370^{\circ}D \cdot D$  이하(평균기온으로  $3.2^{\circ}C$  이하)인 경우 한중콘크리트의 적용을 받게된다. 이 경우 비빔에서부터 운반까지의 콘크리트 온도는  $10^{\circ}C \sim 20^{\circ}C$ 로 유지하고 타입온도를  $5 \sim 10^{\circ}C$ 로 하며 타입된 콘크리트는 外氣溫에 장시간 노출되지 않도록 한다. 타입후의 초기양생으로서는 헛지붕을 설치하거나 보온양생을 행하여 타입된 콘크리트를  $0^{\circ}C$  이상으로 유지하기위해 초기동해방지 양생을 한다. 또한 시공을 계속하기 위해 강도발현이 필요한 경우에는 적절한 보온, 채난설비(採暖設備)를 준비한다.

#### (2) 暑中콘크리트의 打込

월평균기온이  $25^{\circ}C$ 를 넘는 경우에 서중 콘크리트의 적용을 고려하게 되어 있다. 일반적으로는 7월, 8월 및 9월에 타입되는 콘크리트를 대상으로 한다. 고온에 의해 응결이 빨라지기 때문에 운반압송중의 슬럼프 저하가 현저하므로 운반시간을 30~40분으로 한정함과 동시에 압송배관의 일사달게 등을 행하여 타입시의 콘크리트의 온도를  $35^{\circ}C$  이하로 하고 또한 거푸집면이나 이어치기 면에 散水를 충분히 행하여 온도를 내린다.

를 내린다.

타입과 다짐은 단시간에 행하여 타입중의 이어치기에 콜드조인트가 생기는 것을 방지하고 타입되는 콘크리트의 수분의 증발이 현저하므로 덮거나 散水를 행한다.

#### (3) 流動化콘크리트의 打込

현장에서 레미콘에 유동화제를 첨가하여 된비빔 또는 비교적 된비빔의 콘크리트의 유동성을 일시적으로 증대시켜 타입하는 방법이 최근 보급되고 있다.

이 방법을 이용하면 시공성을 나쁘게 하지않고 단위수량을 감소시킨 건조수축량이 적은 양질의 콘크리트를 얻을 수 있다는 큰 잇점이 있다.

그러나, 이러한 유동화 콘크리트의 시공에 있어서는 유동화제의 특성을 잘 이해하여 이에 합당한 콘크리트의 조합을 선택하는 것은 물론 현장의 콘크리트 타입에 있어서도 보통 콘크리트의 타입요령을 지킴과 더불어 다음과 같은 배려가 필요하다.

① 유동화제를 현장에서 투입하는 것이 일반적이거나 이 때문에 현장입구 부분에 투입게이트를 설치하여 레미콘차의 슬럼프에 의한 소요량을 혼란없이 정확히 투입할 수 있도록 한다.

② 투입후의 攪拌은 레미콘차의 드럼고속회전으로 1분간이상 행하는 것으로 하고 이때 발생하는 소음대책을 사전에 충분히 취하여 둔다.

③ 슬럼프의 경시저하가 크므로 타입완료시간은 유동화제 첨가후 20~45분 이내로 한다. 이때문에 배관도 가능한한 짧게 하고 여러가지 준비도 신속하게 행함과 동시에 극히 단시간에 행할 수 있도록 계획한다.

④ 단위수량이 적고 점성이 크므로 동일슬럼프의 콘크리트 보다도 콘크리트공, 미장공을 증원하여 용의주도하고 신속한 타입을 할 수 있는 체제를 취한다.

運搬으로부터 打込까지 품질변화의 限度

品質 施工 仕養 關等 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						25℃ 以上	乙仕樣	甲仕樣
	所要슬렷프		所 要 슬 렷 프						25℃ 未滿	120	90
	18cm 以下의 경우	18cm 以上의 경우	18cm 以下의 경우	18cm 以上의 경우	18cm 以下의 경우	18cm 以上의 경우					
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 <sup>1)</sup>	-			

註) 空氣량이 콘크리트의 耐久性으로부터 定해진 경우만 適用함.

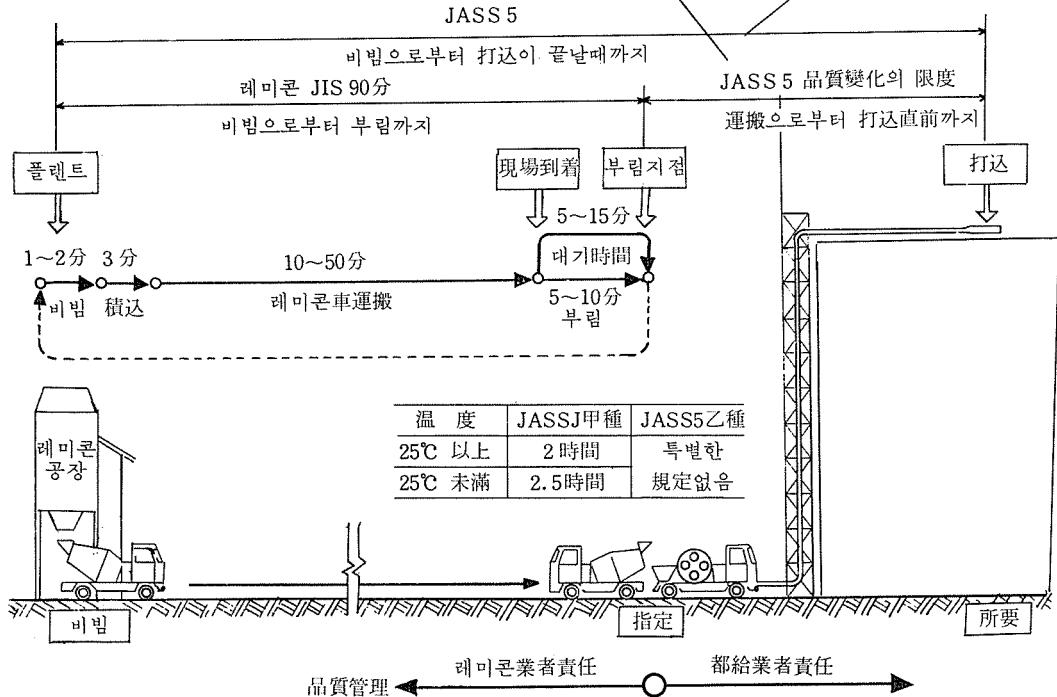


그림 3. 콘크리트 運搬에 의한 品質變化와 時間限度

4. 콘크리트의 運搬과 管理

1) 콘크리트의 運搬에 의한 品質變化의 限度

콘크리트는 물, 시멘트 골재 및 혼화재료로

구성되어 일반적으로 그 비중이 1~3, 粒大는 數 μ~40mm까지 변화하고 있으므로 분리하기 쉽고 조잡한 취급을 하면 구조체로서의 균질성이 손상될 위험이 있다. 따라서 콘크리트의 운반은 재료의 분리나 모르타르의 손실이 가능한 적은방법의 선택이 바람직하다. 콘크리트의 시

공이라는 측면에서 제조, 운반, 타입, 다짐, 양생등의 작업의 흐름은 시중일관할 필요가 있다. 균일하게 비벼낸 콘크리트는 빨리 운반하여 바로 치어붓는 것이 중요하다. 콘크리트에 대한 품질변화의 한도를 정리해 보면 그림 3과 같다. 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질변화가 바로 경화콘크리트의 품질저하를 초래하는 것은 아니지만 이 품질변화가 콘크리트의 분리에 의한 것이나 케이스트 모르타르의 손실에 기인하는 경우에는 주의를 요한다.

품질변화가 큰 경우에는,

(1) 製造管理가 곤란하게 된다.

일정한 시공성을 얻기 위해서는 품질변화의 크기를 예견하여 콘크리트를 제조할 필요가 있다. 그러나 일반적으로 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질변화가 큰 경우에는 품질변화의 변동도 크게되기 쉬우므로 비빔관리가 곤란하게 되고, 또한 경화콘크리트에 미치는 영향도 크게 된다.

(2) 運搬이 곤란하게 된다.

펌프압송의 경우에는 閉塞나 配管의 破裂등의

트러블이 일어나고 바스켓에서는 원활한 배출이 곤란하게 된다. 층슈우트나 토레미공법의 경우에는 콘크리트의 낙하가 불가능하게 된다.

(3) 치어붓기다짐에 지장을 초래한다.

치어붓기 직전의 품질이 저하하므로 타입속도를 변경하지 않으면 안되고 레미콘차의 배차밀도나 이어치기시간간격, 일일당 타설량등에 영향을 주게된다. 또한 경우에 따라서는 타입이 불가능하게 되거나 다짐불량이나 곰보, 콜드조인트가 발생한다.

## 2) 運搬方法

공사현장내에서의 콘크리트의 운반은 표 4에 표시하는 바와 같다. 여기서는 앞으로 콘크리트의 기계화시공이라는 측면에서 콘크리트펌프의 운반을 중심으로 고찰해 보기로 한다.

(1) 콘크리트펌프에 의한 운반

콘크리트펌프가 장래에 많이 사용될 큰 요인은 고도성장시대에 있어서 건설노무자의 부족과 이에따른 노무자임금의 상승으로 기계화시공을 촉진하고 제조면에 있어서 에너지절약형으로 레

表 4. 콘크리트의 運搬方法

運搬機器	運搬方向	運搬距離 (m)	運搬量 (m <sup>3</sup> )	슬럼프의 범위 (cm)	動力	適用個所	備 考
콘크리트펌프	水 平 垂 直	水 平 - 500 垂 直 - 100	20~85/h	88~21	엔진	高所, 長距離	比較的 淸은 비빔용의 건축공사에 많이 사용
콘크리트타워	垂 直	10~120	0.6~1.0	12~21	電動	高 所 運 搬	펌프, 벨트컨베이어등으로 방향을 분담한 방식으로함 15~10m <sup>3</sup> /h
요요호이스트	”	300	0.6~1.1	12~21	電動	超 高 層 工 事	同 上
바 스 켓	水 平 垂 直	10~50	0.5~1.0/台	8~21	크레인	一 般 的	콘크리트의 分離가 적으므로 場內 運搬에 適當함
층 슈 우 트	垂 直	5~15	110~40/h	12~21	重力	地 下 SRC 用	분리하기 쉬움.
경 사 슈 우 트		2~6		12~21	重力	사 이 로 建 設	분리가 큼
벨 트 컨 베 어	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 流動性 이 필요

미콘이 발전해야하고 콘크리트펌프 자체가 定置式에서 搭載型으로 변하기 때문이다. 또한 펌프 공법으로 전환이 급격히 이루어짐에 따라 특히 콘크리트의 품질면에서 문제점이 지적되고 있다. 이러한 상황으로 펌프공법의 바람직한 발전과 選定을 위해 이웃 일본에서는 일본건축학회로부터 콘크리트펌프공법시공지침안이 1972년에 나와 1979년에 개정되어 실무에 많은 도움을 주고 있다.

(2) 콘크리트펌프공법의 특징

① 에너지 절약 : 레미콘의 발전과 콘크리트 펌프의 출현에 따라 에너지 절약이 도모되어 콘크리트공사에 있어서 노무자 부족을 해소시킬 수 있고, 이에 따라 콘크리트공사의 분업화가 촉진되어 레미콘업자와 펌프업자가 각각의 전문기업으로서 성립된다.

② 工期短縮 : 시간당 타설량이 훨씬 향상되므로 공기단축을 할 수 있다. 예를들면 카아트(손수레) 방식에서는 타설량이 20m<sup>3</sup>/h 전후이나 콘크리트펌프에서는 40m<sup>3</sup>/h 정도로 되어 적은 인원으로 비교적 대량의 콘크리트를 시공할 수 있다.

③ 공사준비의 용이 : 콘크리트펌프와 배관을 셋트하면 종래와같은 콘크리트타워, 원치, 카아트, 작업통로등의 준비가 불필요하게 된다.

④ 壓送性 및 콘크리트의 品質 : 콘크리트 펌프는 機構上 어떠한 콘크리트라도 압송할 수 있는 것이 아니고 그 한계가 있다. 일반적으로 압송성을 높이기 위해서는 유동성이 좋고, 분리가 적게 되도록 하여야하나 이것은 페이스트량의 증대를 가져와 결국 건조수축을 증가시킨다.

경량콘크리트의 壓送에 대해서는 압송에 의한 壓力(壓送壓, 管内壓)에 의해 경량골재중의 공극에 페이스트중의 물이 흡수되는 壓力吸水에 의해 콘크리트의 流動性이 저하된다. 壓力吸水의 정도는 壓送壓과 事前吸水(pre-wetting)에 좌우되어 조건에 따라서는 콘크리트가 유동

성을 잃고 배관내에서 폐색되는 경우가 있다.

⑤ 타설속도와 거푸집 : 종래의 카아트에 의한 타설보다 속도가 빨라 거푸집의 測壓增大나 편심을 일으키므로 이에 대처하여 거푸집의 보강이 필요하게 된다.

⑥ 배근 : 일반적으로 콘크리트펌프공법에는 작업통로나 작업바닥이 설치되지 않으므로 배관선단의 프렉시블호스의 이동이나 작업원의 이동에 의해 배근이 흐트러질 위험이 있다.

(3) 콘크리트펌프를 사용하는 경우의 주의사항

① 콘크리트의 품질

보통 콘크리트의 펌프압송에 의한 품질변화는 통상의 경우 슬럼프가 0.5cm 정도, 공기량이 0.5% 저하하여 압송후의 품질변동이 약간 크게 되는 정도로 試驗精度나 콘크리트의 經時變化등을 고려하면 거의 영향이 없다. 품질변화의 정도는 슬럼프가 적을수록, 공기량이 많을수록, 온도가 높을수록 배관이 길수록 크게 된다.

경량콘크리트의 문제점은 경량골재가 압송에 의한 압력을 받아 콘크리트중의 물을 흡수하여 버리는 것이다. 이것은 압력흡수라고 부르며 크게 되면 콘크리트가 배관내에서 유동성을 잃어 결국 폐색하게 된다. 압력흡수량은 프리젯팅에 반비례하고 가압력과 가압시간에 비례하게 된다. 압송에 의한 품질변화는 압력 흡수의 영향으로 슬럼프가 0.5~2.0cm, 공기량이 0.5~100%의 감소, 단위용적 중량이 5~30kg/m<sup>3</sup> 증가한다. 압축강도는 증가하는 경우와 감소하는 경우가 있으나 그 원인으로서 압력흡수한 콘크리트의 골재가 관끝으로 토출되어 압력의 해제에 따라 압력흡수된 물을 방수하여 부분적으로 물시멘트비의 증가를 가져오기 때문이라고 생각된다. 품질변화의 정도는 슬럼프가 적을수록, 공기량이 많을수록, 경량골재의 프리젯팅이 적을수록, 온도가 높을수록, 배관이 길수록 크게 된다.

중간비빔콘크리트에서는 보통콘크리트의 경

表-5. 펌프압송하는 경우 운반시간의 한도 (물은 비빔콘크리트의 경우)

(分)

슬럼프저하의 溫度(℃)	종류 허용치(cm)	보통 콘크리트		인공경량골재콘크리트	
		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

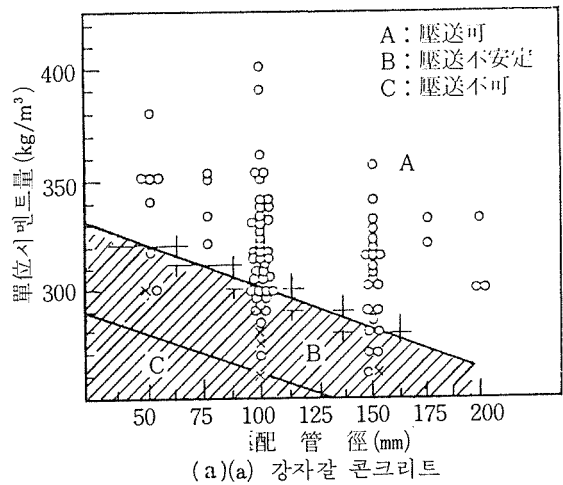
우 배관경을 굵게하고 시간당 압송량을 줄이고  
 調劑를 압송성이 있는 것으로 보정하는등에 의  
 해 품질변화를 적게하여 압송할 수 있으나 경량  
 콘크리트의 경우에는 곤란한 경우가 많다. 고로  
 슬래그의 조골재를 사용하는 경우에는 조골재의  
 흡수율이 8%정도이므로 경량골재에 준한 취급  
 이 바람직하다.

일반적으로 아직 굳지 않은 콘크리트를 장시  
 간 운반하면 펌프압송에 의한 슬럼프 저하가 크  
 게된다. 따라서 레미콘차에 의한 운반시간의 한  
 도는 表-5의 값 이하로 하는 것이 좋다.

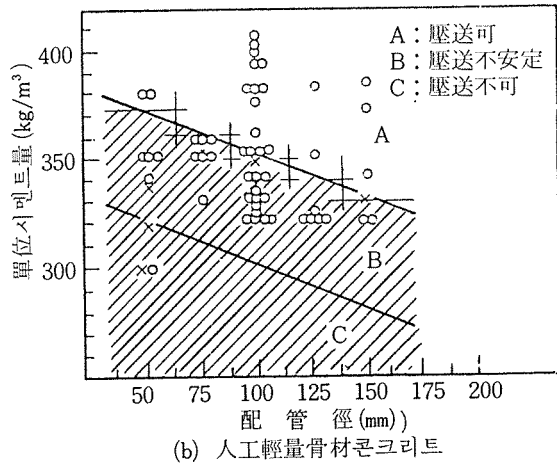
② 콘크리트의 調査

콘크리트의 조합에 관해서는 건축학회등의 조  
 합지침에 의해 결정하면 좋으나 펌프압송에 의  
 해 품질에 손상을 가져오지 않도록 해야 한다.  
 그러나 펌프공법에 맞춘 조합으로 변경하는것  
 보다도 다른 운반방법으로 대체해야 할 필요가  
 있다. 콘크리트의 조합결정에 있어서 부립시의  
 콘크리트의 품질은 전술한 콘크리트의 압송에  
 의한 품질변화를 예측한 것으로 한다.

소요의 성능을 만족하는 조합이 결정되면 펌  
 프압송의 가능여부를 試驗壓送을 하여 확인하면  
 안전하고, 계획상 고려하는 데에는 단위시멘트  
 량과 세골재율이 그림 4-6을 만족하고 골재의  
 입도가 건축학회등의 표준입도의 거의 중간에  
 있을 필요가 있다. 경량콘크리트의 경우에는 보  
 통높이의 압송에서는 인공경량골재 메이커의 일



(a)(a) 강자갈 콘크리트



(b) 人工輕量骨材콘크리트

그림-4 配管徑과 單位시멘트量의 關係

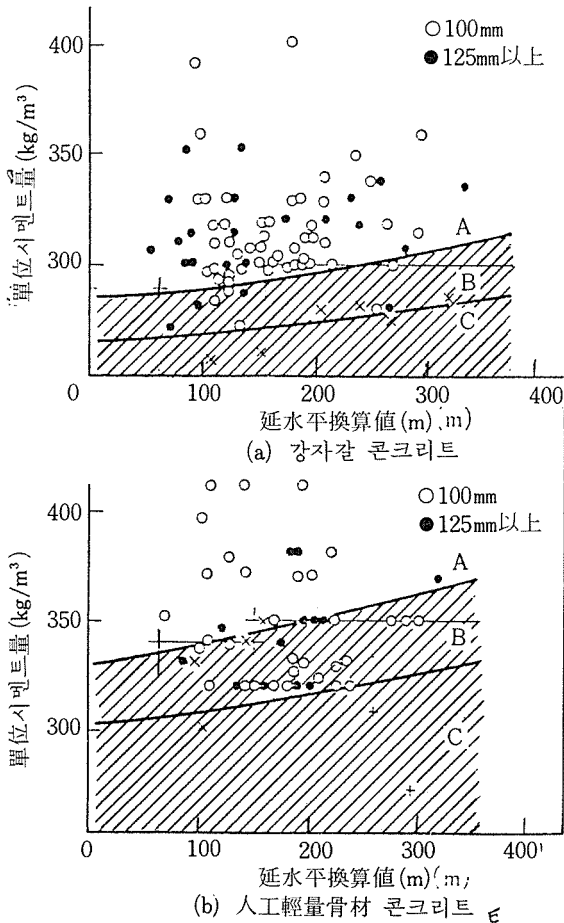


그림-5 延水平換算値와 單位시멘트量의 關係

반적인 흡수율(현재 22~23%)로 충분한 압송을 할 수 있다. 저장중에 인공경량골재의 프리젠틱을 저하시키지 않도록 레미콘 공장에는 散水設備가 필요하다.

③ 壓送作業

㉓ 배관의 작업준비가 적게되도록 타입순서를 정한다. 프랙시블호스를 잘 사용하므로써 작업준비를 적게 할 수 있다.

㉔ 레미콘차는 컴프호파에 2대를 동시에 들어가게 하고, 부지조건에 의해 2대의 배치가 불가능한 경우에는 레미콘차의 동선을 고려하여 원활한 교체가 되도록 한다.

㉕ 레미콘차 대기에 관해서는 타입장소와 도로사정에 따라 배차밀도를 변경하는등 세밀한 배차계획을 세운다.

㉖ 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 性能이나 品質에 대한 관심이

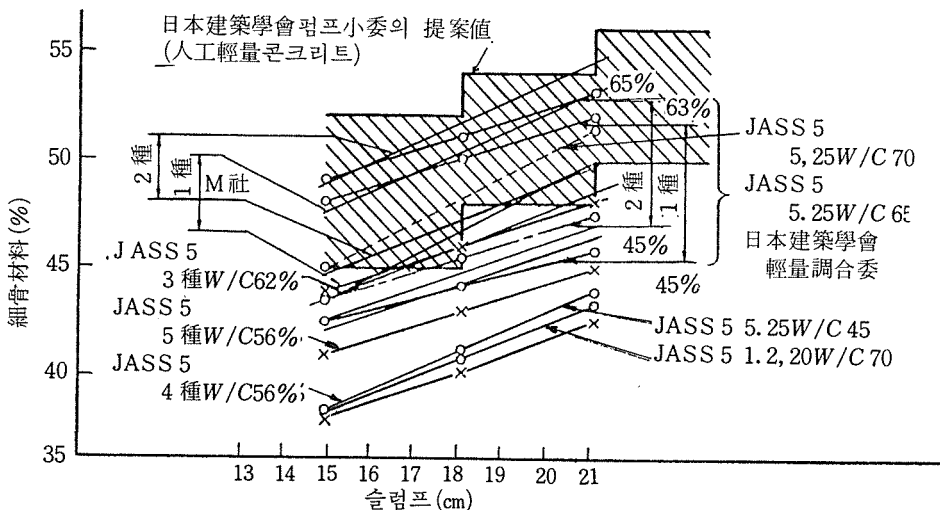


그림-6. 슬럼프와 細骨材率의 關係

점점 높아지고 있고, 콘크리트도 이에 따라 높은品質水準을 유지해야 하므로 지금부터는 레미콘 공장에 있어서나 施工現場에 있어서도 品質管理 및 施工管理에 대한 요청이 한층 심해질 것으로 예상되므로 이에 대처 하도록 노력해야 한다.

콘크리트에 대한 要求性能도 建築物의 多樣化나 施工法の 近代化에 따라 점점 高度化한 것이 要求되고 있으며, 骨材枯渴現象등 骨材問題도 심각하게 제기되고 있으므로 低品質骨材의 有効利用이나 混和材料에 의한 品質改善의 研究가 絶실하게 요구되고 있다.

이와 병행하여 檢査技術의 近代化도 큰 문제로 되고 있다. 품과 時間과 費用이 많이드는 檢査는 品質管理의 目標에 反하는 것이다. 콘크리트強度의 檢査를 위해 여러가지 早期判定法이 提案되고 있는 것은 하나의 진보라고 생각된다. 이밖에 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 만들수 있는 유일한 經濟的材料이고, 또한 耐久性이 우수한 구조재료이다.

이상 레미콘의 品質과 施工管理에 관한 基礎的考察에서 最近의 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 定하여 確認하는것이 困難하게 되었다.

또한 새로운 材料, 工法의 보급으로 學會레벨의 指針등의 制定이 미흡하여 施工業者의 판단에 맡기는 경우가 많다.

2) 경제설계의 추구에 의한 부재단면의 축소 배근증가의 경향이 점점 심해지고, 콘크리트의 타입 및 다짐이 한층 곤란하게 되고있어 콘크리트의 施工을 신중히 고려한 構造設計가 要望된다.

3) 工事의 分業化 및 專門化에 의해 第1線 工事技術者の 콘크리트 品質에 대한 인식이 더욱 결핍되어 안이한 施工을 하기쉬워 항상 원천에 입각하여 훌륭한 콘크리트構造물을 施工하는 것이 요청된다. \*

#### 參考 文獻

- 1) 日本建築學會：建築工事標準仕様書・同解説 (JASS 5 鐵筋コンクリート工事)
- 2) 日本建築学会：高强度鐵筋コン크ート造設計施工指針案・同解説
- 3) 日本コンクリート工学協會：コンクリート技術の要点 '82
- 4) 平賀友兎, 倉林清：コンクリート工事の 施工管理とその 實際, 施工, 1978. 6
- 5) 日本建築学会：輕量コンクリート調合設計・施工指針案・同解説, 1978.

바른마음 바른자세 다져지는 신뢰사회