

# 高強度 콘크리트와 高層建物

## (美國의 WATER TOWER PLACE) 를 보고

朴 在 浩 (韓國綜合設計公社)

지난번 우리 建築士會員들의 海外建築 視察을 하면서 實地로 보고 듣고 읽은 중에 高強度 콘크리트에 對한 한가지 見聞을 적어 볼까합니다.

從來의 一般 콘크리트를 超高層 빌딩에 使用한다면 기둥의 斷面積이 커져서 空間을 너무 많이 차지하며 荷重이 커서 불리한 構造가 된다고 하며 大體적으로 20層이 넘으면 鐵骨造가 絶對 有利한것으로 35層내지 40層 以上の 콘크리트 建物을 짓기 爲하여 콘크리트 強度를  $420\text{kg/cm}^2$ ~ $490\text{kg/cm}^2$  내지  $630\text{kg/cm}^2$  까지 研究開發하였다.

그래서 高強度 콘크리트는 經濟面으로 有利한 點 以外에 空間活用面에 絶對적으로 必要한 것이되었고 部材의 크기 型態의 자유로운 採擇 維持管理에 對한 利點 또는 火災等에 對하여는 高層建物에서 좋은 構造가 된다는 것이다. 그러면 콘크리트 建築物로서 세계에서 最高層의 76層 建物인 CHICAGO의 Water Tower Place라는 建物設計에 參與한 Loeb, Schlossman, BENNETT & DART 와 우리 韓國, 僑胞 建築士인 嚴圭成氏와 함께 이 建物을 實際 보아가며 說明을 들을 수 있었다. 이 建物은 百貨店, 劇場, 銀行, 事務所와 아파트 등이 들어있는 大型 複合 建物인데 高強度 콘크리트 建物로 大端히 重厚하게 보였다.

이 建物에 使用한 콘크리트의 強度別로 보면 25層까지의 기둥에는  $630\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 45層까지는  $530\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 쓰고 其他 部分에는  $420\text{kg/cm}^2$  이상 壓縮強度의 콘크리트를 씌으로써 經濟적인 發展을 가져 왔다하며 外部의 處理에도 다른 一般의 鐵骨造 高層建物 과는 달리 美麗한 大理石 處理가 容易하였는데 이런 高層建物에 大理石 外面 處理가 適切한 것이었는지 建築家들로 부터 논란도 있었다고 한다.

高強度 콘크리트를 使用함으로써 施工上, 構造上, 利點은 기둥의 斷面을 低層이나 高層이나 같이 할 수 있으며 따라서 型틀도 같은것을 反復使用할 수 있는 利點을 가져왔으며 其外에도 例를들면  $420\text{kg/cm}^2$ 의 30cm 각 기둥이 주어진 荷重에 對하여 그 기둥 斷面に 4% 鐵筋이 必要하였다면 같은 기둥에  $630\text{kg/cm}^2$  콘크리트는 불과 1% 未滿의 鐵筋이 必要로 하는 것이다.

高強度 콘크리트는 長 스팬의 지붕 構造로써도 좋은 長點이 있다고 하는데 實例로 NEW YORK의 Werner Sturm은 12cm의 스투브와  $40\text{cm} \times 91\text{cm}$ 의 보를 Post Tension Beam으로 하여 4.8m 間隔으로 36m 길이의 보를 可能케 하였다는 것이다. 이것은 지붕활 하중을  $150\text{kg/cm}^2$ 로 하고 콘크리트 壓縮強度를  $562\text{kg/cm}^2$ 로 計算하였다함.

外國에서는 高강도 콘크리트가 새로운 것이 아니라고 한다. 왜냐하면 1945년 쿠바에서는  $562\text{kg/cm}^2$  콘크리트를 使用하여 35層의 建物을 세웠으며 NEW YORK에서도 57層의 建物을 設計하였다고 한다.

그리고 高強度 콘크리트의 開發은 CHICAGO가 先驅의 役割을 하고있어 1961년과 1962년에  $351\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 개발하여 2개의 高層 APART를 세웠으며 1965년에는  $530\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트로 建築한 70層의 有名한 AP-ART, Lake Front Power를 세웠으며 最近엔  $630\text{kg/cm}^2$  ( $56$ 일強度)의 高強度 콘크리트를 生産 供給하고 있다 한다.

近來에 CHICAGO에서는 2개의 기둥으로된 44層 AP-ART를 建築하기 爲하여  $773\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 研究 개발하고 있다고 한다. 실제 設計強度는  $630\text{kg/cm}^2$ 으로 되어 있으나 建物主나 担当 技術者들은 이 特殊한 2개의 기둥에  $630\text{kg/cm}^2$ 의 高強度 콘크리트를 適用하기 爲하여 CHICAGO의 여러 콘크리트 研究所等과 協力하고 있다고 한다.

一般콘크리트와 高強度콘크리트의 重要한 差異點은 配合에 있어 一般콘크리트보다 진한 세멘트의 配合를 말한다.

그리고 골재의 규격에 있어 종래에 쓰던 조골재 대신더 작은 골재를 쓰고 細骨材(모래)는 더 굵은 모래를 쓴다는 것이다. 이것은 수세멘트 比를 줄이고 Workability를 좋게 하는 것이다. 그리고 高強度 콘크리트에는 必要 以上の 물은 絶對 禁物이다. 即 最下의 수세멘트비와 Workability와 일치하는 것이 最善이다.  $630\text{kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 사용한 唯一한 地域인 CHICAGO는 또 다른 要素인 Flyash를 使用한다고 한다.

여기 大콘크리트 공급자인 Material Service Cooperation의 말은 Hyash가 2가지 機能을 가진다고 한다. 첫째 세멘트에 자유롭게 化合하여 壓縮強度를 높이는데 Fly ash 自体는 굳는 物質이 아닌 Silica이지만 強度를 높이는 기능을 한다.

둘째 Fly ash의 작은 딱딱한 未粒子는 Workability를 좋게 하고 물세멘트비를 줄이는데 좋은 役割을 한다.

高強度 콘크리트 製造를 爲하여서는 세멘트의 品種選擇이 가장 重要한 要因이 된다고 하는데 여러가지 種類가 다른 세멘트가 어느 다른 材料보다 콘크리트 압축強度를 오 르내리는데 重要한 役割을 하기 때문이라 하며 Portland 세멘트가 강도와 Workability의 兩面에서 볼때 最高의 材料가 된다고 한다.

또 그 地方에서 使用可能한 세멘트의 化學的 物理的인 制限에 있어 여러가지 研究가 꼭 必要하다. 세멘트의 選擇은 28일 56일 90일의 強度에 對하여 기준을 두어야 할것이다. 왜냐하면 어떤 세멘트는 빠르기만에 높은 強度를 내는가 하면 強度上昇이 느린것이 있기 때문이다.

또 骨材의 型態과 結에 따라서 콘크리트 配合의 水量에 影響을 주며 強度에도 影響을 준다.  $630\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 콘크리트를 만들기 爲하여는 물 세멘트비가 0.4이하라야 한다. 그리고 Slump는 6cm~9cm가 될것이다. 사용 골재가 작고 구형상으로 되었을때 세멘트 풀과 골재 사이에 더 큰 부착력으로 좋은 強度를 낸다. 그러나 一般的으로 配合水量의 增加로 強度의 喪失을 일으키기 쉽다. 세골재의 使用에 있어서는 종래 콘크리트에 使用하는 모래보다 粒子가 더 큰것을 사용한다. 둥글고 표면이 고운 세골재 粒子는 配合水量이 적어도 된다. 最近 Chicago 에서 사용하고 있는 고강도 콘크리트에는 Fly ash를 첨가물로 사용하고 있는데 比率이 세멘트 무게의 10~15%로 사용하고 있다고 한다.

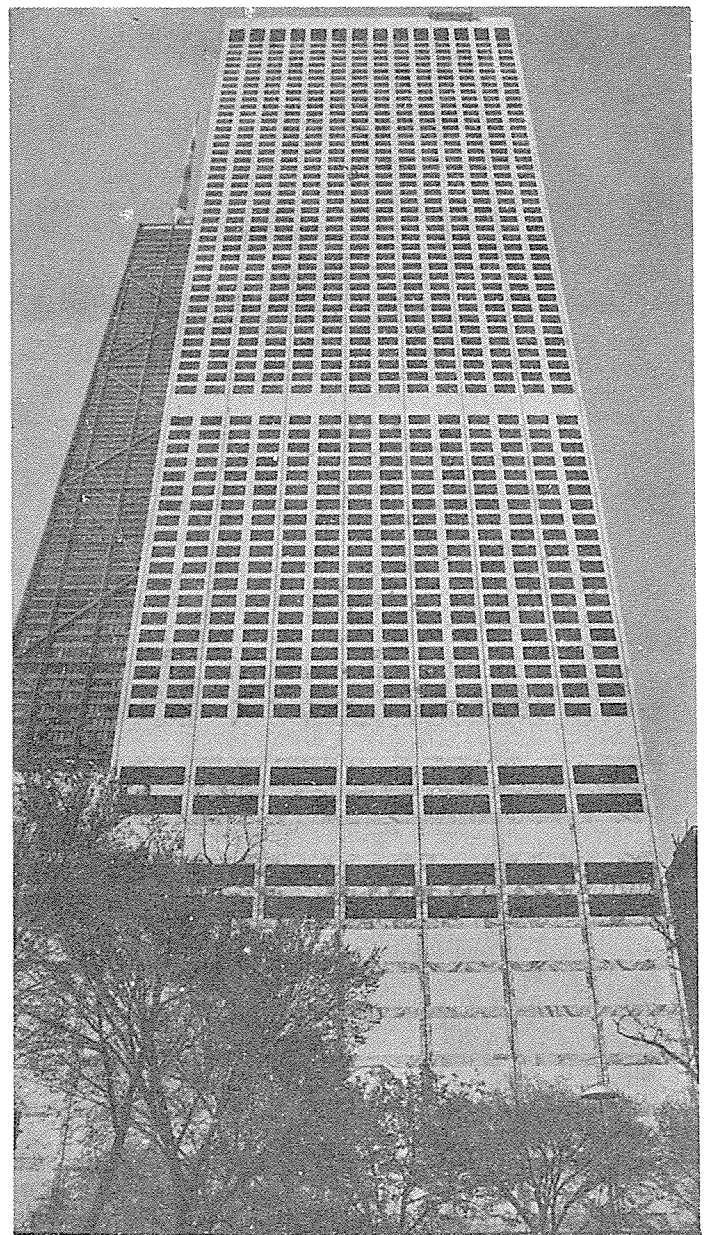
高強度 콘크리트는 所要強度를 28일 이후에나 얻을 수 있기 때문에 종래의 28강도 기준이 56일 또는 90일로 되어야 한다는 것이다. 이것은 高層빌딩을 建築時 아래층이 單時日에 전하중이 걸리지 않기 때문에 콘크리트의 긴 材 畧에 對하여는 別 문제가 되지 않는다.

그리고 Ready Mix Concrete Plant에서의 콘크리트 質의 調節이나 現場 콘크리트의 必要한 強度調節이 必要하다. 現場이나 Plant에서 繼續的인 試驗檢査로써 適當한 配合 打設 保養을 確認하므로써 質의 調整이 必要로하다. 有能한 시험실이 採擇되어 設計 試驗配合를 準備하고 그 記錄들이 提供되어야 하고 試驗室에서 予備 공시체 試驗을 完了한후 最終으로 現場 試驗을 해야 할것이다.

콘크리트 試驗은  $76\text{cm}^3$ 程度의 打設 콘크리트에 對하여 최소한 1回以上の 공시체 시험과 材畧 7일 28일 56일 90일에 對한 각각 2회의 공시체 시험이 必要하다고 한다.

콘크리트 強度에 對한 보증은 美國에서도 New York 과 Chicago 는 서로 다르다고 한다. 卽, Chicago 는 콘크리트 配合에서부터 型틀에 타설까지를 콘크리트 供給者가 責任을 지고 New York 에서는 콘크리트 供給者보다 도급자가 法的으로 시방된 強度를 責任진다고 한다.

此際에 우리나라도 좋은 骨材를 잘 利用하여 高強度 콘크리트를 개발하고 高層 建物等에 많이 利用하여 上記한 바와 같이 利点과 效果를 보았으면 합니다.



WATER TOWER PLACE