

韓國國內에서도 實施可能한 리프트스래브(Lift-Slab) 工法 小考

金正秀
延世大 教授 工博

넓은 평지붕을 地上에서 製作을 끝내고 所定位置 까지 끌어올리며 建築하는 리프트 스투브工法(Lift Slab System)은 工費와 施工期日을 短縮할 수 있을뿐 아니라, 모든 지붕工事를 地上에서 施工함으로써 安全하고 正確한 지붕工事를 할 수 있는 좋은 方法이라는 것은 의심할 여지가 없다.

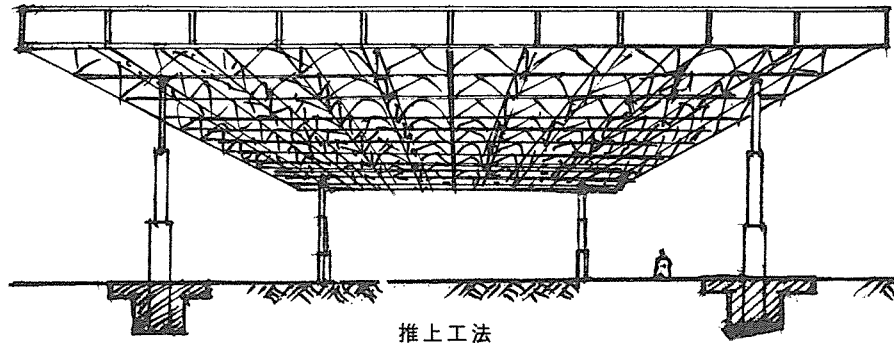
특히 鉄筋콘크리트 평지붕 建築物에 있어서는 數 많은 지붕 또는 바닥板 形틀을 번혀주는 “짜포-트 가不心要하고 콘크리트를 地上에서 施工할 수 있으며, 鉄骨工事に 있어서는 모든 鉄骨組立, 용접, 리벳팅, 볼트조임等의 工事를 地上에서 行함으로서 從來와 같은 大型크레인이 不心要하게되며, 安全하고 確實한 優良 施工을 期待할 수 있다. 이러한 利点이 있는것을 알면서도 大多數의 韓國建築家들이 선뜻 이를 實施해볼 勇斷을 내지못한 理由로서는 經驗이 없는 모험을하지 않으려는 생각도 있겠지만은, 지붕 全體의 超大型重量物을 높이 올리는 機械施設에 익숙지못하다는 것을 첫째로 들 수 있다고 본다. 그러나 實際로 알고보면은 리프트 스투브에 使用되는 機械란 작기(Jaok)이며, 이러한 用途에 使用할수 있는 작기는 서울 淸계천邊 鉄物商에는 無數히 많으며, 값도 過히 비싸지 않고 더우기 빌려다 잠깐 쓸것 같으면 몇푼안주고 利用할 수가 있다. 오일작기는 小型은 自動車를 올리는 程度의 約 3 ton用 에서부터 10ton, 20ton, 50ton, 100ton等 여러種類가 있으며, 其中 100ton用은 内自身도 個人用으로 하나 가지고 있는것이 있지만 크기가 1立方尺程度의 쇠덩어리며, 手動으로 손잡이를 잠시 上下로 움직이면은 한가운데에서 約10cm直徑의 鉄門柱피스톤이 100ton의 힘으로서 徐徐히 約10cm程度 올라와서, 物体를 밀어올릴 수 있으며, 작기에 따라서는 피스톤에 구멍이 뚫려져 있어서 特別한 裝置를 하지않고 郎時 引張 圧縮을 兼할수 있는 便한것도 있다.

이러한 “작기”는 미러올리는 기리 “스트록”이 짧아서 10cm 程度밖에 끌어올릴수 없지마는 밑에 받침을 피여가며 “작기”를 위로 10cm마다 移動 식혀가며 物体를 올리면은 제아무리 높은 곳에라도 끌어 올릴수 있을 뿐 아니라, 작기 容量을 超過하는 重量物을 올릴경우에는 여러개의 작기를 同時에 使用하면은 상당히 큰 무게라도 淸사리 이를 올리거나 내릴 수가 있다.

“리프트앞”工法으로 施工된 建物은 지금까지 各種 改良研究된 方法에 依하여 無數히 建築되었으며, 其中 생각나는대로 차례로 알아보기로한다.

(1) 기둥사이로 작기를 上部로 移動시키는 方式

이 方法은 筆者가 考案한 方式으로서, 가장 簡單 함으로 不遠實施해 보고저하는 方式이다. 短形 單層建物の 四隅에 네기둥이 있는 경우를 例로 說明하며는, 콘크리트기초위에 2개의 大型 “찬널”을 등이 마주보이게 하여 各各 柱材를][型으로 構成하되 各기둥의 찬널사이에는 “작기”를 設置할 수 있을程度의 15~30cm의 간격으로하여 4개의 기둥을 設置한다. 地上에서 鉄骨造平지붕틀을 그位置에서 옮기지 않고 重直으로 올릴수 있는 位置에 지붕組立을 完成하되 콘크리트 “스래브”일 경우에는 鋼材片을 콘크리트에 삽입하여 所定位置까지 引上이 完了하면은 熔接其地의 方式으로 기둥과 固定할 수 있도록 構成한다. 작기는][型柱의 두 “찬널”사이를 順次로 上部로 移動시킬수 있는 걸침턱을 가셋트 프레이트等으로 構成하여 기둥과 “하인텐손 볼트”조임으로하고 기둥의 自由端의 變形을 적게하는 作用도 겸하게한다. 이같이하여 “작기”를 上部로 搬送 올려가며, “스래브”를 上部로 끌어 올리는 方式의 “리프트앞”工法을 채택하면은 “작기”外에는 特別한 器具 設備가 없이도 韓國實情으로 實施可能한 “리프트앞”工



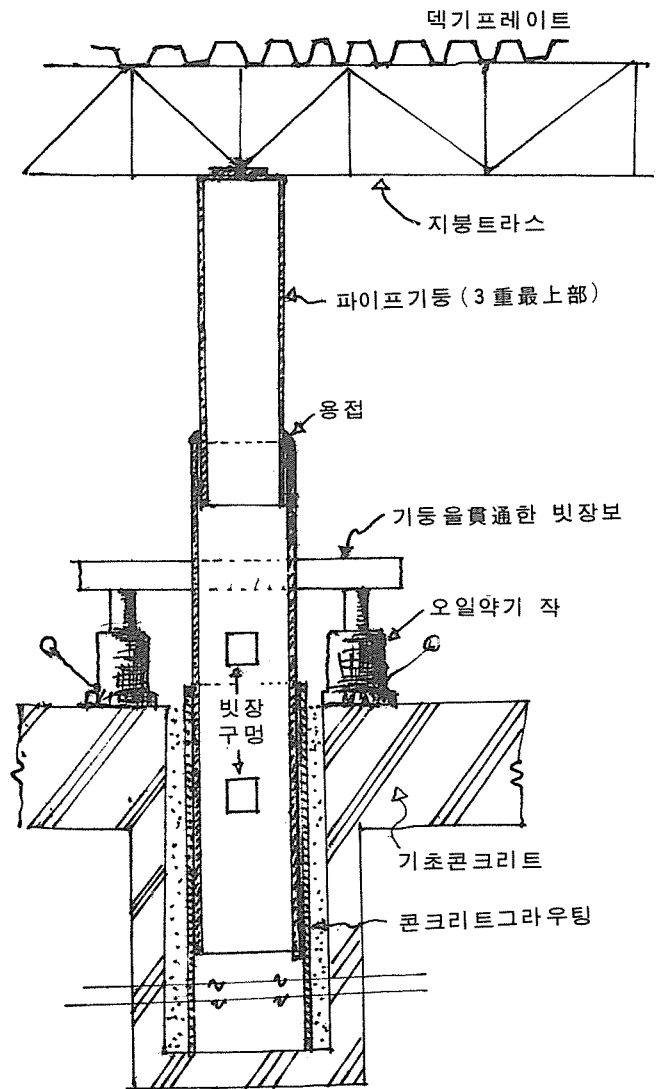
推上工法
(第1圖)

法을 試圖해볼 수 있는 가장 容易한 方法이될 수 있을 것이다.

(2)推上工法

이 方法은 사진기계의 三脚발을 빼내는 方式으로 미리 地中에 數等分하여 埋設한 기둥을 順次로 작기로 빼올리는 方式임으로 地面에서 組立한 지붕틀을 밀어 올리는 方式의 “리프트업” 工法이며, 아주 理解가 容易한 方法임으로 이 方式으로 最近 日本에서 實施된 實例를 參考로 알아보기로 한다.

日本에서 “푸트슈업”(Push Up) 工法이란 이름으로 日本 竹中工務店이란 都給会社에서 體育館工事に 實施한 이 方法은, 英國等에서도 過去實例를 볼수 있었던 方法이다. 지붕은 넓이가 2,430m² (45m×54m)의 鋼製平지붕이며, 트러스를 縱橫으로 均等히 設置한 “렉탱규라스스페이스 후레임” Rectangular Spase Frame이다. 기둥은 平지붕을 約4個로 支持하되, 各기둥은 그림(第1圖)와같이 3等分되여, 접어서 기초속에 집어 넣을 수 있도록 기초에는 구멍을 事前에 내두도록한다. 지붕全重量이 172.6ton임으로 기둥 하나에 20ton작기 4台식을 設置한 것으로 認定하나, 複雜을 피하고 理解를 容易하게 하기 爲하여 說明圖에서는 “작기” 2台만 表示하기로 하였다. 第2圖參照 기둥에는 빗장구멍을 縱橫으로 十字로 段지게, “작기”의 “스트록”길이에 맞추어 段으로 엇갈리게 뚫고 한쪽구멍 빗장을 通하여 그림과 같이 設置한 작기로 올릴 수 있는만큼 올리고 나면은, 反對쪽구멍을 通한 빗장으로 기둥을 固定支持하고 잔기시린다를 내려서 빗장을 다음 아래구멍을 貫通시켜 同一한 方法으로 차례 차례로 기둥을 上部로 推上하도록하되 기둥이음은 용접으로 잇는다. 全長11m의 所定높이까지 미러올린後, 기둥이 무뒀든 구멍은 콘크리트로 “그라우팅”을하여 채우도록 한다. 全体 지붕을 아주 느린 速度로 흔들리지 않도록 조심하여 同時에 끌어올리는데에 充分한 時日은 2日이지만 公

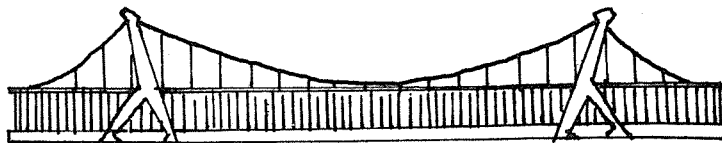


“推上工法說明圖”
(第2圖)

開를 爲하여 3日이 걸렸다고 한다. 一般적으로 이러한경우 기둥이 自由端 固定기둥이 되는 關係로 變形에 아주 不利함으로 기둥이 흔들리는것을 防止하기 爲하여, 기둥과 기둥사이의 간격을 精密히 加工토록하여 3mm로 하였다고 한다.

(3) 지붕을 올린後에 기둥을 追後 設置하는 方法

이 方法은 各기둥位置에 지붕을 지탱할 수 있을 程度의 튼튼한 비계를 매 놓고 地面에서 製作한 平지붕을 비계를 利用하여 작기로 所定位置까지 끌어 올리고 난 後에 鐵材기둥을 밑으로 집어 넣어 받치고 固定하는 方式이며 이 方法으로 建築된 實例로서는 西獨 백림에 “미스 반델로에”가 1968年頃 設計한 美術館이 있다.



지붕을 引上하여 完成된 建物

NERVI의 工場建築

(第3圖)

(4) 懸垂構造 (Suspension Construction)의 케이블로 끌어 올리는 方法

그림 (第3圖)는 “이태리”의 有名한 建築家 넬비 (NERVI)의 工場建築의 例이다.

현수교량 (Suspension Bridge)의 構造方式으로 約30mm×280m의 넓은 平지붕을 케이블로 매단 構造인데 지붕은 地面에서 製作된 鐵筋콘크리트 構造이며, 이 巨大한 지붕을 사람이 뒤로 뺀치고 서있는 모양으로 製作된 鐵筋콘크리트 기둥 上端과 上端사이를 건너늘인 Cable을 끌어당겨서 全体지붕을 所定位置까지 끌어 올린 後, 壁體를 追後에 設置하였다. 勿論 壁體의 가는 기둥들은 지붕 荷重은 받지 않으며 단지 風圧에만 견딜 수 있게 設計되어 있다.

(5) 엑스포 (Expo) 70의 日本館의 例

1970年 日本에서 開催된 Expo70의 상징으로서, 日本館의 지붕은 108m×291.6m의 大規模 鐵Pipe製로 된 立体트러스 構造이며, 總重量이 4,800ton의 重量物이다.

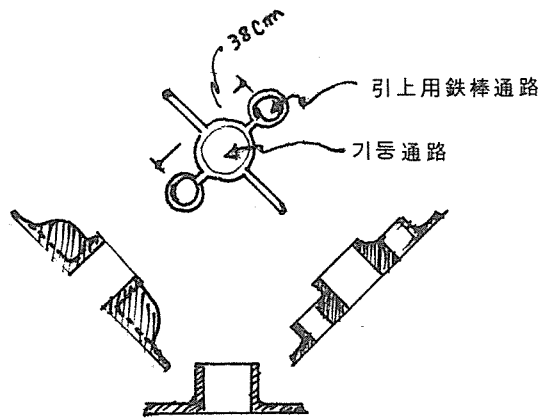
地上 37.8m 높이의 이 大規模 平지붕은 地上에서 組立되어 所定位置까지 “작기”로 “리프트업” 工法에 依하여 끌어 올려 設置하였다. 工法의 大要를 보면 Space Frame은 “한이텐똥 볼트”로 조인 Pipe 構造이고 지붕을 받는 기둥은 約6本을 지붕 端部에서 長邊端으로부터 37.8m 短辺지붕 端部에서 16.2m 안으로 들이켜서 円形鋼材로 構成하였으며, 기둥 하나에 對하여 450ton의 “작기” 各2台를 設置하여 約12台的 작기로 끌어 올렸는데, 작기는 “스틸 후움”에 쓰이는 “작기” 模樣으로 眞空壓으로 기둥을 물고 부착하여 올라가는 特殊작기가 사용되었으며, 지붕을 끌어 올림에 따른 기둥의 變形을 막기 爲하여, 기둥 周圍는 트러스型의 補強材를 붙여 가며 올림으로서, 기둥의 細長比不足에 依한 變形을

防止토록 되어 있고 다 올린 後 기둥과 지붕들은 여러개의 別임材로 四方으로 補強固定을 하고, 反對로 下部 固定端을 풀어서 “핀”으로 變更하였으므로, 지붕을 올리기 前 기둥이 下部 固定, 上部 自由端으로 되어 있는 것이 完成後에는 反對로 上部 固定 下部 Pin으로 바뀌진 셈이 된다.

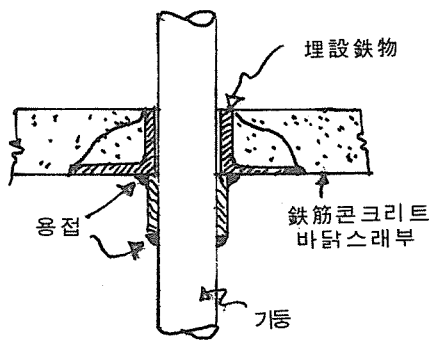
本工事は 1968年 12月부터 着手하여 “리프트업” 準備에 6개월이 所要되었고 引上速度는 極히 완만이하여 1개월이 걸렸는데, 日本에서도 처음 시도하는 難工事인 만큼 끌어 올리는 技術面에서는 美國의 원조도 있었다는 當事者의 說明이었다. 完成後 雨水를 막는 지붕材로서는 重量과 耐候性, 溫度變化에 따른 伸縮 및 이에 作用되는 溫度正力 및 質減等을 考慮하여 포리에스탈 2重 空氣膜 구조로 되어 있다.

(6) 初期의 Lift Up 工法 Youtz-Slick System

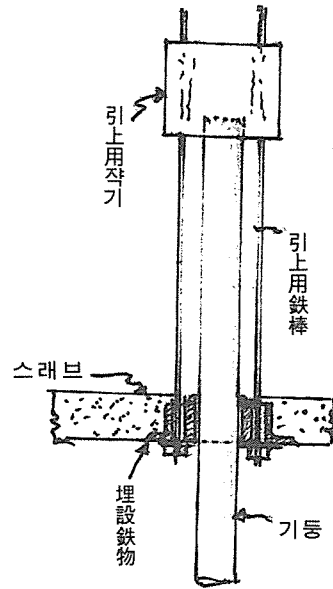
初期에 리프트업 工法을 South West Research Institute에서 開發할 當時는 그名稱을 Youtz-Slick Lift-Slab System이라 呼稱하였으며, 1,000坪 外規模의 15棟의 建物이 1950年代에 이 工法으로 이미 完成을 보았으며, 그밖에도 當時 施工中의 建築物만 하여도 一萬餘坪에 達한다고 報導되어 있다. Lift-Up 工法은 高層建物에도 使用하여 많은 經濟性을 實証하고 있으며 이러한 高層建物의 境遇에는 여러층의 콘크리트 스투브를 地上에서 同一位置에 겹겹으로 쌓아 올려 製作하되, 스투브 各層 사이 사이에는 防水紙를 2重으로 너서, 끌어 올릴 때에 스투브 相互間의 附着을 막도록 되어 있다. 그 工法의 詳細를 볼 것 같으면 各기둥은 大円形 파이프를 使用하였으며, 기둥을 貫通하는 스투브 部分에는 “핀칭시어”를 防止하고, 所定位置에서, 용접 固定시킬 수 있는 埋設鐵物 (一名 Steel Collars)를 使用하였는데 이러한 콘크리트 스투브 固定用 埋設鐵物의 形態는 (第4도) 上部와 같으며, 中央에 기둥 通路 구멍 외에 左右에 引上用 鐵棒 通路 구멍이 뚫린 것으로서 이러한 埋設鐵物을 各기둥位置마다 設置하고, 스투브 鐵筋이 그 위를 通過하게 配筋하되, 그외에도 “핀칭시어”를 防止하는데에 充分한 補強鐵筋이 그 주위에 配筋된다. 스투브를 끌어 올리는 “작기”는 既設된 各파이프 기둥 最上



引上用관 - 埋設用鉄物



기동과스래브의固定



기동上部에設置한
引上用작기

(第4圖)

부에 그림(第4도)右便과 같이 設置하고, 引上用 鉄棒을 使用하여 스래브를 引上하되, “작기”의 容量은 大概10ton內至 20ton이 使用되고 있으며 各작기는 Oil Pipe Line을 相互連結하여 中央 Control Panel에서, 全体스래브 引上作業을 同時에 行할 수 있도록 되어 있으므로, 사람과 Control Panel이 Slab에 올라앉은 채, 다같이 同時에 上部로 移動시킬수 있는 方法을 쓰고 있다.

이러한 方式의 Lift-Up工法의 引揚速度는 1時間當 約 30cm이며, 때에 따라서는 2個層 以上の 스래브를 同時에 引揚도 可能하다.

“리프트 앞”工法은 그後 美国各處에서 單層뿐 아니라, 各種高層建物에도 많이 實施되었으며 때에 따라서는 Post Tension이 加해진 P.S. 왈플스래브(Waffle Slab)를 製作하여 引揚한 例도 있다.

高層建物の 경우에는 特히 기동自由端部の 흔들림에 對한 注意가 特히 必要함으로 그 引揚順序를 잘 研究하여야하며, 그간 이에 對한 研究發表도 行해지고 있다.

(第4도 左下)는 스래브와 기동의 固定方法을 補助 鉄物을 使用하여 용접하는 方法을 說明한 詳細이다.

最近 우리 나라 建築技術은 相當한 速度로 向上하고 있으며 建築物의 質도 先進國에 比하여 過히 損色이 없을 程度로 높아진것을 볼 수 있으며, 이러한 모든것은 오로지 建築士協會員인 우리 韓國建築士 여러분의 至大한 努力에 依하여 達成되는 것이라고 할 수 있다.

그러나 또 다른 面에서, 그 工法 및 材料의 質等を 詳細히 살펴보면 아직도 미흡한 點이 한 두 가지가 아니니, 例컨데, 철, 돌 등의 薄版構造物에서 “스페이스 후레임”(Space Frame) 등의 “컴퓨터”를 利用한 構造設計方式 등에 이르기 까지의 各種構造學分野에서 부터 經量骨材 등의 材料에 이르기까지 더 많은 研究를 必要로 한다고 보고 싶다. 이러한 時點에서 아직 시도된 일이 없는 것으로보는 “리프트 앞”工法은 韓國 建築技術 向上에도 많은 功헌을 가져올 수 있다고 봄으로 筆者로서는 하루속히 우리 建築士協會員中의 누군가가 이를 시도해주시기를 갈망하여 마지 않는다.