

# Underpinning에 관한 研究

辛 鉉 植 中央大學校教授

## I. 서론

underpinning이란 既存建物の 基礎 下部를 掘鑿하고 既存基礎의 下部位에 새로운 支持構造物을 設置하여 荷重을 傳達시키는 過程을 말한다.

우리나라는 1960년 이후 急激히 高層建物을 많이 新築하였고 또 産業의 發展으로 工場을 新築하게 되었다. 이 建物들은 各種 地下施設의 變更이 必要할 때가 있고 또 隣接建物の 新築으로 不意의 被害를 입어 建物の 使用不能으로 莫大한 國家經濟의 損失을 招來할 때도 있다. 特히 地下鐵의 新設로 隣接建築의 倒壞를 招來케한 境遇도 있어 앞으로 이와같은 隣接한 場所에 工事が 進行될 때에 既存建物の 기초를 補強하면 不安을 除去할 수 있을 것이다.

또한 우리나라는 1945年 以後 急激한 技術導入으로 訓練된 技術者와 技能工이 적었고 또 國家 또는 大企業體에서 新築한 建物を 除外하고는 우리나라의 後進의인 思考로 優秀한 技術에 依한 設計施工 監理를 하지않고 소홀히 하여 地下에 位置하는 基礎工事は 特히 不良施工으로 underpinning을 要하는 建물이 相當數에 達할 것으로 豫想된다.

## II. 歷史的背景

歷史的 背景을 살펴보면 東洋의 建築은 主로 木構造가 大部分이고 때로는 나무기둥의 下部에 圓形石柱로 固인 形式이 많았다. 기둥下部는 모래 또는 자갈섞인 모래다짐을 한위에 定礎하거나 모래에 生石灰를 섞어 다진위에 定礎하기도 하였다. 韓國에서의 庶民住宅의 基礎地整은 모래 또는 자갈섞인 모래다짐으로 한 것이 많다. 또 地整의 깊이는 凍結線以下가 되도록 한 것은 比較的 적은 것이다. 建築후 時日이 經過됨에 따라 氣候 및 降雨 降雪 또는 排水施設의 改良으로 地盤의 表面附近의 土質은 變化되고 建물이 老朽됨에 따라 基礎의 移動이 생기게 되었다. 이에따라 建物は 傾斜되게 되고 倒壞 直前의 現象이 되었다. 이와같은 建物を 補修코저 흙벽과 지붕의 기

와를 撤去하고 倒壞되지 않도록 버팀대에 가새를 設置하고 기둥을 連結하는 水平材를 기둥에 設置後 그 水平材에 바침대를 設置하여 바침대밑을 쉼기 쳐 올려 既存建物を 들어올리고 既存地盤 및 柱礎를 撤去 새로 堅固하게 설치하였다.

이 새로운 柱礎위에 바침 쉼기를 振動없이 서서히 撤去하여 기둥을 柱礎에 安定시키고 原狀復舊한 것이 우리나라의 underpinning이라 하겠다. 歷史的인 建築物은 礎집을 設置하여 雨露를 막고 完全解體後 腐蝕된 材料를 新材로 置換 原狀復舊한 境遇가 많다.

西洋의 境遇는 17세기경에 主로 組積造建물이 많았다. 英國에 있어서는 17세기경에 美國에 13주의 植民地를 갖게 되었을 무렵 도시는 共有壁을 갖는 建築物이 많았다. 그무렵인 1668년 philadelphia의 都市計劃은 Thomas Holme이 계획을 하여 計劃된 土地에 當初에는 單獨建物を 新築하였으나 (原都市計劃은 광활한 土地였으나 小規模로 計劃되었었다) 自己의 所有地에 꼭 차도록 建築하였다. 例컨대 12 inch 두께 外벽일 때는 6" 두께는 自己 所有土地에 또 6" 두께는 隣接地에 놓이도록 하여 多少라도 建築物空間을 넓일 수 있도록 한 것이 大部分이었다. 隣接地所有者는 既存建물이 侵犯하였으므로 權利主張을 하여 隣接된 部分만의 벽을 建物벽으로 하여 건축하여 建築面積을 多少 늘였다. 이런 境界線侵犯으로 隣接建物中 한 建築物을 改築其他의 目的으로 撤去했을 때는 인접한 壁 두께의 半 만큼의 被害를 보았다. 20世紀 後半에 와서는 이와같은 土地境界선은 問題되지 않게 되었다.

이들 옛建築物들을 撤去하고 새로운 現代式 建物を 新築하게 되었기 때문이다. 그러나 이 建築物들은 高層化되고 大型 建물이 들어서게 되었다. 共有벽으로 상실된 面積을 新築建物에 上部層을 더두어 滿足하게 되어 共有벽의 問題는 惹起되지 않게 되었다. 또 高층화됨에 따라 그 建物の 地下室도 層數를 많이 두게 되었다. 當初는 地

下室이 別로 利用되지 않아 地下室을 없앤경우도 있었으나 漸次 地下室의 有用性이 認定되어 地下層수를 더하게 된 것이다. 인접건물의 基礎보다 깊은 地下室을 築造하게 될때 隣接建物の 기초는 安全해야 하고 또 損傷을 주지 않아야 하므로 underpinning이 必要하게 되었다.

위에서 볼 때 우리나라의 underpinning은 비교적 간단한 理論으로 施工할 수 있다 할 것이지만 西洋의 underpinning은 그 建物の 重量이 重厚하여 더욱 致密性을 요한다고 볼 수 있다.

### III. Underpinning이 필요한 경우

underpinning을 要하는 境遇는 다음과 같은 原因으로 必要하게 된다.

- 1) 基礎의 沈下가 甚할 때
- 2) 隣接地에 現存建物の 기초보다 깊은 地下室을 築造할 때
- 3) 既存建物の 육상에 증축하여 基礎의 耐力를 증가시켜야 할 때
- 4) 地下室의 바닥을 깊게 할 때  
地下室天井을 높이거나 또는 地下室이 없는 建物에 地下室을 追加築造할 때
- 5) 建물이 인접하여 地下鐵을 新設하거나 交叉路의 新設로 既存建物에 인접하여 道路를 깊게 파내야 할 때
- 6) 工場新築으로 因하여 기둥, 벽下部 또는 그 인접部分에 汚物排水路 水道 또는 電氣 Duct, air duct를 新設하여야 할 때
- 7) 事情에 따라 地盤을 나추게 되어 基礎의 깊이가 凍結線上部로 露出되어 冬節에 凍害로 因한 被害가 憂慮될 때
- 8) 地下水面의 移動으로 나무말뚝의 머리가 水面上에 位置하게 되어 腐蝕이 시작되었을 때
- 9) 当初 不当한 基礎設計로 既存建物の 基礎가 沈下 또는 移動되어 建物에 龜裂이 發生하거나 파괴될 憂慮가 있을 때

underpinning을 하기전에 建物の 構造를 調査하여야 한다. 卽 不良施工에 依한 組積造인가 鐵筋 또는 鐵骨構造인가를 조사하여 基礎補強作業中の 建物沈下の 危險性 등도 調査하여야 한다. 아주 오래된 危險한 노후 建物이나 不良施工으로 新築된 建物は 均열에 grouting을 하여 壁體 및 骨造를 먼저 補強하여야 하고 grouting으로도 危險하다고 認定될 때는 高強度鐵線이나 Tie rod로서 内外에 副木을 대어 結束 安全하게 補強한 뒤에 underpinning을 하여야 한다.

### IV. 原理

underpinning 作業은 水位, 荷重의 크기 既存建物の 構造 新見建物の 特性等 各工事마다 特殊性이 있으므로 技

術的인 判斷力이 充分해야 하며 精巧한 施工을 하여야 한다. 이 作業은 既存建물을 安全하게 支持하여 危險을 防止하는 것이 그 目的이다. 또 이 作業은 極히 危險한 作業이므로 그 作業速度는 늦고 또 經費가 高價하다 할 수 있다. 뒤에 例示하거나와 underpinning은 짧은 時間에 이루어져야 함에도 不拘하고 基礎下部이므로 作業場所가 狹小하여 人力으로 遂行되는 境遇가 많다. 大體로 工事期間이 길어진다. 그러므로 所要資材는 미리 準備하여 工事途中에 材料 求得으로 工事期間이 延長되지 않도록 해야 한다. underpinning 作業中에는 荷重은 새로 支持하는 받침대가 擔當하도록 하여 既存基礎自體는 荷重을 負擔하지 않도록 한다. 또 새로운 받침대를 設置할 때나 設置後에 既存建물이 더욱 沈下되거나 너무 올려바쳐 龜裂이 發生치 않도록 하기 위하여는 받침대의 耐力이 充分한 것을 使用하고 받침대밑에 쐐기(wedge) 치기 하여 振動없이 漸次 받쳐 올리도록 한다. 쐐기를 使用할 때는 均等히 建물을 받쳐올 릴 수 있도록 쳐 박도록 하고 쐐기는 恒常 2枚를 1組로 하여 겹쳐 박도록 한다. 이것은 한쪽으로 밀리거나 또 쐐기가 밀려 받침대가 빠지지 않도록 하기 위해서다. 쐐기치기는 각 받침대가 均等히 올려가도록 쳐 박아야 한다. 또 jack를 使用할 수도 있다. jack를 使用할 때는 1個만을 使用하는 것은 위험하므로 받침대 自體가 한쪽으로만 沈下되지 않도록 여러 개를 使用하여 使用하여야 한다. 또 水壓 jack는 한개가 100~200톤까지 負荷할 수 있으나 長期間 받쳐두면 piping이 파열되거나, 고장이 생겨 위험하므로 screw jack를 使用하는 것이 安全하다. 쐐기와 jack를 併用해서 使用하면 jack를 操作하여 建물을 올리고 쐐기가 2枚 이상 필요하게 되면 쐐기를 除去한 後에 받침대의 土台(shim)를 더 追加한後 쐐기치기하여 받치면 더욱 견고할 것이다.

턴바클(turnbuckle), 보울트, 끝에 나사를 낸 鐵棒(rod)은 高架構造物에 달아낼 때는 有用한 것들이다. 地下水는 underpinning에 大端히 위험하므로 集水井을 設置하고 pump로 排水하여야 한다.

### V. Underpinning前的 準備

他人의 財産인 構造物에 underpinning이 必要할 때는 그 構造物을 細密히 調査하고 사진을 찍어 原狀態의 記錄을 남겨 均열이 더하지 않는가를 確認하며 工事を 進行해야 한다. 또 財産主에 對한 증거로도 될 수 있다.

### VI. 計劃

underpinning을 할때 連續기초는 pit의 間격을 기초를 지탱할 수 있는 정도 卽 3m~3.6m 정도로 區分하고 그 안은 人力이 일할 수 있는 程度인 1m 程度로 한다. 獨立기초일때는 基礎部分에서 일할 수 있는 程度로

①-Foundation-of-structure-p-639.

② Foundation construction p. 118.



위험을 招來할때도 있으나 一般的으로 기둥下部의 부패로 underpinning 을 할 때가 많다. 柱礎가 沈下되었을 때는 柱礎를 除去後土質狀況을 고려하여 잠석다짐, 모래다짐 위에 concrete 로 채운후 柱礎를 設置한다. 柱礎下部는 concrete 위에 1:2 또는 1:3 硬質 cement mortar 을 채워 柱礎의 높이를 調節한 後 硬化된 後에 needle beam 바침대의 쇄기를 振動없이 除去시켜 바침대를 撤去하면 計劃한 工事は 完了된 것이다.

木造기둥 下部가 腐敗되었을 때는 腐敗된 部分만을 切斷除去하고 新材로 置換하면 된다.

2) 連續基礎의 under pinning

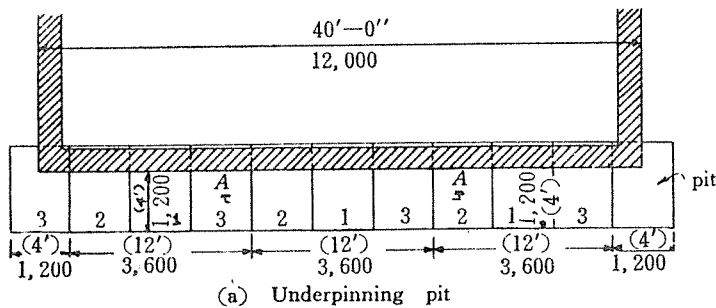
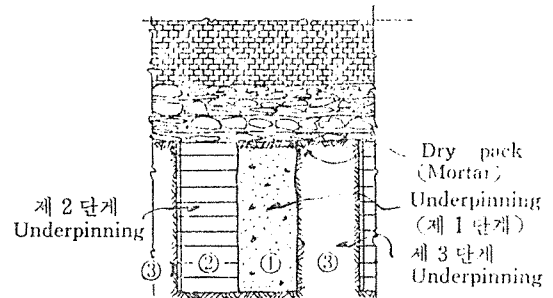


그림 4.

그림 4에서 보는 바와 같이 underpinning 할 벽의 길이를 3.0~3.6m 程度로 區分하여 ①區間을 기초 밑 所要 깊이까지 흙막이를 設置하여 파낸後, 그림 5에서와 같이 所要기초 밑넓이가 되도록 거푸집을 設置한후 concrete 를 친다. concrete 가 硬化되면 1:2~1:3 硬練 cement mortar 로 틈없이 채워 沈下를 防止한후 ②區間의 作業을 完了시키고 ③區間作業을 하는 것이다. 흙파기 作業은 人力으로 하는 것이 보통이므로 作業할 수 있는 1m 程度로 하여야 한다.

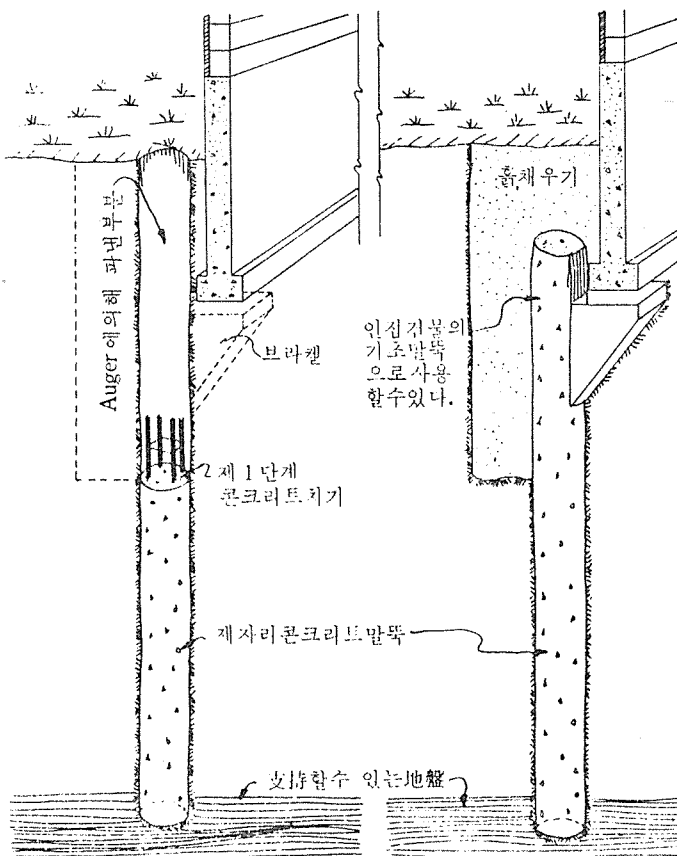
3) 제자리 concrete 말뚝에 의한 underpinning

粘土, silt 層에 수분이 많으면 어정이나서 作業을 할 수 없으므로 흙막이를 設置하고 作業하게 된다. 또 多少의 濕氣만 있고 거이 乾燥狀態인 粘土라도 粘土層 밑까지



(b) A-A 단면의 (제 2 단계) Underpinning 도

그림 5.



제 1 단계  
제 2 (리폼) 단계  
제자리 콘크리트말뚝에 의한 Underpinning

그림 6.

파내려 모래층, 자갈층 또는 이두층의 혼합층에 到達하면 湧水로 말미아마 어정이 나게 되고 흙막이를 設置해도 방축널사이로 지하수가 새나옴으로 基礎構造物下에서의 工事は 不可能 한 것이다. 卽 underpinning 을 무리하게 進行하면 基礎下部의 土砂가 崩壞되어 既存建물이 도괴될 위험이 있기 때문이다. 지하수가 있고 모래층일 때는 깊은 우물을 파서 排水하거나 well point method 를 適用하여 工事を 推進해야 한다.

그 方法은 제자리 concrete 말뚝(cast in place concrete pile) 工法을 適用하여 파낸후 外管을 撤去하면서 concrete 를 注入한다. 흙을 파내는 위치는 그림 6에서와 같이 既存基礎外部를 掘鑿하고 鐵筋을 配筋한 후 concrete 로 채워 施工한다. 기초의 하단을 바쳐주는 bracket 은 鐵筋을 配筋하여 支持할 수 있도록 計算에 依하여야 한다. bracket 上部의 기둥 길이는 높아지면 必要가 없다. bracket 에 既存建物の 荷重이 負荷되므로 偏心에 依하여 말뚝이 기울어질 것이 豫慮될 때는 말뚝上部에 tie rod 를 매어 bracket 反對面에 anchor 를 設置 緊結시킨다. 察際로는 徑 70cm 程度의 말뚝이면 偏心荷重이 作用하더라도 周圍의 흙이 變形을 防止해 준다.

그림 7에서와 같이 기초옆을 파내야 할 때는 옹벽을 設置하여 基礎를 保護해야 한다. 이 地盤이 모래 또는 자갈층, 모래섞인 자갈층일 때는 기초의 下部 및 周圍의 地盤에 grouting 해서

(3) foundation construction

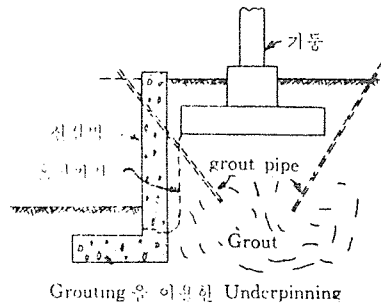


그림 7.

### VII. 結論

都心地에서의 地下室建築에서와 같이 地下室施工中에 隣接建物を 위태롭게 할 우려가 있을 때는 다음과 같은 工法으로 隣接建物を 安全하게 維持하며 施工할 수 있을 것이다.

- 1) 隣接建물이 組積組 建物일때는 基礎幅을 넓게 하고 補強하므로써 安全을 圖謀할 수 있다.
- 2) 제자리 콘크리트 말뚝을 이용한 underpinning에 依해 隣接建物の 基礎를 補強할 수 있다.
- 3) 모래질 또는 자갈층의 地盤에 建築된 隣接建物の 基礎는 cement paste 또는 cement mortar을 grouting할 수 있고 粘土質地盤일 때는 藥液注入法으로 隣接建物の 地盤을

固化시킴으로서 기초를 보호할 수 있다.

4) 이상의 3 種類의 工法을 併用하는 工法을 適用할 수도 있다.

### 参考文献

- ① Huntington; Building Construction, Wiley.
- ② Clemence W; Dunham, Foundation Structure, McGraw-hill
- ③ Mitchel; Building Construction, B. T. Bastford, London.
- ④ A. Brinton carson; Foundation construction, McGraw-hill.
- ⑤ John W. Macgure; Materials and methods of architectural construction, Wiley.
- ⑥ Ralph B. peck Walter E. Hanson; Foundation engineering, Wiley.
- ⑦ Wayne C. Teng; Foundation design, Prentice Hall of India.
- ⑧ Sidney M. John; Deterioration, maintenance and repair of structure, Magraw-Hill.
- ⑨ 村山朔郎外 1人; 基礎工学ハンドブック, 朝倉書店.

계속

## 公 告

會員任들의 作品을 회지 建築士誌에 되도록 많이 収録코자 널리 그 作品을 募集하오니, 會員여러분의 많은 利用을 바랍니다.

특히 地方 특색을 살린 作品을 더욱 환영합니다. 論文, 散文, 趣味 等 會員코너도 마련되 있음을 알립니다. 會員諸位