韓日技術士 合同 심포지움

路下式 케이손工法에 관해서

技術士(建設) 掘 田 好 太郎
(飛島建設株式會社)

1. 머 리 말

都市는 점점 過密化하고 人口는 늘며 이 늘어난 人口에 上下水道나 電氣, 電話나 가스, 電車와 道路를 供給하기 위한 都市土木工事도 또한 增加하고 있다. 여기에 地上·地下에는 여러가지 施設이나 交通에 支障을 주는일 없이 施工할 수 있게 設計나 施工과 工事管理나 安全管理에 많은 努力 硏究가 要求되고 있다.

좁은 作業用地, 振動·騷音등의 公害에 對한 規制등에 制約되면서 交通이나 가스 水道등의 都市機能을 잃지 않고 施工하는 技術을 開發한다는 것은 都市土木技術者에 課해진 義務라 할 수 있다.

當環八幹線下水道工事에서도 路面交通을 中止하지 않고 케이손工事를 하는 것이 要求되어 여기에 記한 路下式 케이손工法을 採用한 것이다. 이 工法은 當社가 東京電力(株) 發注의 北武藏野巢鴨管路新設工事에서 여러가지 問題를 解決하여 施工을 시작한 처음 方式이다. 工期短縮과 安全管理面에서 良好한 成績을 얻어 各方面에서 注目받고 있어 今後 地下깊이 뻗어가는 都市土木의 根源을 리드해 간다고 하고 있다.

2. 工事概要

當工事는 東京都下水道局에서 計劃되고 있는 環八幹線下水道工事이고 東京都都市計劃 環狀8號線以西의 大泉排水區, 練馬排水區, 石神井排水區의 一部 約 2,657ha에서 發生하는 汚水量約 240,000m³/日을 新河岸處理場에 導入하는 것이고 杉並區高井戶東4丁目에서 板橋區蓮根1丁目間을 連結하는 延長 13.2km의 幹線이다. 當社는 그중에서 第一期工事로서 立抗을 築造하는 것이며 넓어진 環狀8號線路下 GL-38.00m 까지 뉴우마틱 케이손으로 沈下시키는 것이다.

工事件名 環八幹線立抗設置 그 1工事
工事場所 練馬區 北町 6丁目 10番 1號
立　　抗 케이손工法으로 築造
工　　期 昭和 52年 11月 1日～昭和54年 2月 15日

3. 地質概要

當立抗築造地는 武藏野台地의 東緣部, 豊島台라 하는 標高 35m 前後의 완만한 롬 台地上이며 地形的으로는 下末吉面에 相當하는 地層構成은 上部에서.

1. 롬層
2. 凝灰質粘土層
3. 武藏野礫層
4. 板橋粘土層
5. 上部東京礫層
6. 下部東京砂層 } 실드切削部 東京層
7. 下部東京礫層
8. 下部東京粘土層

로 區分되고 있다.

上部의 火山灰를 除하면 砂層 및 砂礫層이 優勢하게 發達하여 2개의 不透水層에 따라 滯水層이 區分되고 各滯水層마다 間隙水壓이 달라 진다.

이들의 滯水層은 武藏野台地의 물탱크의 役割을 하고 있어, 浦和水脈에 이어지는 豊富한 地下水脈을 形成하고 있다. 실드切削에 해당하는 東京層은 北으로 내려가는 傾斜가 되어 그 傾斜는 約 0.5°이나 滯水層中에 水位도 같은 北側을 向해서 낮아지는 傾向이 確認된다.

실드施工基面에 있어 相當히 높은 間隙水壓을 보이는 것이 明白해지고 切削에서의 湧水量도 2.6ℓ/min 以上의 數値가 確認되고 있다.

砂礫層 및 砂層의 透水係數는 1.16×10^{-2}cm/sec를 나타내고 其他의 地層에서도 $1.6\sim3.5\times10^{-3}$cm/sec를 보이고 있다. 全般的으로 透水性이 良好한 地層이 많어 施工時에 있어서도 困難한 問題가 提起되고 있다.

以上의 槪況說明에서 알수 있음과 같이 湧水가 심한 地層으로 되어 있어 적어도 얕은 地下水가 적은 地盤에 케이손 캇타를 設置하여 壓氣케이손工法으로 施工하는 方法을 생각하지 않으면 안된다.

註 1) ※ 케이손立抗槪要

深　　度——GL-38.25m

케이손沈下計劃깊이——27.8m

最終深度理論壓力——3.2kg/cm²

立抗斷面積——10.8×21.3=230.04m²

主要設備——
- 路下式매타리알록크 2基
- 〃 맨록크 1基
- 人員昇降用螺旋階段샤후트1式
- 普通샤후트 2式
- 시켄스 콘트로라 1式 他

4. 路下式 케이손록크採用의 理由

當社로서는 2回째의 使用이되고 있으나, 當初路下式 케이손록크를 採用한 理由를 말한다.

從來의 都市土木에 있어서 케이손工法은 完全路下式이라는 前例가 거의없고 또 록크自體도 路下式으로서 使用하는 것이 不適하기 때문에 이를 改造할 것을 생각했다.

따라서 完全路下式록크의 開發, 硏究를 시작한 것이다. 그때의 主된 條件, 問題點에 대해서 從來法과 比較對照하여 檢討한 結果를 다음에 列記한다.

(1) 立地條件問題

前述과 같이 車道下에 立抗이 있고, 路面覆工完了後는 실드機投入時以外는 車道部의 使用을 規制하고 있기 때문에 全作業은 民地部를 使用하지 않으면 안된다.

例컨대

① 材料搬出入—民間用地內覆工 밑에 내려 抗內트로리로 水平運搬을 한다. 從來에는 勿論地上부터 直接投入하였다.

② 콘크리트打設—民地內覆工 위에는 콘크리트펌푸車를 設置하여, 坑內配管을 하여 打設한다. 從來에는 슈우트打設로 하였다.

③ 艤裝工 및 艤裝解體工—車道部에서 民地部內에 트로리를 利用하여 샤후트의 분해작업을 해야 했다. 從來에는 三脚드릿크等을 使用하여 地上에서 할 수 있었다.

다만, 이번의 艤裝은 샤후트분리만이고 록크自體의 분해가 必要치 않다.

④ 硝出—前述의 트로리를 使用하여 車道밑에서 民地의 硝통內에 바켓을 移動轉倒하여, 民地內스키프으로 올린다. 從來에는 三脚드릿크等을 直接 스키프에 移動轉倒할 수 있다.

(2) 地質 및 地下水의 問題

地下水는 前項과 같이 대단히 湧水가 심한 것으로 GL-9.00m의 深度에서 問題의 武藏野礫層이 있어 케이손 바이트 設置에 難點이 있다.

따라서 바이트는 地下水의 影響을 받지 않은 곳에서 地盤의 反力의 큰곳 또는 藥液注入으로 補助工法에서 地盤改良한 곳에 設置하여야 한다.

從來의 都市케이손에서는 半路下式(즉 完全覆工下에서가 아니고 록크를 地上에 내놓는 方式)이 많고, GL-3.00m~4.00m 附近에서 施工하고 있으므로 地下水位의 影響은 거의 無視할 수 있었다.

註 2) ※ 艤裝工이란 從來의 方法에서 록크밑에 샤후트를 끼워가는 施工이나, 이번에는 록크위에 샤후트를 연결해가는 施工法이다.

(3) 施工上의 問題

湧水對策으로서 藥液注入을 하면 좋다지만 從來方式의 록크使用의 경우에는 그림-5에서와 같이 地下水位下의 掘削이 約 6.00m로 깊어지고 廣範圍한 地盤改良이 要求된다. 施工日數 및 經濟性을 생각해도 되는 解決法이라 할 수 없다.

따라서 藥注에 의한 地質改良範圍를 가능한한 적게하여 初期壓氣 對策을 取하는 것이 바람직한 것이다.

이 때문에도 케이손 록크의 높이를 가능한한 얕게 硏究하였다. 또 其他 考慮해야될 點을 列記하면

① 假設의 過大化減少

1段掘削이 깊어짐에 따라 假設材(杭材·切梁材等)의 斷面을 크게하여야 하기 때문에 經濟面·施工面에서도 1段掘削을 얕게할 것을 考慮한다.

② 假設杭의 케이손沈下와의 동시내림 防止對策

케이손沈下와 같이 假設杭이 되돌아 가는 일이 實際로 지금까지 몇개가 있었다고 생각해서 肉窓工法이란 것을 案出하여 安全施工을 행한다.

③ 近接家屋에서의 우물 말름의 影響

케이손 立抗附近에 대단히 많은 家庭이 井戶水로 生活水를 쓰고 있기 때문에 綿密한 事前調査와 作業中의 測定을 行하고 藥注의 影響과 壓氣의 影響을 未然에 附止하게 하며 代替水道工事等을 考慮한다.

또 케이손 沈下掘削方法도 理論氣壓을 保存하여 他에 影響없게 하여야 한다.

④ 지금까지 생긴 케이손事故의 防止와 安全性向上

落下事故防止對策·壓氣事故(加壓·減壓)防止對策·其他는 後述하는 路下式록크의 利點項目을 列記한다.

(4) 結 言

以上에서 말한 問題點의 硏究와 安全性·經濟性을 考慮하여 새로운 都市 케이손工法의 開發에 着手한 것이다. 그 路下式매터리알 록크와 路下式맨록크의 利點·이에 對한 想定되는 事故對策 및 록크멘더의 作業性에 대해서 5項以下에 說明한다.

5. 路下式매터리알 록크

從來의 록크가 높이 約 4.00m~4.50m에 對해서 本록크는 1.60m에서 壓氣狀態를 만든것이 第1의 特色이다. 이 때문에 생각된 것은 下部도아를 作業室天井에 付着한 것이다. (開閉는 油壓시린더에 의함) 要컨대 作業室스라브의 通行口(ϕ1, 200m고 스라브厚 1, 600m) 部分을 下록크로서 活用한 事由인 것이다.

註 3) ※ 山留杭의 케이손에 의한 同時下降 防止를 위해 山留杭에 따라서 斜杭을 만들어 安定시킴. 또 그 周圍는 地盤改良을 한다.

上도아의 從來의 한지도아 方式에서는 아아스바켓 내림와이야를 偏芯시켜야 하지만 이 作業은 비교적 복잡함으로 이를 避하기 위해 上部도아는 반나눔 方式下部는 水平스라이드 도아를 생각 샤후트內에서의 아아스바켓의 吊芯은 항상 샤후트 中心과 同芯으로 한 것이다. 이에 따라 원치맨의 作業이 輕減될뿐 아니라 록크데이타의 作業도 機械化한 일이 되었다.

上述의 結果로서 下記와 같이 數많은 利點이 있다.

(1) 1段掘削깊이가 낮아지다. (約 4~5m의 高低差)

이 때문에 ① 杭材의 斷面이 적어지고 施工的·經濟的으로 滿足하는 結果가 된다.

② 斷梁支保工材도 間隙이 적어지고 斷面도 적어진다. 上述과 같이 滿足하는 結果가 된다.

③ 藥液注入改良範圍가 縮少된다.

④ 바이트부착깊이도 얕게되어 地下水의 影響도 藥液注入을 併用하여 充分히 防止할 수 있다.

(2) 艤裝工事가 大幅 安全施工으로 된다.

① 록크를 떼어내거나 얹히거나 하는 待期가 省略된다. 重量物取扱에 의한 災害는 發生頻度가 減少된다. 從來에는 록크를 샤후트 1個를 쓸 때마다 부쳤다 떼었다 하기 때문에 대단히 危險했으나 이 록크로는 最下段에 록크가 붙어 있기에 샤후트를 위로 올리기만 해서 施工性도 빠르다.

② 샤후트의 옆흔들림이 大幅減少된다.

③ 록크交換中의 케이손의 不等沈下를 防止하

기 위해 從來는 벗텀도아를 使用했으나 下도아가 그 役割를 兼하기에 부치는 노력도 없어지고 施工精度의 向上도 된다.

(3) 出硝作業中에 대한 安全向上

① 從來와 달리 록크가 最下에 붙어있음으로 作業室內의 潛函夫에 落下하는 土塊等은 록크로 遮斷되기에 落下距離가 짧고 加速없이 安全하다.

② 反對로 록크텐다에 튀어지는 恐怖가 想定되기에 커트월을 부처서 防護하고 커튼 自體는 彈力性을 갖는다.

(4) 록크 텐다作業에 관해서 록크에서 作業室까지의 距離가 짧고 操作失手의 範圍도 적다. 또 利點以外로 從來의 록크 以上으로 安全上 첨가한 點에 대해서 下記한다.

1) 作業室에서 緊急退避할 때를 생각해서 스텐드 스텝을 접어놓았다.

스텐드스텝이란 潛函夫가 맨록크뿐 아니라 出硝用의 매터리알록크로 退避할 경우에 서기위한 접음식 스탭이다. 出硝中은 접어서 아아스 바켓의 올리고 내림에 妨害가 되지 않게 되었다.

2) 록크텐다가 록크內를 볼수있게 耐壓유리에 의한 視窓을 매터리알록크에 부착 아아스바켓等의 狀況을 外部에서 監視할 수 있게 하였다.

勿論 從來의 록크에는 부치지 않는다.

3) 緊急退避를 생각할 때 매터리알록크內에도 送排氣 발브와 減壓時間 그레프를 붙쳤다.

4) 壓力計는 從來록크에는 록크內用計測의 1個였으나 當록크로서는 록크內用과 送氣本管用과 作業室內用의 3個를 붙처 監視할 수 있게 하였다.

그 外로 록크텐다가 좁은 곳에 들어있어 居住性의 問題點을 檢討한 結果를 列記한다.

1) 土砂等의 落下에 의한 事故는 前述과 같이 커튼월에 의하여 防護한다.

2) 換氣에 대해서

록크送氣管부터 록크텐다室에 換氣用 1인치 발브를 꺼내어 맑은 空氣를 送出한다. 또 록크內의 排氣는 排氣管을 샤후트內에 配管하여 地上排出할 수 있게 하였다.

3) 샤후트 및 록크죠인트 부터 漏水하였을 경우에 록크텐다의 바닥에 물이고였을 경우를 생각 1인치 드레인用 발브를 붙처서 록크內가 無壓氣狀態인때 作業室內로 搬出한다.

또 샤후트 및 록크죠인트도 注意깊게 패킹을 붙칠 수 있게 한다.

4) 록크텐다의 作業時間도 1日 4時間정도의 交替制로 하여 健康管理等에 努力한다.

5) 照明도 대단히 밝게하고 出硝의 정지 일때는 접음식 椅子에 따라 休息할 수 있게 하였다.

6) 록크텐다의 非常退避일 경우 出硝作業中이라도 非常停止보턴으로 정지 退避할 수 있다.

7) 外部와의 連絡에 대해서는 다음 그림과 같다. (TV로 監視가 가능)

또 매터리알 록크의 크기와 샤후트와의 연결關係에 대해서 說明하면 록크의 平面的 크기를 스라이드도아가 열렸을 때 格納分 및 록크텐다의 操作機具等에서 빼내어 檢討한다. 샤후트와의 죠인트도 새로운 샤후트로 생각하면 대단히 高價가 되기 때문에 從來의 샤후트를 使用할 수 있게 하였다. 出硝中, 아아스바켓이 샤후트內에 넣을때 가이드用의 나팔管(높이 30cm정도)을 붙쳐서 스므스하게 샤후트內에 넣을 수 있게 設計하였다.

6. 路下式맨록크에 관해서

從來의 맨록크와는 달리 反對로 제일 下段에 붙치기 때문에 前述의 매터리알 록크와 같은 利點이 된다. 說明을 省略하고 主眼點인 人間의 安全衛生上의 着眼點에 대해서 說明한다.

(1) 크기에 관해서

人間이서서 록크內에 들어갈 수 있는 높이로 함.

(2) 加壓·減壓에 관해서

맨록크 自體를 호스피탈록크와 同等以上의 設備로 하였다.

例컨데 ① 메디칼록크를 붙처놓았다.

이는 長時間減壓中일 경우를 생각, 食事等으로 出入하는 專用인 것은 록크이다.

② 潛函夫 6~8人정도가 앉을 수 있는 의자를 록크內에 設備하였다. 加壓·減壓 그레프를 보고 規定의 狀態를 保存할 수 있게 安全管理上의 타이머를 붙쳤다.

③ 減壓中의 록크內 溫度低下에 對備해서 暖

房設備를 하였다.

④ 壓力計를 록크에 붙처놓았다.

(3) 外部와의 連絡은 打音과 인타폰으로 連絡할 수 있게 하였다.

(4) 大氣中에 人間用 螺旋階段式 샤후트를 타고내려 록크에 入函出할 수 있기에 대단히 安全 및 衛生上向上이 된 것이다.

(5) 例컨데 異常出水·酸缺·異常空氣發生일 경우에 對處하기 위한 맨록크內의 座席밑에 酸素통을 설치하여 加·減壓中에도 酸素吸入을 할 수 있게 하였다. 이에 따라 지금까지 懸念되었던 問題의 解決이 된다.

(6) 緊急退避일 경우에 生기는 潛函夫의 샤후트 內落下라는 悲慘한 事故는 作業室 바로 위에 록크가 있어 防止된다.

其他의 設備에 대해서도 下도아를 스라이드式으로 하여 作業室에서는 핸들로 簡單히 移動할 수 있게 하여 맨록크內에서도 핸들로 開閉할 수 있게 하였다.

또 送氣壓과 作業室內壓과 다를 경우가 生기기에 록크內와 作業室內의 連絡발브를 붙쳐놓았다.

以上과 같이 많은 點을 종합하면 從來의 맨록크以上의 安全衛生의 向上을 한 것이 된다.

7. 밀어내는 自動制御裝置計劃에 관해서

그림-10은 밀어냄施工의 概略計劃圖이다. 完全自動化의 시스템을 취하기에는 아직도 케이손工法의 條件이 어려운 事故의 原因이 될 수 있기에 록크맨다에 依한 方法으로 하였다.

그러나 以後 이 路下케이손을 基本으로 完全自動化 시스템까지 發展한다고 생각되어 이 路下케이손을 安全第一로 여겨 可能한 한 모든 點을 簡單化, 自動化한 것이다.

例컨데

(1) 아아스 바켓의 作業室에서 硝통까지의 經路에 관해서

圖面①인 個所는 過剩감어내림 防止裝置로서 光電管과 리밑수위취 等으로 2重安全裝置로 하여 아아스바켓이 通過하면 오르내림이 完全정지되고 록크맨다의 操作盤으로 바꾸어 低速運轉으로 作動할 수 있게 하였다.

圖面②인 個所에는 過剩감어올림 防止로 過剩橫行防止를 爲한 리미트 스위치가 2重으로 설치하여 리미트 스위치가 作動하면 밑에서 바켓이 올라올 경우에는 橫行으로 바꾸어 硝통의 方向으로 달린다 바켓이 ③부터 ②의方向으로 갈 때에는 감어내림으로 바꾸게 하였다.

圖面④의 個所에서는 바켓을 轉倒시키나 이것도 自動轉倒裝置를 採用하였다.

또 ①~②까지 高速運轉으로 ②의 位置에서 2~3秒停止, ③으로 다시 高速運轉이 된다.

③의 앞에서 低速運轉이 되어, ④의 位置로 조정되어 硝가 排出된다.

또 모든 緊急停止버턴이 록크맨더內와 上部手動裝置에 付設되었다.

①에서 作業室까지는 安全面을 考慮, 모두 手動으로 하게되어 있다.

또 모든 回路도 手動化로 바꿀 수 있게 되어 있다.

(2) 25m³ 스키프에 대해서는 完全自動化로 硝통內의 土 또는 스키프 호파內의 土量이 고이면 自動的으로 中止하게 되어 人間의 作業은 시동버턴 停止버턴을 누루기만 하면 된다.

以上의 制御를 케이손工事뿐아니라 실드工事의 出硝에도 使用하기 위해 시켄스 콘트로라 하는 電子機器를 採用하였다.

시켄스 콘트로라는 한마디로 시켄스 制御專用인 마이크로 콤퓨터라 할 수 있다. 앞서의 東電工事에서는 實驗的인 採用으로 그 成果가 있었으나 이번은 出硝設備의 대부분을 自動回路에 갖고 가기 때문에 2基를 導入하고 있다.

시켄스 콘트로라 採用의 묘미

① 回路設計, 回路盤製作에 時間이 안걸린다.

② 運轉中에 回路變更 및 動作變更이 容易하고 自動化에의 對應이 더욱 편리하다.

③ 機械의 追加에 容易한 對處가 된다.

④ 在來의 Mg.S를 使用한 리레이盤의 機械的動作과 比較하여 半導體素子를 使用한 시켄스 콘트로라는 長壽命이고 故障이 적다.

⑤ 프로그라밍을 고치면 몇번이고 使用되며 現場間의 轉用이나 工事 과정에서 變更에 對處할 수 있고 經濟的價値는 크게 된다. 假設工事費의

低減에 連結이 가능하다.

世上은 점점 電子化되어 簡力化時代이다. 곡괭이와 삽에서 出發한 우리 建設業界도 차츰 機械化되었으나 建設公害나 資源節約 簡力化, 安全施工의 問題에서 以後는 電化, 電子化로 勞動集約型產業에서 知識集約型產業으로 產業構造의 交換이 要求되고 있다 할 수 있다.

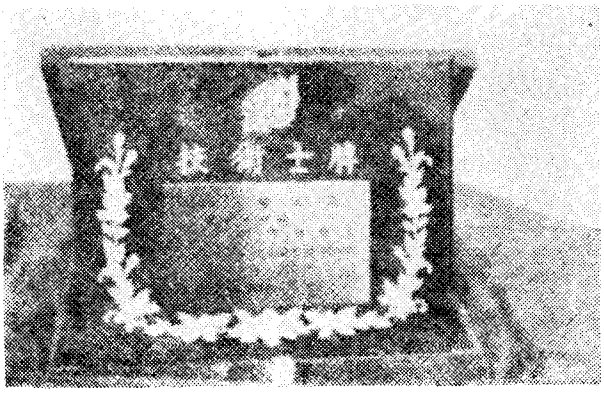
結　言

現在日本에서의 完全路下式 케이손工法의 實例도 적고 路下式이라 하는 것도 거의가 半路下式 케이손工法으로 從來의 록크를 使用하고 있으며 特殊한 록크를 使用한 實積은 當社의 北武藏野線管路工事가 最初이다.

當社는 前回의 工事를 근거로 各各 改善點을 찾어 加一層의 能率과 安全向上을 企하고 壓氣室內부터 土砂흠파까지의 一連의 作業을 自動化되게 銳意努力하여 以後의 路下케이손의 現場에 反映하고저 하는 것이다

會　告

技術士牌



本會에서 마련한 技術士牌입니다
黑色칠기에 자개로 裝飾된 堅固한
技術士牌를 實費로 普及하오니 申請있으시기
바랍니다. (價格 17,000원) (30cm×23cm)

◇　◇　◇

技術士 뱃지

韓國技術士會의 技術士 패용
뱃지입니다
純金 및 白金(3.75g)으로 製
作돼 實費로 普及하오니 申
請있으시기 바랍니다

連絡處：社團法人 韓國技術士會事務局
서울特別市 江南區 驛三洞 山 76—561
(科學技術會館 609號)
電　話 (56) 5875