

技 術 解 說

海外送電線路工事의 設計 및 施工 [I]

劉 在 皖*·崔 振 赫**

I. 序論

II. Yemen 132KV 送電線工事

i) 概要

ii) 工事計劃 및 設計

III. 基礎

I. 序 論

現在 世界各國은 急速히 膨脹하는 電力需要에 附應하면서 信賴度높고 經濟的인 送電網確保를 爲하여 많은 投資와 技術開發에 힘을 기울이고 있다.

한편 우리나라는 過去數年間 154KV 및 345KV 送電線路建設工事を 韓國電力(株) 自體技術陣에 依한 設計監理로 國內建設業者의 單純施工으로 많은 工事を 遂行하여 이제는 EHV系統의 送電網을 마무리하고 있는 단계에있으며 앞으로의 우리나라 經濟發展計劃에 依한 UHV系統의 構築을 計劃하고 있는 줄 안다.

이러한 國內外實情下에서 우리나라의 建設業體는 過去數年間に 걸쳐 海外工事に 積極 參與함으로써 外國의 設計基準와 要求施方에 따라 그들 나름대로의 設計와 工事方法을 開發하므로써 熾烈한 國際競爭에서 勝利한 例가 多數있다. 이는 우리의 技術도 世界市場에서의 손색이 없는 水準에 到達하였음을 意味하게 되어 技術人 모두 慶賀하여야 할 줄 안다.

近間 現代建設은 海外送電線工事を TURN-KEY BASE 工事に 限하여 參與하였으며 이미 竣工運轉中에 있는 Saudi Arabia의 "ASIR"電化工事を 비롯하여 數個의 海外工事を 成功理에 遂行하고 있는바 여기서는 北예멘國의 132KV 送電線工事を 中心으로하여 技術情報에 도움이 될것으로 思慮되는 部分을 集中 紹介한다.

外國의 境遇 送電線工事의 發注는 主로 國際入札에 依存하고 있으며 그 大部分은 開發途上國이 차지하고 있으며 그 特徵은 急速한 經濟成長을 熱望하는 나라들

로서 技術, 人力의 自國調達이 어려운 나라 即 中東產油國, 一部 東南亞 및 一部南美, 南阿國家들로 이루어져 있다.

이들의 工事發注方式은 先進國 技術會社(consultant)와 設計監理契約을 締結하여 그들로 하여금 타당성조사(妥當性調査), 當事國의 基本要求事項 및 工事遂行管理를 擔當하게하고 그들이 作成한 入札書에 準하여 入札者들이 細部設計를 하여 物量을 逐出하여 原價를 算出, 國際의 公信用을 갖인 銀行의 入札, 遂行保證書를 添付하여 投札하는 方法을 使用한다.

이들 用役會社는 各入札者의 Know-How를 最大限度 活用하기 爲하여 基本要求事項만 提示하고 나머지는 모두 入札者에게 맡긴다.

例를들면 用役會社는 電線의 規格 回線數, 當事國의 關係法規 및 工作物規定上的의 制限, 氣候, 條件, 地震의 有無 및 強度, 係統絕緣協助等에 限하여 方針만 設定하고 其他事項은 모두 入札者에게 맡기므로써 入札者는 이들의 要求를 살려 그들 나름대로의 Know-How를 總動員하여 設計를 하여 投札하게 한다.

이러한경우 入札後 投札者들의 物量을 比較하여보면 鐵塔의 境遇 30%, 基礎의 境遇 50%의 物量差를 보이는 例가 흔히있다. 이는 投札金額의 30% 內外的의 差異를 意味하게 되어 受注에 失敗하는 原因이 된다.

다시말하면 建設會社의 Know-How가 工事受注勝敗에 絕對的 要因이 된다.

여기서는 特히 Turn-Key 방식의 海外送電線工事의 一例를 技術的인 側面에서 檢討 紹介함으로써, 우리나라 業體의 海外進出은 勿論, 國內 送電線 建設施策에 微弱하나마 도움이 될것을 기대하면서 그 設計, 施工事例를 紹介한다.

* 正會員 : 現代建設 常務理事

** 現代建設 海外工事土木部 設計室

II. 예멘 132KV 送電線工事

1. 概要

본 송전선건설공사는 사우디아라비아반도 南西端에 位置하고 있는 北예멘國 電力廠發注工事로 現代建設이 受注하여 施工中에 있으며 그 概要는 下記와 같다.

工事名 : Yemen 132KV Overhead Transmission Lines

電壓 및 回線 : 132KV 2回線

電線 : 400mm² A.C.S.R. (Code: Zebra)

架空地線 : Aluminium Clad Steel wire

支持物 二回線用 四角鐵塔 垂直配列

線路亘長 및 鐵塔數 : 479km 1,529基.

上記工事は Turn Key Base 工事 即 設計機資材供給 施工設置 및 유지補修까지 包含되는 一括受注方式으로서 線路經過地域은 地圖에서 보여주는바와같이 熱帶性 砂漠地區에서 海拔 3,100M에 이르는 高原地帶의 亞熱帶性 氣候에 걸쳐있고 그 經過地의 地質 또한 多樣하며, 工事用 進入路도 不可能한곳이 많이 있었다.

이러한 장거리 송전선건설에서는 土質 氣候 地勢가 相異하여 全體 工事計劃에 많은 問題點을 안고 있어서 細部事項까지도 檢討하여야만 했다.

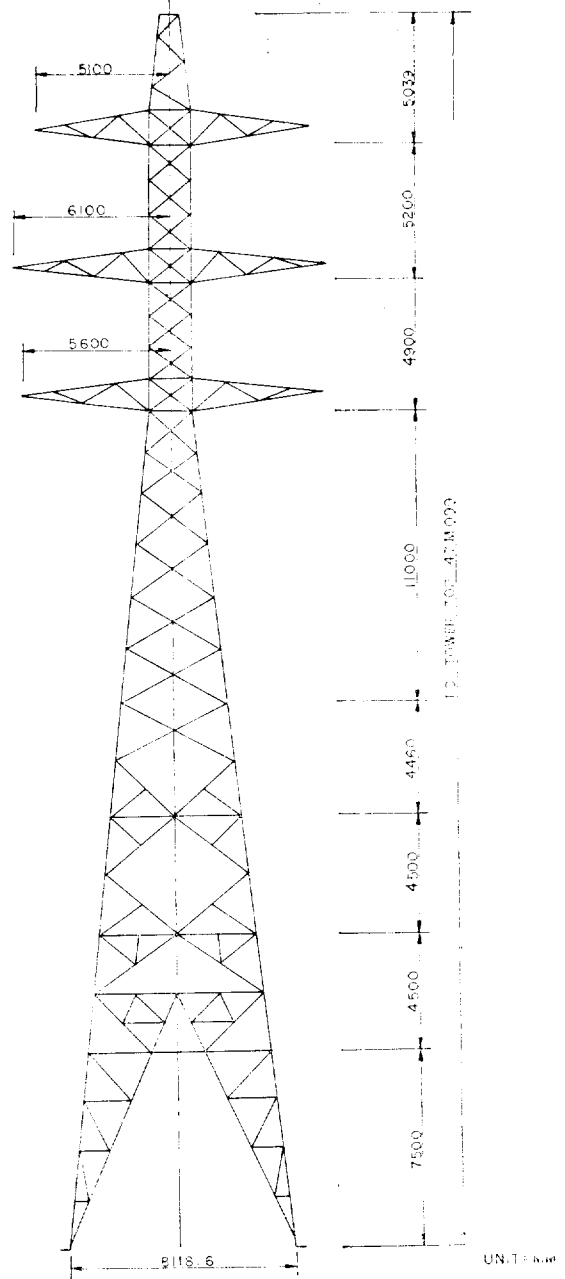
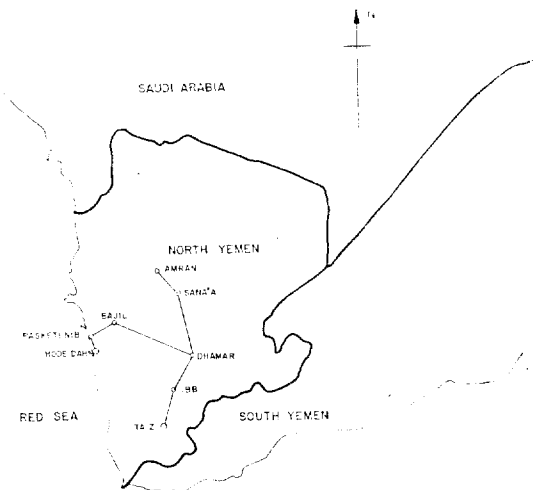


Fig.1. "DA" extension 16.5m tower



Line route of YEMEM T/L project

2. 工事計劃 및 設計

海外工事의 特徵은 特히 最初進出國인 境遇 當事國의 與件 即 社會的인 特異性과 社會構造, 宗教의 問題, 歷史的背景, 國民性 및 慣習等을 綿密히 檢討하여 工事計劃 및 設計에 投影하는것이 重要하다.

本文에서 紹介할 Yemen은 "아라비아"半島 西南端

에 位置한 人口 600萬의 國土面積 19萬5,000km²의 立憲共和國이다.

宗教는 勿論 回敎이나 "사우디"王國과 같이 政府에서 回敎倫理를 強力히 지키기를 要求하지는 않는것 같으나 아직도 部族制度가 發達하여 政府에서도 族長의 意見을 尊重하여 現地人과의 對話는 主로 族長을 통하여 이루어져야 한다.

특히 이나라는 國戶所得이 1人當 300弗이 未達하는

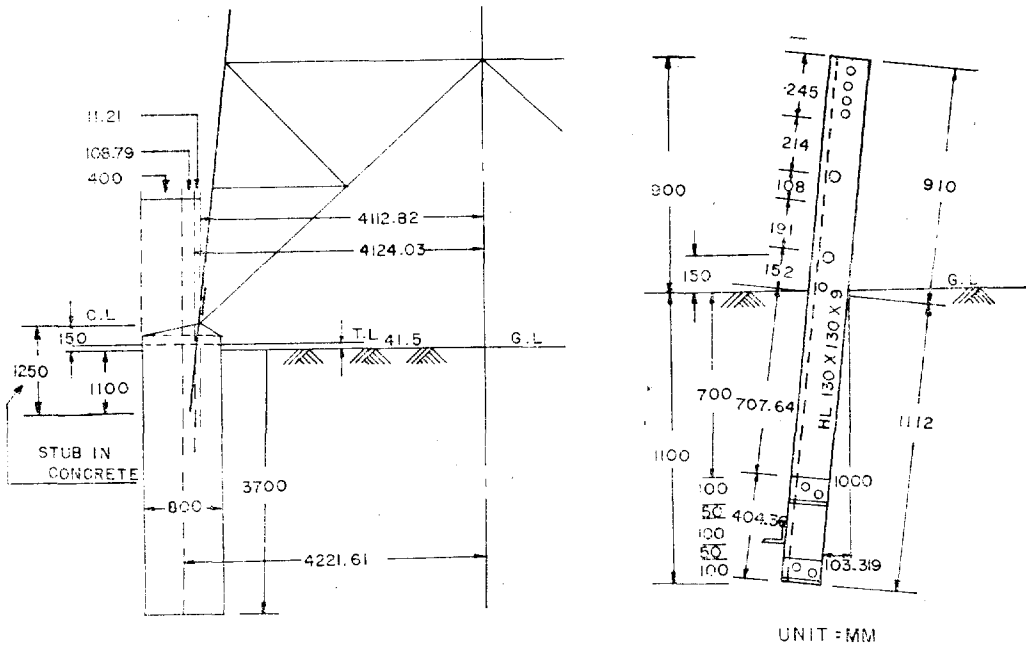


Fig.2. Stub setting detail YEM-008 "DA" extension 16.5m tower.

나라이다. 勞動力은 이웃 産油國에 빼앗겨 自國內에서는 技能工은 전혀 구하기 어려워 人力은 80% 以上을 韓國人力에 依存하지 않을 수 없었다.

또한 모든 資材는 韓國等 海外에서 調達하여야함으로 工事機資材의 適期供給에 많은 注意가 必要하였다.

爲先 鐵塔設計에서는 (Fig.1 참조) 勿論 重量減少에 많은 神經을 썼으나 經過地나 鐵塔高 및 型에 이르기까지 모두 契約者(工事者)가 決定하여야 하는 Turn-Key 工事이기 때문에 工期問題로 鐵塔設計를 먼저 하고 나중에 現場 條件에 附合되게 施工하여야하기 때문에 繼脚은 "Universal Leg" 即 어떠한 繼脚의 組合도 現場에서 加工없이 選擇組立할 수 있는 方法을 選擇하였다.

특히 "Stub"은 같은 鐵塔型에서는 어떠한 基礎型에서도 使用可能하도록 統一하였다. (Fig. 2)

即 基礎가 "Auger Foundation"이나 "Mass Foundation" 혹은 其他 어떠한 型의 基礎이거나를 莫論하고 同一하게 製作하여 現場에서의 土質調査가 끝나는데로 即時 選擇된 基礎施工이 可能하게 하였다.

이 方法은 原價의 節減뿐만이 아니라 工期縮短에서도 큰 效果를 거두었다.

本文에서는 Yemen 工事에서 企圖한 設計 및 施工에서 그 一部를 基礎部門, 支持物(鐵塔), 架沙線 등으로 구분 紹介한다.

Ⅲ. 基礎(Tower Foundation)

前述한 바와같이 送電線工事에서의 基礎設計는 送電線路의 安全度 및 信賴性과 建設原價에 莫大한 影響을 주는 것으로서 많은 注意와 檢討가 要永되는 重要한 部分이다. 基礎의 窮極의 目的은 다른 構造物의 基礎와 마찬가지로 送電線에 있어서도 上部構造(鐵塔)로부터의 荷重을 下部地盤에 安全하게 傳達하는 것을 目的으로 하는 것이다.

또 送電線基礎의 特徵은 다른 一般構造物과 달리 큰 引拔荷重(Up Uplift Load)을 받는데 있다.

即 一般의 基礎는 引拔에 對한 抵抗力은 壓縮에 對한 그것보다 작아서 送電線의 境遇는 引拔荷重에 依해 기초의 크기가 決定되는 境遇가 그 大部分을 찾아 한다.

어떤 基礎도 引拔에 對한 抵抗力은 그 下部地盤의 土質特性에 따라 決定되어지지만 그 工法에 많은 影響을 받는다.

送電線基礎의 工法을 크게 나누면 두가지로 나눌 수 있다.

첫째 地盤을 擴大掘鑿하여 基礎를 얹히고 되며 우기하는 方法과 둘째는 Augered Caisson 또는 Mass Anchor Foundation과 같이 굴착 당시 原地盤을 保存

하여 原地盤의 剪斷特性을 그대로 살려 施工하는 方法이다.

첫째방법은 거푸집설치 등 공정이 복잡하고 物量이 많으며 되메우기하는데 어려움이 있고 또 되메우기가 매우 중요한 工程이면서 시공중 소홀하게 되기 쉬운 반면에 두번째의 方法을 使用할 境遇 工程의 單純化는 勿論 物量도 大幅 줄일 수 있어서 世界送電線專門會社에서 즐겨 使用하는 方法이다.

그러나 우리나라에서는 이 두번째 方法이 아직 잘알려지지 않고 使用을 忌避하는 것 같다.

따라서 本章에서는 現代建設이 Yemen에서 設計施工하고 있는 Caisson Foundation 및 Mass Anchor Foundation에 關하여 設計의 理論値와 Full Scale Proto Test(實物試驗) 結果를 比較하면서 施工方法과 그 問題點들을 記述하고자 한다.

于先 本工事와같은 Turn Key 方法의 境遇 重要한 事項은 그 基礎設計를 爲한 土質調査가 先行되어야 한다. 이는 安全하고도 經濟인 基礎를 認計하기 爲한 것으로서 그 地盤에 對한 여러가지의 力學的特性을 把握하여 適合한 基礎의 種類나 크기를 有效적절하게 決定하는데 目的이 있다.

그러나 送電線인 경우 線路가 매우 길고 또 그 土質도 多樣하기 때문에 每鐵塔마다 詳細한 土質調査를 하여 每基마다 새로운 基礎를 設計한다는것은 오히려 非能率의이기 때문에 本工事에서는 線路豫備踏查時 土質을 初期分類하여 몇가지의 代表的인 土質로 分類하고 그 分類된 土質에 適合한 設計를한다다음 施工時 懸垂鐵塔은 每 5基마다 角度 및 引留鐵塔은 每基마다 現場土

質試驗을 하여 그에 適合한 基礎型을 選定 使用하였다
여기에서 使用한 試驗方法은 여러가지 종류가 있으나 가장 보편적이고 신뢰도 높은 S.P.T(Standard Penetration Test) 및 McKintosh Method를 使用하였다.

S.P.T로 求한 N值(打撃數)와 흙의 剪斷特性과의 關係는 많은 문헌에 報告되어 있으므로 이것을 引用하였다.

本 Yemen 工事에서는 土質의 分類를 砂質土(Non Cohesiv Soil)와 粘性土(Cohesive Soil)로 大別하고 다시 흙의 強度에 따라 砂質土는 세가지로 粘性土는 두가지로 나누었다. (Table 1 & 2)

또 基礎의 種類는 Fig. 3과 같이 5가지로 分類設計하였으나 본문에서는 Augered Vertical Caisson, Belled Caisson 및 Mass Anchor Foundation 3種類만 紹介한다.

Table 1. 砂質土의 剪斷特性과 N值와의 關係

N	20-30	30-50	50以上
ϕ	33°	36°	40°
r	1.6	1.7	2.0

ϕ Angle of Internal Friction 内部마찰각

r Unit Weight (t/m³)

Table 2. 粘性土의 剪斷特性과 N值와의 關係

N	20-30	30以上
Cu	15.5	20.0
r	1.6	1.7

Cu : (粘着力) t/m² Undrained Shear Strength

r : Unit Weight t/m³

REF: Foundation Analysis & Design by J.E. Bowles, 1970

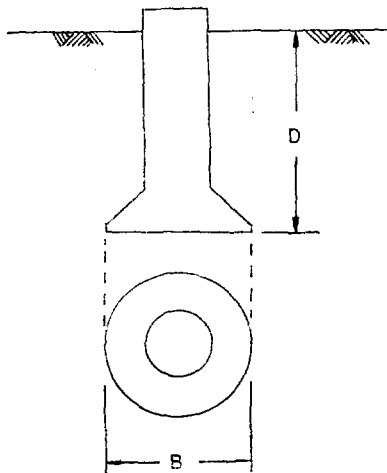


Fig. 3. Belled caisson

[A] Belled Caisson Foundation

이 基礎는 粘性土地盤에 適合한 種類이다. Auger로 掘착을 하고 그 底部를 마치 錘처럼 擴大시키는 工法이다. (Fig. 3)

粘性土内部의 基礎의 引拔抵抗力을 考慮하여보면 Concrete와 주변 흙의 附着力보다는 흙과흙 사이에서 發生하는 粘着抵抗이 크므로 이것을 利用하기 위하여 基礎의 底部를 擴大시켜 引拔抵抗力에 依한 破壞面이 흙内部에서 發生할수있도록 誘導한 것이다.

砂質土와는 달리 粘性土는 흙의 底邊을 擴大하여도, 흙이 가지는 固有의 粘着力에 依하여 무너지지 않고 破面을 그대로 유지하므로 掘着時의 어려움은 없다.

Bell을 만드는것은 Auger Machine의 發達로 아주 손쉽게 施工이 可能하다.

本공사에 使用한 Auger Machine은 "TEXOMA-

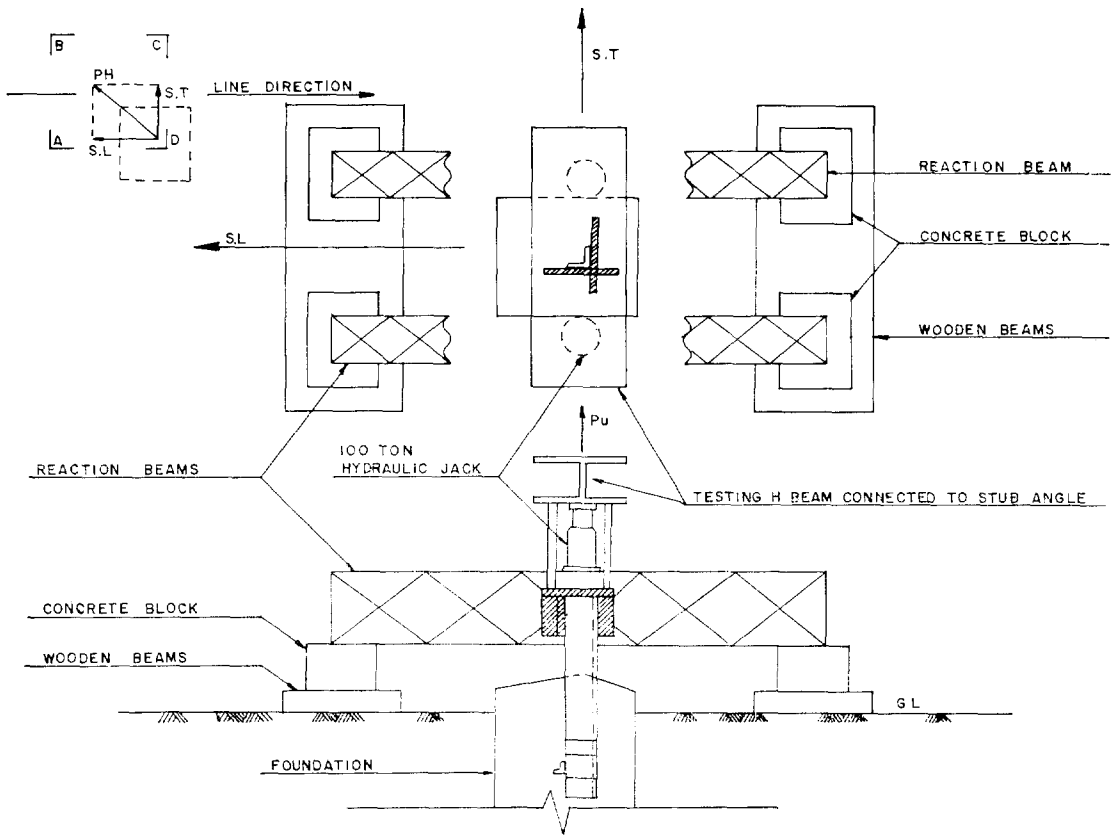


Fig. 4. Arrangement of testing facilities

600"을 6 Wheel Truck에 장착된 것으로서 移動과 조 작이 便利한 것이다.

(1) 引拔抵抗力(Uplift Capacity)

$$Q_u = (\pi B^2 / 4) \cdot C_u \cdot N_u + W \quad \text{(式-1)}$$

여기서

Q_u = 基礎의 極限引拔抵抗力(Ultimate Uplift Capacity)

B = Bell의 直徑

C_u = 粘着力 (Undrained Shear Strength of Clay)

D = 基礎의 깊이

N_u = 引拔係數(Uplift Coefficient)

W = 基礎의 自重 + 上部構의 무게

REF : (a) Ultimate Uplift Capacity of Foundation, G.G. Meyerhof & J.I. Adams

(b) The Uplift Capacity of Footing in Transmission Tower Design, J.I. Adams & Radhakrishna

(式-1)에서 重要한것은 N_u 의 값인데 大體로 알은 깊이에서는($D/B < 5$) N_u 의 값은 약 $2D/B$ 라는 것이 많

은 Proto Test 例에서 證明되었다.

大部分 Full Scale Test에서는 그 結果值가 式에 依한 理論值보다 훨씬 작게 나타났는데 이는 地表부근의 흙에는 많은 龜裂이 發達하여 있기때문에 큰 덩어리(Mass)로서의 C_u 의 值를 底下시키기 때문이다.

즉 換언하면 實驗室에서 얻은 C_u 의 值란 極히 少量의 試料에 依한 것이므로 實際의 地盤에 發達되어있는 龜裂의 影響이 거의 考慮되지 않으므로 實驗室에서의 C_u 의 值는 實際보다 크다. 따라서 여기에서는 (式-1)을 약간 修正한 다음의 公式를 使用하였다.

$$Q_u = 0.25\pi B^2 \cdot C_u \cdot N_u \cdot K + W$$

여기서 K = 감소係數

Table 3. 감소係數

D/B	≤ 2	3	≤ 4
K	0.5	0.67	0.75

(2) 實物實驗(Full Scale Test)

$B=1.2m$, $D=2.8m$ 인 試驗 Caisson을 2個所에 施工하여 concrete의 養生을 14日間 기다렸다가 實驗을

行하였다.

여기서의 實驗은 引拔實驗만을 行하였고 그 設備는 Fig. 4과 같이 100ton Jack을 2個 使用하였으며 Longitudinal & Transverse Shear force는 別途의 張力을 加하여 Dynamometer를 使用하여 測定하였다.

Test Procedure는 最大實驗荷重의 10%씩 15分씩 加하여 變型值를 測定하였으며 여기서는 現수철탐의 安全率(safety Factor)를 감안한 荷重을 加하였으며 그 數値는 Table 4와 같다.

施工掘착時 S.P.T를 施行하였고 試料를 採取하여 直接剪斷 試驗을 하였으며 水值換法(Water replacement method)에 依한 單位重量 試驗을 하였다.

(式-1)에 依한 引拔抵抗의 計算은

$$D/B=2.33, N_u=4.66, K=0.56, W=6.5\text{ton}$$

$$Q_u=(0.25 \times \pi \times (1.2)^2 \times 0.56 \times 15.5 \times 4.66) + 6.5$$

$$\approx 52(\text{ton})$$

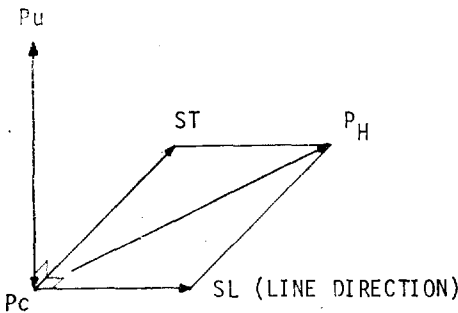
Table 4. Loads for Design of fdn of "DA" Tower

1. Loading Case 13.17

ST=10,742kg
 SL=3,828kg
 $PH=(ST^2+SL^2)^{1/2}$
 =11,404kg
 $P_c=37,252\text{kg}^*$
 $P_u=47,997\text{kg}^{**}$

2. Loading Case 33.34

ST=11,054kg
 SL=3,988kg
 $PH=11,751\text{kg}^{***}$
 $P_c=52,826\text{kg}$
 $P_u=44,913\text{kg}$



Where, ST=Transverse Shear
 SL=Longitudinal Shear
 PH=Resultant Shear
 P_c =Compression in Vertical Direction
 P_u =Uplift in Vertical Direction

* Max. Compression
 ** Max. Uplift
 *** Max. Shear

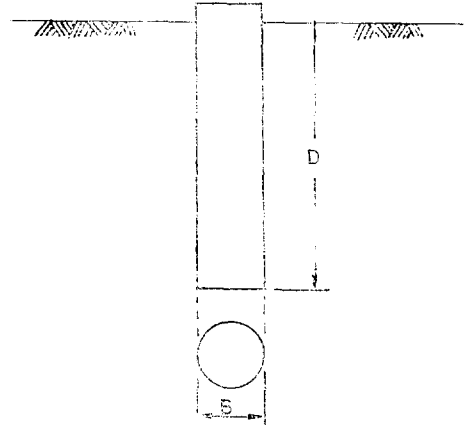


Fig. 5. Vertical caisson

Table 5. 土質調査 結果

	깊이(m)	N	r(t/m ³)	*Cu(t/m ²)	土質
Test case 1	0.5	—	1.91	14.2	
	1.0	21	1.87	17.7	실트질점토
	1.5	—	1.84	19.2	
Test case 2	0.5	—	1.62	13.4	
	1.0	21	1.77	12.8	실트질점토
	1.5	—	1.71	18.3	
	2.0	25	1.79	19.7	

* Cu의 値는 直接剪斷 試驗에 依한 것임

Table 6. 實驗結果

	理論 值	實驗 值
Test case 1	52Tons	55Tons
Test case 2	52Tons	51Tons

[B] Vertical Caisson Foundation

이 工法은 Auger Machine으로 垂直掘착하여 施工하는 것으로(Fig. 5) 砂質土에 適合한 基礎로서 開發된 것이다. Yemen 工事의 경우 가장 많이 使用한 基礎이다.

(1) 引拔抵抗力

$$Q_u = S_f \cdot (\pi/2) \cdot \gamma \cdot B \cdot D^2 \cdot K_u \cdot \tan \delta + W \quad (\text{式}-2)$$

여기서

Q_u =Ultimate Uplift Capacity

S_f =Shape Factor (형상계수)

$$= 1 + \frac{MD}{B}$$

$M=D/B$ 의 値에 따라 變하는 係數

$$K_u = \text{Uplift Coefficient (引拔係數)}$$

$$= \tan^2(45^\circ + \phi/2) \cdot \tan(2\phi/3)$$

W = 基礎의 自重

δ = 壁摩擦角 (Wall Friction Angle)

REF : Ultimate Uplift Capacity of Foundation
G.G. Meyerhop & Adams

(2) 實物實驗

實驗方法是 前項과 同一하며 規格은 $B=0.8m$, $D=4.2m$ 인 Caisson을 相異한 地域에 2箇所 設置하였다.

(式-2)에 依한 引拔抵抗力의 計算은 Table 6에서와 같이 "N"值가 20~30일때 γ 의 值 1.6ton/m², ϕ 의 值는 33°로 假定하는데는 無理가 없으므로 이에 따라 (式-2)에 依하여 計算하면

$$Q_u = 1.9 \times \frac{\pi}{2} \times 1.6 \times 0.8 \times (4^2) \times 1.37 \times 0.5^{1.5} = 52(\text{tons})$$

이때의 δ 의 值는 $\phi=33^\circ$ 일때 27°로 假定하였다.

REF : Foundation Analysis & Design J.E. Bowles

Table 7. 土質調査 結果

	깊이(m)	N	r(t/m ²)	ϕ^*
Test case 1	1.0	18	1.61	—
	2.0	20	1.61	—
	3.0	22	1.62	—
	4.0	30	1.83	49°
Test case 2	1.0	18	1.73	—
	2.0	27	1.75	37°
	3.0	21	1.63	—
	4.0	23	1.66	35°

* ϕ 의 值는 直接剪斷試驗值이다. LEE에 依하면(1970) 接直剪斷試驗에서의 ϕ 의 值는 三軸壓縮試驗에 依한 것보다 0°~8°가 높다고 報告되어 있다.

Table 8. 實驗結果

	實驗 值	理論 值
Test case 1	55tons	52.5Tons
Test case 2	60Tons	52.5Tons

(C) Mass Anchor Foundation

본 공사의 總鐵塔數 1,500餘基中 相當量의 鐵塔이 자갈 및 호박돌로 이루어진 地層 또는 風化岩地域에 位置하고 있으므로 Auger Machine으로서는 이러한 地質의 掘削이 어려웠으며, 可能하다 하더라도 作業時 機械振動으로 caisson의 크기가 커져서 concrete의 量 및 設計量을 초과하는 境遇가 發生하여 이를 改善하기

爲하여 人力掘削에 依한 一種의 caisson을 開發하였는데 이것을 Mass Anchor라 稱하였다. (Fig. 6)

Yemen 工事에서는 Mass Anchor를 施工할 때에 作

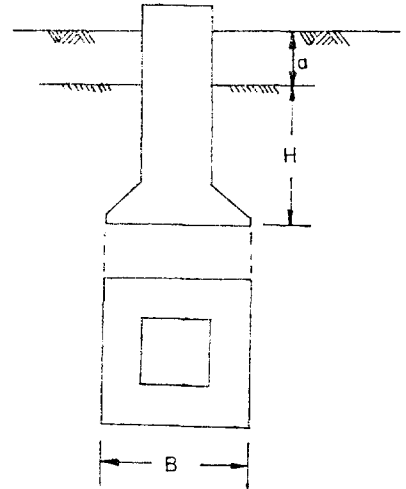


Fig. 6. Mass anchor

業을 용이하게 하기爲하여 正 4角形 斷面을 채택하였으나 圓形斷面을 使用하면 보다더 物量의 減少가 기대된다. 이 地域의 地質은 약간 경화된 상태였으므로 Under Cut이 可能하였고 이로 因하여 地盤의 引拔에 對한 抵抗力을 最大로 發生시킬 수 있었다.

(1) 引拔抵抗力

$$Q_u = 4 \cdot S_f \cdot B \cdot \left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right) \cdot H \cdot K_u \cdot \tan \delta + W \quad (\text{式-3})$$

여기서

ϕ = Internal Friction Angle = 40°

$q_1 = a \cdot \gamma_1$ (Overburden Pressure)

$q_2 = a \cdot \gamma_1 + H \gamma_2$ (Overburden Pressure)

$\gamma_1 = 1.6t/m^3$ (表土層)

$\gamma_2 = 2.0t/m^3$ (자갈層)

(式-3)의 理論的 根據는 Vertical caisson과 同一하나 다음 두가지가 다르다.

첫째 引拔破壞時의 파괴면이 흙속에서 일어나므로 (式-2)의 δ 대신 ϕ 를 使用하였고 表土는 모래다워여서 이들의 剪斷力은 無視할 수 있는 程度로 작기 때문에 자갈層에 對한 것만 考慮하였다.

(2) 實物實驗

$B=1.4m$, $D=1.9m$ 인 試驗基礎는 세곳에 設置하여 實驗하였으며 方法是 前項과 同一하다.

(式-3)에 의한 引拔抵抗力的 計算은

Test case 1 : $a=0.4, H=1.5, S_f=1.4,$

$K_u=2.31$ 이면 $Q_u=57\text{ton}$

Table 9. 土質調査 結果

	깊이(m)	N	r(t/m ³)	흙의 종류
Test case 1	1.0	47	1.94	a=0.4m
	2.0	48	2.15	H=자갈(silty)
Test case 2	1.0	61	1.95	a=0.35m
	2.0	72	2.00	H=자갈(silty)
Test case 3	1.0	45	1.91	a=0.5
	2.0	52	2.01	H=자갈(silty)

* ϕ 의 値는 자갈층이었던 關係로 試驗室 試驗이 不可能하여 $\phi=40^\circ$ 로 추정 使用하였다.

Table 10. 實驗結果

	實驗 値	理論 値
Test case 1	55ton	57ton
Test case 2	54ton	58ton
Test case 3	56ton	53ton

Test case 2 : $a=0.25\text{m}, H=1.55\text{m}, S_f=1.39,$
 $K_u=2.31$ 이면 $Q_1=58\text{ton}$

Test case 3 : $a=0.50\text{m}, H=1.40\text{m}, S_f=1.35,$
 $K_u=2.31$ 이면 $Q_u=53\text{ton}$

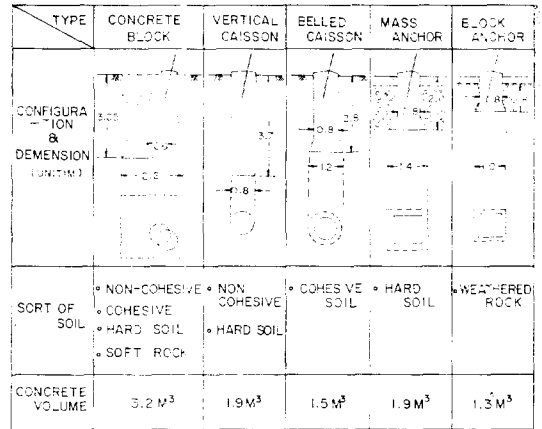


Fig. 7. Configuration of each type & concrete volume YEM-008 "DA" type tower foundation

이상으로서 Yemen 工事에서 使用한 基礎 5個種中 3個를 紹介하였고 이로 因한 物量의 減少와 工期의 短縮은 工事 原價節減에 많은 도움을 주었다.

參考로 各型別 concrete 物量은 Fig.7와 같이 우리나라에서 一般的으로 使用하는 基礎의 物量보다 節減시킬수 있었다는 것은 어느정도의 技術開發 成果로 생각된다.

<다음 號에는 계속하여 鐵塔設計 및 架涉線에 關하여 記述하고자 한다.>

會 員 動 靜

韓萬春 (前會長) 會員은 4년제 學術院正會員으로 퇴선

朴昌燁 理事는 IBRD계획의 일환으로 1년간 뉴욕주립대학에 연구차 출국(8月 26日)

黃昶善 會員은 IBRD계획의 일환으로 1년간 미국 IOWA대학에 연구차 출국(8月 26日)

李德出 會員은 IBRD계획의 일환으로 1년간 일본 나고야대학에 연구차 출국(8月 26日)

卞增男 會員은 일본에서 개최된 제8차 국제자동제어 연맹회의 참석후(8月 24日~28日) 1년간 미국 IOWA대학에 방문교수로 출국(8月 29日)

成英權 會員은 IBRD계획의 일환으로 1년간 일본 동북대학에 연구차 출국(8月 17日)

「特別會員 新規加入 業體」

大韓엔지니어링株式會社

代表理事: 孫 泰 淡
 住 所: 충구 정동 15-5
 電 話: 23-5116~9
 加入日字: 1981年 7月 9日
 會 費: 年200,000원

宇信企業社

代 表: 朴 錫 悼
 住 所: 고양군 송포면 대화리 629-1
 電 話: 388-4475
 加入日字: 1981年 8月 18日
 會 費: 年120,000원