

# Dynamic Consolidation에 의한 軟弱地盤의 改良

尹 忠 燮\*

## 1. 序 言

이 方法은 壓密沈下가 豫想되는 軟弱地盤 深部다짐 方法으로 事前에 壓縮시켜 地盤의 強度를 增進시키는 方法으로서 30~100ton의 무거운 錐를 地盤에 落下시켜 地盤을 다지는 一種의 動的인 壓密方法인 것이다.

이와같이 Dynamic Consolidation 方法은 느슨한 地盤의 強度를 增加시킬 수 있는 理想的인 方法으로서 理論과 施工技術이 극히 簡単하며 施工速度가 빠르고 經濟的이어서 現場施工에 많은 도움을 줄 수 있는 方法인 것이다.

地盤을 計劃面까지 다지는데 必要한 錐의 무게와 落下高, 그리고 落下回數(다짐回數)는 地層의 두께 土性, 地下水位 그리고 다짐을 促進시킬 수 있는 흙의 軟硬度등에 따라서 달라지며 다짐 方法도 많이 發展하여 近來에는 外國에서는 많이 使用되고 있다.

이와같은 外國의 例를 우리가 잘 研究發展시킴으로서 우리나라에서도 보다 効率的으로 利用할 수 있을 것이다.

## 2. 地盤改良方法(例)

Silty Clay, Peaty Clay 및 浚渫 砂質土로 置換된 느슨한 地盤을 改良하기 위한 方法으로서 Dynamic

consolidation 方法을 使用하므로써 다른 어느 方法보다도 經濟的이며 빨리 施工할 수 있는 深層다짐 方法의 例를 보면 다음과 같다.

### 가. Silty Clay 地盤의 改良

土質이 느슨한 Silty Clay로서 그 두께가 5~8m 인 基礎地盤上에 비행기 格納庫를 建設하기 위하여 여러가지 基礎地盤改良方法이 檢討되었다. 壓密沈下의 被害를 止防하기 위해 15m深部に 있는 硬地盤까지의 支持말뚝을 박는 方法과 軟弱層을 置換하여 다진뒤에 擴大基礎로서 施工하는 方法등이 檢討되었다. 그런데 後者の 경우는 Silty Clay의 置換層의 두께가 깊기 때문에 非經濟的일뿐 아니라 置換層의 다짐이 어렵다는 問題點이 있었다. 그러므로 이 置換層의 다짐에 Dynamic Consolidation의 方法을 利用하므로써 이 工事を 成功的으로 마칠 수 있었다.

本 建물을 施工하는데 必要한 地盤의 支持力은 Footing部位에는 20t/m<sup>2</sup>, Slab에서는 7.5t/m<sup>2</sup>이였으며 最大 許容沈下量은 10mm이었으므로 연약층을 深層다짐 方法으로 다져서 이러한 條件이 되도록 하였다. 흙을 다질때는 Crane을 使用하여 15.5ton의 錐를 25m의 높이에서 落下시켜다졌으며 다짐回數는 現場條件을 고려한 現場試驗을 거쳐서 定하였다.

Table-1과 Fig.1은 置換層의 다짐前後의 土質試驗結果로서 Dynamic Consolidation에 의한 다짐效果가 깊은 深度까지 나타나 있음을 보여주고 있다.

Table-1. 地盤改良前後의 試驗結果

深 度 m	含 水 比 %		密 度 gr/cm <sup>3</sup>		N 值		一軸壓縮強度 t/m <sup>2</sup>		間 隙 比		飽 和 度 %	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
2~2.45	36	27	1,830	1,910	10	16	13.0	23.4	1.007	0.795	96.50	91.60
4~4.45	32	23	1,882	2,054	10	18	13.8	25.0	0.908	0.629	85.90	99.50
6~6.45	31	22	1,916	2,090	12	22	16.9	25.6	0.860	0.588	98.10	100.00
8~8.45	23	21	1,910	2,055	16	21	15.0	20.6	0.758	0.607	82.80	94.40
10~10.45	24	21	2,011	2,088	18	22	16.4	20.9	0.683	0.582	95.90	98.10

\*慶尙大學校 農科大學

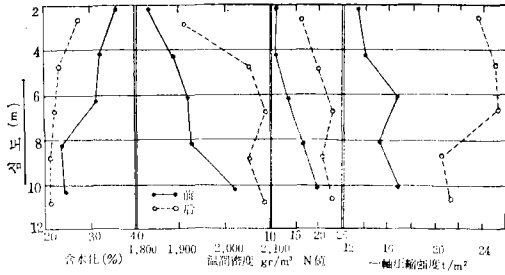


Fig. 1. 地盤改良前後的 土性變化圖

나. Peaty Clay 地盤의 改良

Dynamic Consolidation의 方法을 Fig. 2와 같은 現場에 利用함으로써 또다른 建築物을 성공적으로 建立할 수 있었다. 4~6m의 느슨한 Silty Clay 層 밑에는 약 4m의 壓縮性이 큰 Soft Peaty Soil 層이 있고 그 밑에는 비교적 단단한 Silty Clayey Sand층이 있었다. 이 경우 上部 2個의 不良地層으로 因하여 단단한 地盤까지의 支持말뚝을 檢討함이 一般의 이다.

深層다짐 方法을 택함으로써 上部의 支持力 增進과 深部 Peat層의 壓縮性을 제거하여 만족한 정도로 地盤을 改良할 수 있었다.

諸般 工學의인 研究가 事前에 검토되고 構造物 築造基準에 맞는 支持力을 갖도록 다짐 수 있는 適合한 다짐 方法을 現場土質條件을 고려해서 選定해야 한다.

Footing場所의 支持力은 10t/m<sup>2</sup>, Floor部位는 7.5 t/m<sup>2</sup>의 支持力이 必要했으며 許容最大 沈下量은 10 mm이었다.

그러나 原地盤의 支持力은 Fig.3과 같이 많이 不足하여(軟弱地盤에서 qu가 4ton/m<sup>2</sup>인 경우 許容支持力은 약 3.5t/m<sup>2</sup>) Dynamic Consolidation의 方法으로 改良하였다.

Fig. 3과 Table-2는 地盤改良 前後的 地盤의 土性을 나타낸 것으로서 興味있는 結果를 보여주고 있다.

即 上部의 Silty Clay層은 다짐에 依하여 要求되는 支持力을 나타내며 下部의 Peaty Clay層은 上部의 Silty Clay層과의 混合으로 力學的인 性質은 물론 原來의 物理的인 性質도 變하였음을 알수있다.

이와같이 下部의 不良土層을 上部의 良質材料와 人工的으로 混合시킴에 있어 Menard는 다음과 같이 그 可能性은 說明하고 있다. 即 下部의 多孔質의 軟弱層의 두께가 6m미만이고 上部土質이 50%以上의

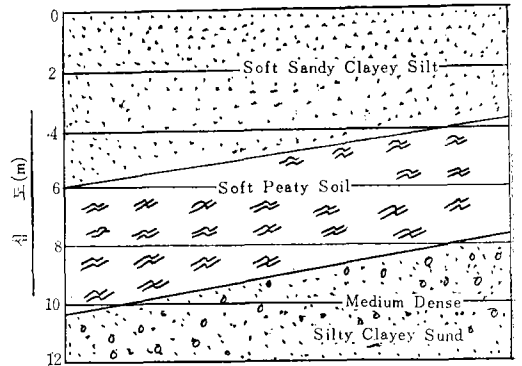


Fig. 2. Soil Profile

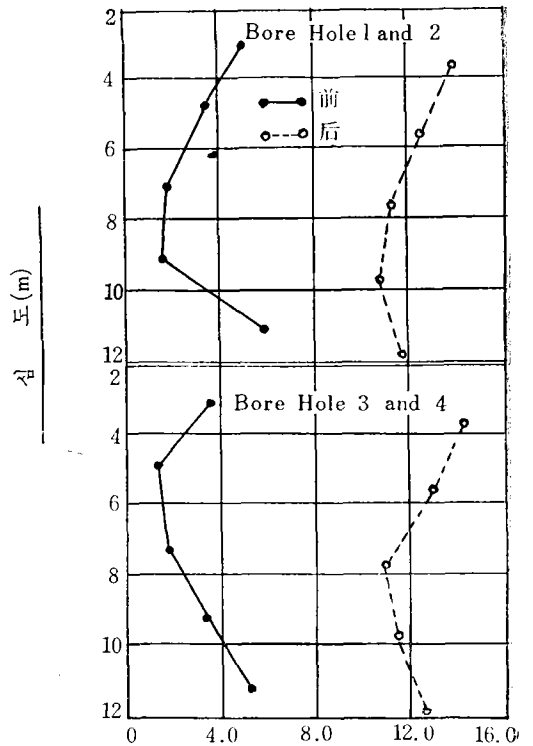


Fig. 3. 一軸壓縮強度(t/m<sup>2</sup>)

모래이며 그 두께가 5m이하일 경우에는 混合이 可能하다고 하였다. 그러나 Dynamic Consolidation에 方法으로 두꺼운 Sand Blanket로서 15m까지 Peat 層을 改良할수 있었다. 여기서는 무거운 錘를 떨어 트려 모래를 연약지반으로 밀어넣음으로서 一種의 모래기둥을 形成하는 것이며 그 間隔을 좁게할수록 層盤의 支持力은 커질것이다.

Table-2. 地盤改良前後的 Peat層의 土性

深 度 (m)	含 水 比 $w$ (%)		濕 潤 密 度 $r_t$ (gr/cm <sup>3</sup> )		有 機 物 含 有 率 (%)		壓 縮 指 數 $C_c$		透 水 係 數 $K$ cm/sec		間 隙 比 $e$	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	度
4.00~4.45	86	36	1,490	1,820	25	8	0.774	0.085	$2.13 \times 10^{-4}$	$1.62 \times 10^{-6}$	1.72	0.654
6.00~6.45	116	38	1,420	1,830	28	10	0.842	0.088	$2.43 \times 10^{-4}$	$1.57 \times 10^{-6}$	3.11	0.707
8.00~8.45	108	34	1,460	1,820	26	12	0.793	0.130	$2.24 \times 10^{-4}$	$1.82 \times 10^{-6}$	2.58	0.718

深 度 (m)	飽 和 度 $S$ %		N 直		剪 斷 強 度					
	前	後	前	後	粘着力(t/m <sup>2</sup> )		內 部 摩 擦 角 °		剪 斷 強 度 (t/m <sup>2</sup> )	
					前	後	前	後	前	後
4.00~4.45	100.00	100.00	4	10	1.24	4.56	5°	8°	1.40	5.04
6.00~6.45	100.00	100.00	2	8	1.01	3.94	3°	9°	1.13	4.90
8.00~8.45	100.00	100.00	3	6	1.02	3.96	4°	8°	1.26	4.91

다. 浚渫모래로 置換한 地盤의 改良

浚渫한 모래로 宅地를 造成하여 建物을 建立코저 하였는바 모래가 엉성하게 쌓여있으며 그 深度는 3~15m로서 建物 築造時에는 152mm의 不等沈下가 예상되었다. 이 경우 沈下를 없애기 위한 Deep Foundation에 依한 基礎工事에는 20~30%의 工事費가 더 要求되었다. 그러므로 여기서는 Menard의 Dynamic Consolidation의 方法으로 地盤을 改良코저 하였다. 이를위해 12ton의 concrete 錐를 9m의 높이에서 落下시켰으며 그 回數는 Footing部位에는 6回, 中間部位에는 3回씩 하였다. 이때 Footing部에서는 약 0.76m의 沈下가 있었으며 地盤의 強度增進 効果는 약 6m以上の 深部까지 있었다.

이와같은 方法을 使用하므로써 비교적 적은 비용으로 기초지반을 改良하여 當初에 設計된 擴大基礎로서 工事を 마칠 수 있었다.

3. 結 論

느슨한 地盤은 모든 構造物을 築造하는데 많은 問

題點을 나타내고 있다. 이러한 地盤上에 建物을 施工時는 Pile Foundation으로 하는 것이 一般의이나 이는 大體로 非經濟的일뿐 아니라 施工에 많은 時間을 要하게 된다.

이 경우 Dynamic Consolidation方法으로 地盤을 置換하고 다짐함으로써 보다 經濟的이고 빠르게 施工할수 있으며 다짐完了後에는 基礎施工部位에서 平板載荷試驗을 行하여 地盤의 支持力을 測定하여 구조물을 施工함이 좋다.

또 많은 壓密이 豫想되는 地域에 道路를 建設할 경우에는 Dynamic Consolidation 方法을 使用하면 施工完了後 壓密沈下와 關聯된 많은 維持管理費와 빈번한 交通防害의 現象을 크게 主릴수 있을 것이다.

이와같은 Dynamic Consolidation 方法의 成功與否는 土質條件을 고려한 가장 合理的인 方法을 選擇하느냐 못하느냐에 달려 있다.

이를 위해서는 많은 現場經驗이 必要하여 事前 工學的인 研究 및 적은 규모의 現場試驗을 實施하여 實際工事に 必要한 裝備의 選擇과 施工基準이 作成되어야 한다.