

杭打作業으로 인한 地盤振動이 隣接 빌딩 構造物에 미치는 影響評價

許 壤

On the Influenced evaluation of ground Vibration to Closed building structure by Drop hammer pilling.

Ginn Huh, Engr, Dr, P.E

Abstract

In the pilling works in the city, it is tend to transfered to the non-vibration pilling works.
 This drop-hammer pilling executed with in 2 meters distance to neighbour building structure, in the rainy season.
 According to imperical formula which tested in similar site, Vibration damaged area is within 14 meters radius from drop-hammer pilling site.
 The loratories Data of Dae Woo of Korea hausing Authority are refered to above poject.

1. 목 적

本 調査는 서울特別市 瑞草區 盤浦洞 52-6 남도빌딩 垡地에서 施工한 杭打作業으로 因하여 地盤振動이 隣接 進一빌딩(瑞草區 盤浦洞 52-7) 構造物에 미친 影響與否를 調査하는데 目的이 있다.

調査依頼者：서울特別市 瑞草區 盤浦洞 52-7 進一빌딩 李斗源 社長

構 造：鐵筋콘크리트 構造

建立年度：事故日 1990年 5月 11日 現在 骨造 工事は 完了되었고 마감工事が 進行中이었음.

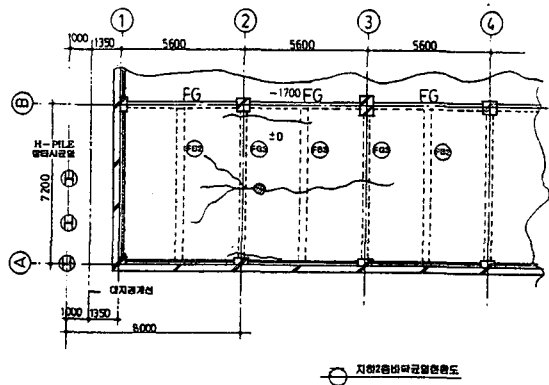
2. 調査方法

- 2-1. 大韓住宅公社 및 大宇엔지니어링 技術研究所에서 發表한 杭打作業으로 因한 地盤振動에 미치는 影響調査報文을 收集하고,
- 2-2. 本 杭打作業과 地盤地質이 類似한 서울 地

下鐵工事場 5-44 工區에서 實測한 振動值를 가지고 統計處理하여,

- 2-3. 振動實驗式을 誘導하여 振動影響與否를 判定함.

3. 杭打位置와 地下2層 바닥 均열圖



4. 남도빌딩 新築工事現場에서는 土留板設置用 H-PILE(300×200, L=13m)을 設置할 目的으로 隣接 進一빌딩 構造物에서 2m 떨어진곳에서 먼저 T-4장비로 所定の 깊이까지 AIR 천공을 先行하고 다음 DROP HAMMER(RAM 1.8T, HEIGHT MAX, 8m)로 H말뚝을 杭打設置하였다. H말뚝에서 水平距離 8m 떨어진 隣接 進一빌딩 地下 2層 콘크리트 바닥(鐵筋콘크리트 두께 15cm에 防水를 하고 그 위에도 10cm누름 콘크리트 마감시공)에서 감시공)에서 地下水 漏出事事故가 發生한 것은 1990年 5月 11日 上記 H말뚝 중 進一빌딩 3번째 杭打作業中이었다는 記錄이다.

H말뚝이 관입되는 地質構造는 서울 一圓의 基盤岩을 이루고 있는 先캠브리아기의 黑雲母片麻岩으로서 G.L.로부터 -4m까지는 埋立土, -8m까지는 軟岩 그 以下는 硬岩으로 比較的 堅固한 地盤으로 인하여 H말뚝을 固定시키기 위한 DROP HAMMER의 杭打로서는 結果적으로 振動影響이 커진다는 解析이다.

서울地下鐵 5-44工區는 類似한 地質條件과 同一 杭打機 使用으로 杭打試驗場으로 擇하게 된 것이다.

5. 測定計劃 및 評價方法

5-1. 測定場所 및 日時

1991年 5月 15日 서울地下鐵 5-44工區

5-2. 振動測定值

杭打作業中 變動하는 地盤振動值를 檢査하기 위해서 杭打地點으로 부터 測定距離를 5m, 10m로 나누어 다음과 같이 記錄하였다.

項目 打數	水平距離 PILE-PICK UP (m)	PPV(cm/sec) INSTANTEL DS-477			LION VM-12 LR-4	備考
		TRAN (HZ)	VERT (HZ)	LONG (HZ)		
1	5	1. ²⁴ (<2)	1. ²⁹ (26)	1. ⁰⁴ (15)	0. ⁹⁸ -1. ³⁰	
2	5	1. ³¹ (<100)	1. ²⁸ (25)	1. ²⁴ (20)	1. ²⁴ -1. ³¹	
3	10	0. ⁵⁶ (14)	0. ⁴⁵ (10)	0. ⁶¹ (10)	0. ⁴⁷ -1. ⁶⁰	
4	10	0. ⁷⁶ (15)	0. ⁵⁶ (20)	0. ⁶² (15)	0. ⁴⁹ -0. ⁷⁵	

5-3. 距離의 假定

한편 Wiss는 地진거리(말뚝 끝으로부터 측정위치까지 거리)를 사용한 반면에 Attewell과 Farmer는 수평거리를 사용하였는데, 실제파에 대한 진동추정식에서는 地진거리를 사용하는 것이 타당하고, 표면파가 지배적인 경우는 수평거리 사용 하는 것이 타당하므로 항타의 경우는 표면파가 지배적이므로 수평거리를 사용하는 것이 바람직하다.

그림 5.3는 3개의 속도성분 Vs, Rs 그리고 Ts에 대하여 Attewell과 Farmer 타입으로 도시한 것을 보여주고 있다. 이들 속도에서는 표면파가 지배적이므로, 사용한 거리는 모두 수평거리(Horizontal Radius)이다.

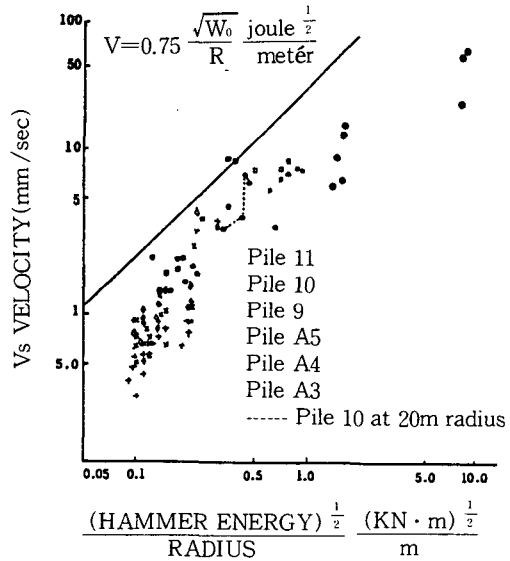


그림 5.3 Vs Correlation

6. 杭打振動의 特性和 國內의 測定資料

一般的으로 震動의 크기를 評價할 때 人間의 感覺에 대해서는 振動 LEVEL의 單位인 데시벨(dB)을 使用하며 構造物의 役割에 대해선 振動速度(Peak Particle Velocity)의 單位를 使用한다.

國內에서 자주 適用하는 獨逸의 基準(DIN)은 構造物의 條件에 따른 振動強度의 許容值를 振動速度로서 規定하고 있다.

MARTIN(1980)은 널말뚝의 杭打에 따른 振動의 測定을 통하여 振動速度가 杭打에너지, 土質等에 따라 變化하는 것으로 發表하였으며 이때 振動의 電波를 다음式으로 나타내었다.

$$V = \frac{a\sqrt{E}}{r^b} \rightarrow \quad \text{①}$$

V : 最大振動速度
E : 杭打에너지
r : 振動源으로부터의 距離
a, b : 經驗的인 常數

Wiss(1981)은 建設振動에 대하여 다음式을 提示하였다.

$$V = K \left(\frac{D}{\sqrt{E}} \right) \rightarrow \quad \text{②}$$

K : 係數
n : 기울기
D : 水平距離

國內에서는 釜山地域의 실트질 모래지반에서 지름 300mm의 기성 콘크리트 말뚝을 K35형 디젤함마(램무게 3.5톤 E=10.5t·m)를 使用하여 約 14m깊이의 風化岩層(N=35)까지 打入할 때의 振動을 測定하여 다음式을 提示하였다(大字)

$$V = 1.7 \left(\frac{D}{\sqrt{E}} \right)^{-0.8} \rightarrow \quad \text{③}$$

한편 광주 우신지구등 7개지구에서는 다음식이 求해졌다.(대한주택공사)

$$V = 50.55 \left(\frac{D}{\sqrt{E}} \right)^{-1.54} \rightarrow \quad \text{④}$$

V=mm/sec

7. 許容基準值 設定

國內에서 振動의 許容基準이 具體的으로 規定되어 있지 않으므로 本考에서는 外國의 許容基準과 國內

의 事例를 參照하여 基準值를 設定하기로 한다.

7-1. 서울 地下鐵公社 振動規準

표1 西獨 DIN 4150

등급	I	II	III	IV
건물형태	문화재(역사적으로 매우 오래된 건물)	주택, 아파트, 상가(작은 균열을 지닌 건물)	주택, 아파트, 상가(균열이 없는 양호한 건물)	산업시설용 공장(철근콘크리트로 보강된 건물)
최대속도 허용치 mm/sec	2.0	5.0	10.0	10.0~40.0

7-2 大韓住宅公社

표2 REQUIRED MINIMUM DISTANCE(m)

등급	I	II	III	IV
건물형태	문화재(역사적으로 매우 오래된 건물)	주택, 아파트, 상가(작은 균열을 지닌 건물)	주택, 아파트, 상가(균열이 없는 양호한 건물)	산업시설용 공장(철근콘크리트로 보강된 건물)
K13	15.0	8.3	5.3	2.1~5.3
K22	19.4	10.7	6.8	2.8~6.8
K25	21.5	11.9	7.6	3.1~7.6
K35	25.4	14.6	9.3	3.8~9.3

8. 杭打振動值 및 分析結果

표. 3

수평거리 (m)	햄머의 무게 (톤)	낙하높이 (m)	환산거리 (D/√E)	최대속도 (cm/sec)
10	1.8	8	2.635	0.59
10	"	"	"	0.68
10	"	"	"	0.76
5	"	"	1.3176	1.26
5	"	"	"	1.24
5	"	"	"	1.14

위 測定值로 부터 振動式은 다음과 같다.

표4 距離에 따른 振動值의 크기와 被害與否 決定

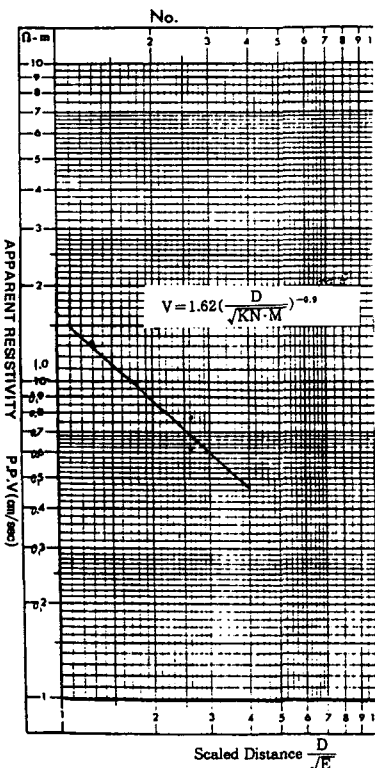
단 $E=1.8t \times 8m=14.4t \cdot m$

距離(D,m)振動值(cm/sec)	1	5	10	15	20
1) 금번測定式 $V=1.62(D\sqrt{E})^{-0.9}$	5.38	1.264	0.677	0.470	0.363
2) 許容基準值(Ⅱ,Ⅲ等級基準)		(0.5~1.0)			
3) 피해可能性	피해가능	피해가능	피해가능	무피해	무피해
4) 大字式 $V=1.7(D\sqrt{E})^{-0.8}$	4.94	1.363	0.783	0.566	0.449
5) 住公式 $V=50.55(D\sqrt{E})^{-1.54}$	14.7	3.30	1.14	0.609	0.39

結果的으로 今番 測定值를 우리나라에서 被害基準으로 쓰이는 獨逸의 基準值(Ⅱ,Ⅲ等級)에 준하면 杭打地點에서 約 14m까지(0.5cm/sec)는 피해가능성이 豫想된다.

한편 國內의 다른식(大字, 住公)에 의하면 被害範圍는 더 넓은것으로 推定된다.

9. 影響評價



$$V = 1.62 \left(\frac{D}{\sqrt{E}} \right)^{-0.9}$$

$$1.26 = 1.62 \left(\frac{5}{\sqrt{14.4}} \right)^{-0.9}$$

$$0.50 = 1.62 \left(\frac{14}{\sqrt{14.4}} \right)^{-0.9}$$

10. 結 論

市街地의 商街빌딩 構造物의 基礎工事에는 現場 周邊의 環境保全, 建設公害등을 充分히 勘案한 對 備策을 세워 施工에 着手해야 한다.

隣接 進一빌딩 垜地의 骨造構造物과는 不過 2m 떨어진 곳에서 在來式 杭打作業을 한다는 것은 騒音, 振動에 對한 環境保全法 및 同 施行令 基準은 勿論 때마침 雨期를 맞이하여 隣接 骨造構造物에 對한 振動影響을 考慮하지 않았던 것으로 思料 된다.

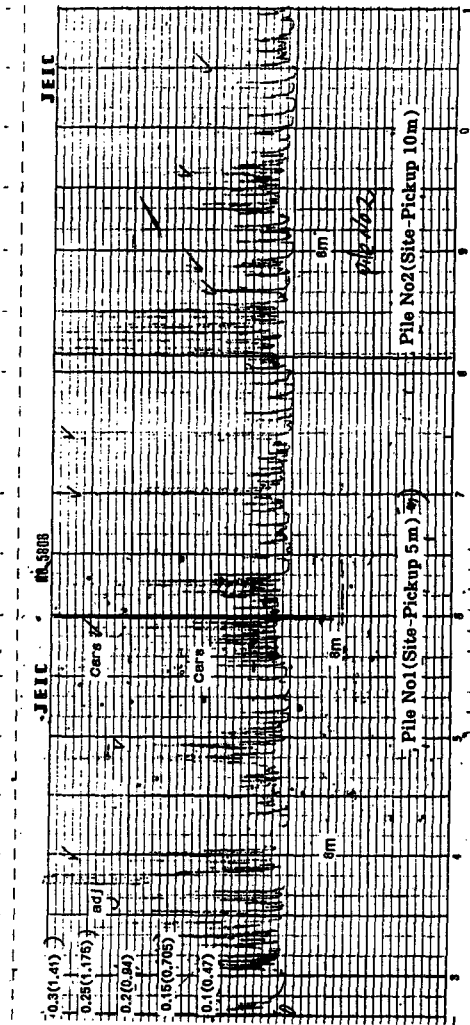
따라서 類似地點에서 얻어낸 實驗式, 그간 國內에서 發表된 바있는 大字ENG技術研究所 및 大韓住宅公社 研究所에서 作成된 諸般資料를 根據로 하여 우리나라에서 適用되고 있는 西獨基準值(서울 地下鐵工事 基準值)에 準하면 杭打地點에서 14m 半徑內에는 許容值 0.5cm/sec을 넘는것으로 被害可能性이 豫想된다.

有添資料

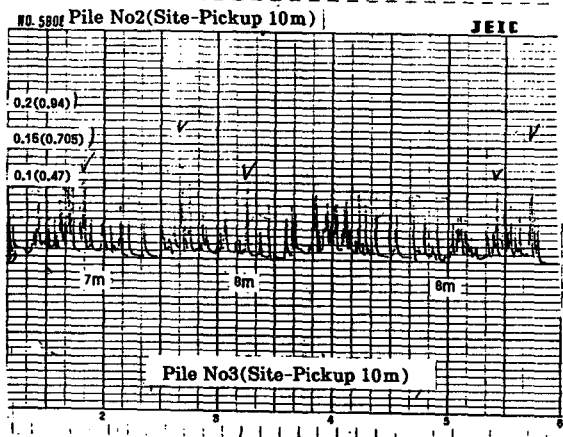
1. Diesel-Hammer의 依한 P.C. Concrete pilling 實驗式
2. Lion VM-12B Record
3. 일본기상대 지진표

1. Diesel-Hammer1의 依한 P.C Concrete pilling 實驗式

項目 機關	實驗式	待
火藥學會	$V=1.36\left(\frac{D}{\sqrt{E}}\right)^{-0.67}$ $V=\text{mm/sec}$ $D=\text{m}$ $E=T,M$	P.C Concrete Pile $\phi 500\text{mm}$ Ram : 2.5T Stroke : 3m way 計測器 : Rion B-12 Instantel 477 -2m clay -10m silt N值 : 35-50
住 公	$V=50.55\left(\frac{D}{\sqrt{E}}\right)^{-1.54}$ $V=\text{mm/sec}$ $D=\text{m}$ $E=T,M$	P.C Concrete $\phi 300 \phi 350$ Ram 1.3T, 2.5T 計測器 Denmark B & K Drop : 1.3~1.4m
大 宇	$V=1.7\left(\frac{D}{\sqrt{E}}\right)^{-0.8}$ $V=\text{cm/sec}$ $\frac{D}{\sqrt{E}} : \text{환산거리}$ $\left(\frac{m}{\sqrt{K.N}} \cdot m\right)$	P.C Concrete $\phi 500\text{mm}$ Ram : 3.5T Drop : 1.5m 0~9m 매립층 -10m 풍화대
備 考	EX : (2.5 × 3) × 2 = 15kNm : 位置Energy : Energ/Blow 15 × 15% = 變換Energy = \sqrt{E} : Joule(Energy) $D = \frac{V}{2\pi f} = \frac{0.5}{2\pi \times 15(9 \sim 20)} = \frac{0.5\text{cm}}{94.2}$ $= \frac{5\text{mm}}{94.2} = 0.053\text{mm}$ 變位	



2-Lion VM-12B RECORD(1)



2-Lion VM-12B RECORD(2)