

地盤振動の遮断効果に関する実験

W. F. 研究グループ

Experimental Studies on Isolation Effect of Soil Vibration

W. F. Research Group

Abstract

In order to obtain information about the effect of WALL FOUNDATION in isolating ground vibration the authors conducted the following experiment. A machine foundation was considered as the source for the ground vibrations. The modes of the foundation were vertical mode, horizontal mode normal to the wall face and the same mode tangential to the face. Amplitudes of ground vibrations at both sides of WALL FOUNDATION were measured and compared with the case of no wall. It was found that although isolation by WALL FOUNDATION was not effective in the case of the horizontal mode normal to the wall surface, it was effective in case of the other two exciting force modes.

概 要

本研究は WALL FOUNDATION 試験工事の内、地中壁体の地盤振動の遮断効果を解明するために、振動源として地表面に設置した円型基礎を起振機でX, Y, Z方向に加振し、壁体の有無による任意地点における地表および地中の加速度分布の変化を計測、その効果を壁体のある場合/壁体の無い場合の比で表した。

その結果、壁体に対して直角に入射する波動に対しては余り効果的ではないが、剪断形となる横波、上下波動については十分効果が期待出来ること、更に本遮断壁においても振動数が高いほど遮断効果が大きいという結果があらわれている。

1. まえがき

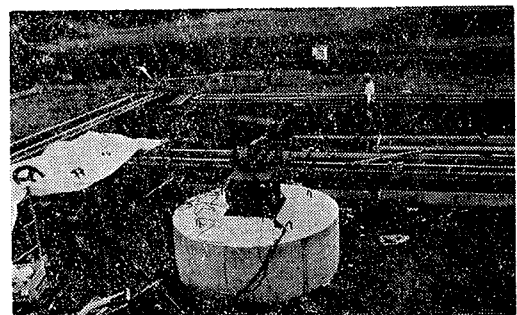
工場機械、交通機関あるいは建築工事などによる振動障害の防止対策としては、原則的に、(1)振動源での防振、(2)対象構築物での防振、(3)伝播媒体である地盤の遮断の方法で解決することができる。地盤の振動を軽減する方法は、また別に振動の距離による減衰効果を期待し振動源と対象物との距離を十分にとることも考えられる。

溝による振動遮断の場合、地盤振動の減少率は理論的には振動伝播経路の途中に存在する地盤と異種媒体物の密度 ρ_2 、伝播速度 C_2 によるインピーダンス比 ($\alpha = \frac{\rho_2 C_2}{\rho_1 C_1}$)、防振壁厚および波長により決定され、溝自体を空にしたとき最も効果的である。しかし空溝の場合は掘削面の崩壊防止あるいは掘削後の管理面において問題がある。そのため溝に充填材としてインピーダ

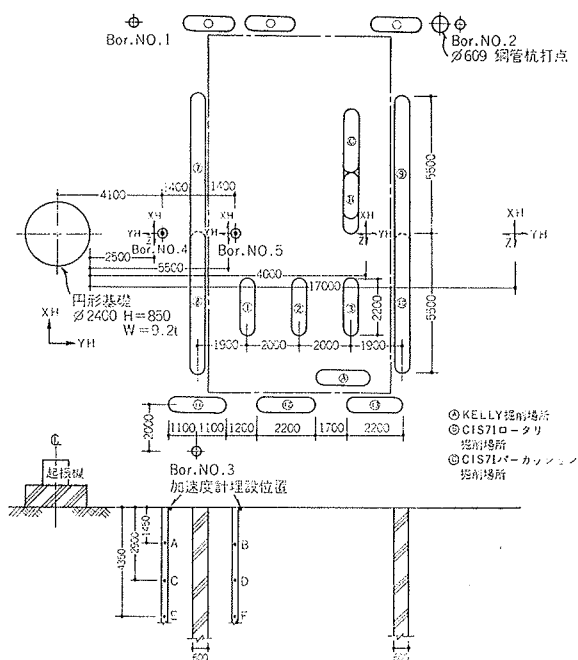
ンス比の非常に小さな発泡材またはインピーダンス比の大きなコンクリートが遮断壁として用いられる。

本研究は今回(3)に関連する地中遮断壁の振動遮断効果を実大実験する機会を得たので、その実験結果について報告するものである。

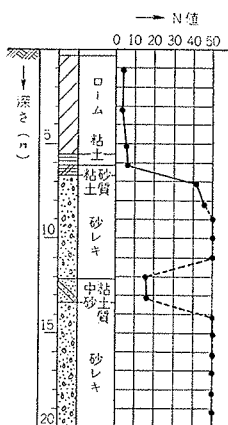
実験は基礎のモデルとしては最も簡単な円型基礎を



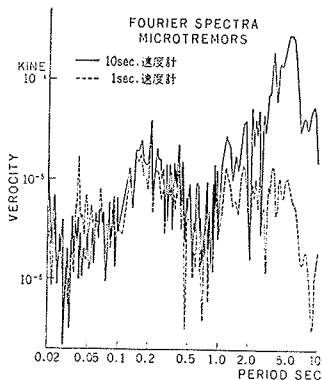
写真一 振動実験状況



図一 壁体および計測器配置図



図二 土質柱状図



図三 地表面常時微動

用い、地表面の外乱力として基礎を起振機により周期的に加振した場合について、地中壁体の有無による壁体周辺の地表および地中の振動性状を実験的に明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

壁体施工前における実験状況を写真一に、実験時の測定計器および壁体配置図を図一に示す。

実験は写真一、図一に見られるように、当研究所内地盤上に鉄筋コンクリート製円型基礎(半径1.2m 高さ0.85m, 重量9.2t)を設置, これを偏心質量回転型起振機で水平2方向および上下方向に加振し, (以下, 壁体に平行な水平方向をX, これに直角な水平方向をY, 深さ方向をZ軸と呼ぶ) 実験に先立って埋設

された測定計器により地中遮断壁(壁厚60cm, 壁体長さ11.0m, 深さ16.0m)の有無によるその効果と振動伝播性状を調べた。

実験実施: 工事着工前 昭和47年4月

壁体施工後 昭和47年9月

地盤性状¹⁾: ・地盤密度 ローム……1.2g/cm³
下層……2.1g/cm³

・地下水位 GL-10m以下

・伝播速度 (単位: m/sec)

	表層	下層
S波	143	466
P波	380	

・土質柱状図を図一に示す。

加振方法: ・起振機偏心モーメント4.56kg×16cm

・加振周波数範囲 300~1100rpm

25rpm毎に連続加振

測定計器: 埋設型加速度計(3成分用)

動コイル式換振器 V261A, B型

テレバイプロメーター ALL-122E型

動的歪測定器 DPM-6E型

ビジグラフ FR-102型

測定位置: 測点配置は図一に示されるとおり,

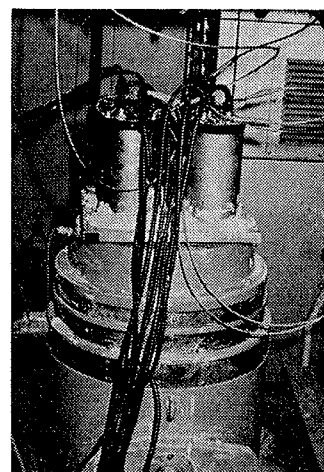
円型基礎上に3成分の加速度計を, 基礎端より2.5m, 5.5m地点の壁体前後の地表面およびボーリング孔内のA~F点に各々3成分の地中埋設型加速度計を設置した。写真二に埋設型加速度計の振動台による計器検定時の模様を示す。また基礎周辺地盤上に各々3成分の変位計を設置した。

なお, 測定位置は壁体施工前後同一地点で行なった。

3. 実験結果と考察

偏心質量回転型起振機を水平および上下に加振したときの基礎の振動性状, 基礎周辺地表および地中の振動分布から検討してみた。

本実験地盤上における水平方向の常時微動測定によるフーリエスペクトル結果



写真二 地中埋設型加速度計

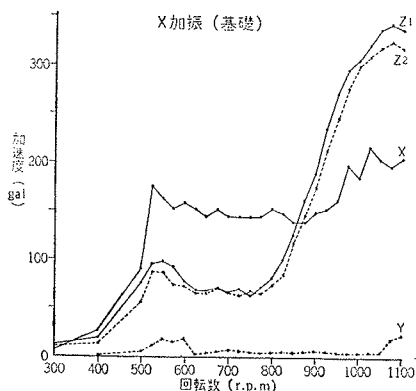


図-4 基礎上X方向共振曲線

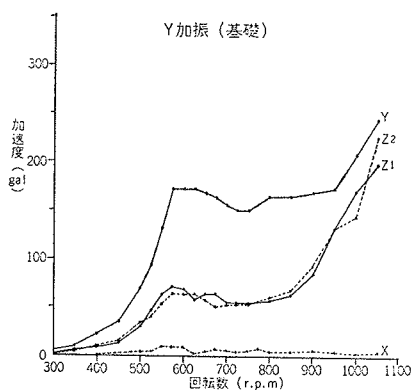


図-5 基礎上Y方向共振曲線

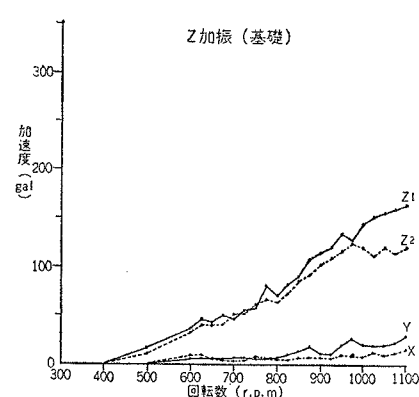


図-6 基礎上Z方向共振曲線

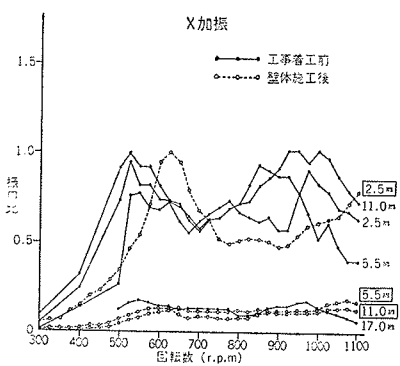


図-7 地表面X方向共振曲線

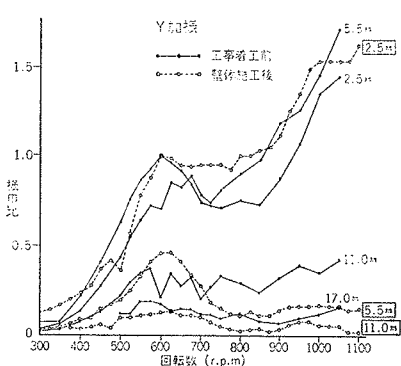


図-8 地表面Y方向共振曲線

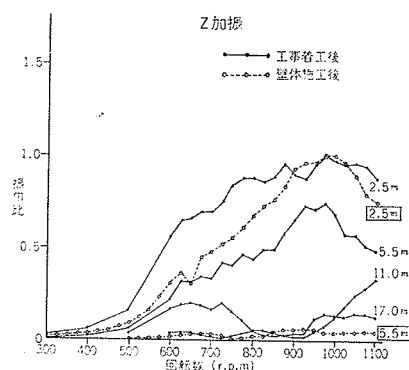


図-9 地表面Z方向共振曲線

を図-3に示す²⁾。

図-4, 5, 6に工事着工前におけるX, Y, Z方向加振時の円型基礎上の各成分の加速度共振曲線を示した。次に図-7, 8, 9に壁体施工前後における地表面の変位共振曲線を共振時の振幅を1とし、振幅比の割合で示した。

また図-10は壁体頂部Y方向に設置した加速度計より得られた共振曲線を示すものである。

図-11は工事着工前(上図)および壁体施工後(下図)における上下および水平加振時の共振振動数における地表面の距離による振動波形の軌跡を示す。

図-4~9より地盤の共振振動数は水平加振時で、525~600rpmと850rpm, 上下加振時では975~1000rpmであることが判った。なお壁体施工前後における共振振動数が図-7からもみられるようにX方向加振時においてのみ10%程度増加の現象が見受けられた。

図-12は壁体前後の地表および地中振動分布を示したもので、図はいずれも円型基礎上各成分の加速度振巾を1とし、壁体前後の地中振動分布を比の形であらわしたもので、これはまた振動モードでもある。各加振時における地中の振動モードは、本実験の場合上下加振時では1次振動形、水平加振時では2次振動形が

みられた。

図-13は壁体の遮断効果を評価するために代表的なものとして地盤の共振振動数である600rpmと1000rpm

の場合の工事着工前と壁体施工後の壁体背面(5.5m地点)における各成分毎の振巾比を示したものである。図は工事着工前の地表面の振巾を1とし、遮断壁による各測点の減少率を示したものである。

また図-14は同様な方法を用い、壁体施工前後の壁体前面(2.5m地点)における各成分毎の振巾比を示すものである。

壁体の遮断効果については表-1に示されるとおりである。表-1は壁体の無い場合に対する地表面での減

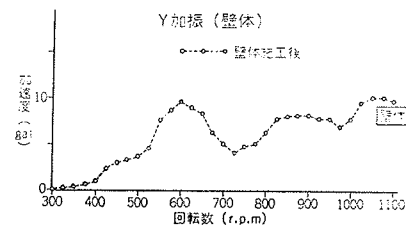
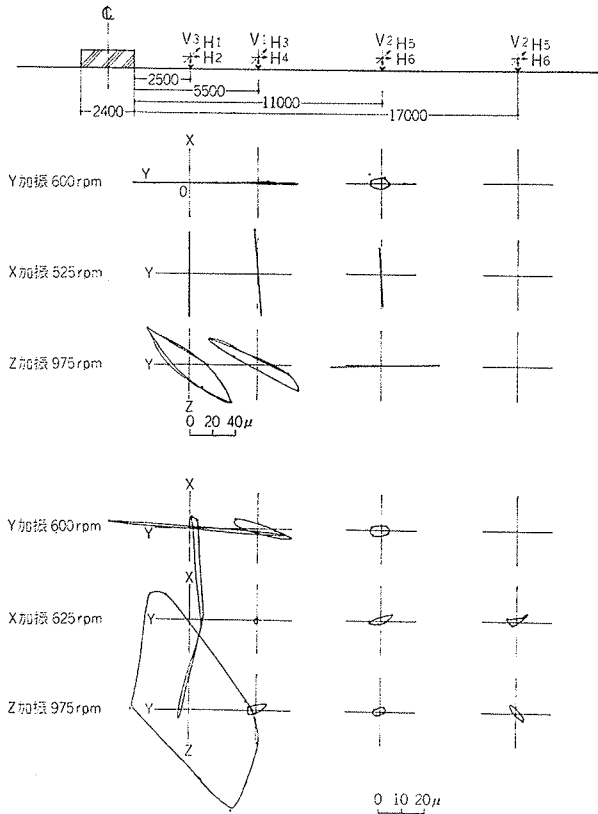


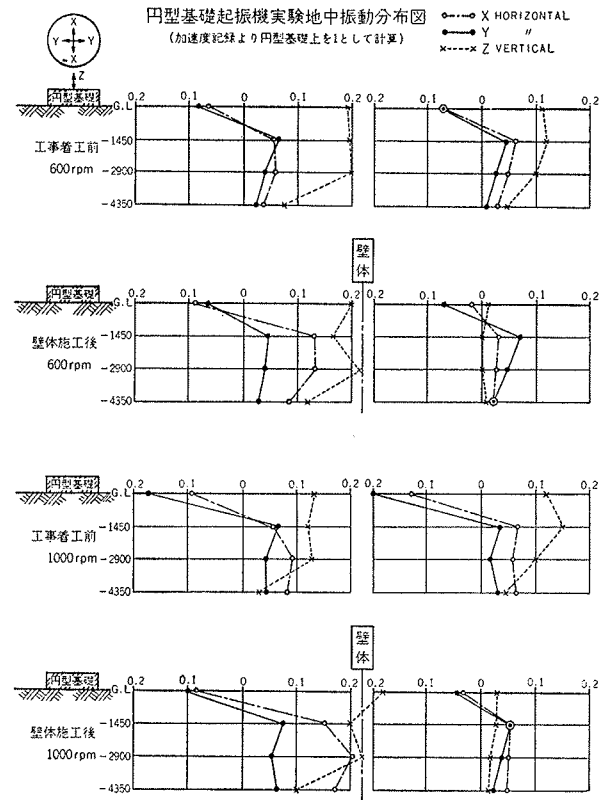
図-10 壁体頂部Y方向共振曲線

加振方向	振動数	600rpm	1000rpm
X	1	3.75	3.4
	11	1.08	(1/4.4)
Y	1	1.08	(1/4.4)
	11	11	4.4
Z	1	11	4.4
	11	11	4.4

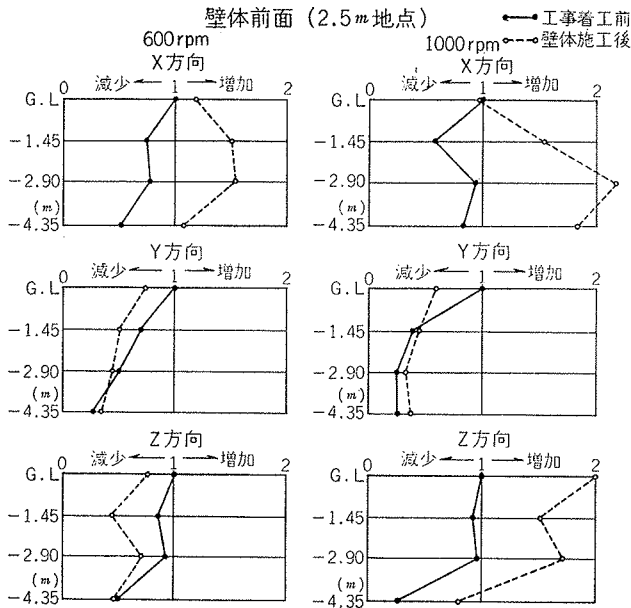
表-1 壁体の遮断効果



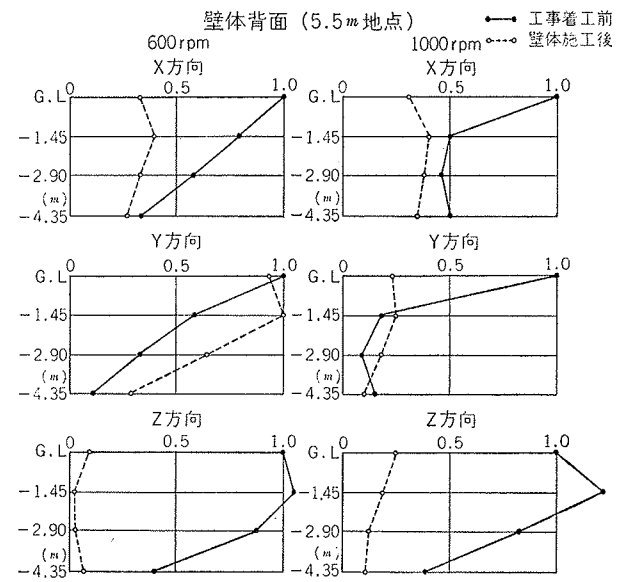
図一11 地表面振動波形の軌跡



図一12 地中振動分布図



図一14 壁体前面の反射作用



図一13 壁体背面の遮断効果

少率を示すものである。

以上の実験結果より地中遮断壁の有無によるその効果について考察すると、直進する(Y方向)波動に対しては、本実験のような60cm程度の壁厚では壁体の無い場合と大差はなく遮断効果は少ない。しかし剪断形(X, Z方向)の波動に対しては $1/3 \sim 1/10$ 程度の減少率がみられ十分期待出来ることが判った。

なおこのときの壁体前面における現象をみると、遮断効果の少ないY方向の波動は壁体の有無によって大差は見られない。しかし遮断効果が見られるX, Z方向の波動については、地中壁体の施工により壁による反射の影響が振巾は一般に大きくなる傾向を示している。この傾向は加振振動数が大きくなる(波長が短くなる)に従ってより大きくなる傾向を示している。

4. むすび

地表面加振における本実験の結果、壁厚 60cm、壁体長さ 11.0m、深さ 16.0m を用する地中壁体の遮断効果としては、壁体に対し直角に入射する波動に対しては遮断効果は少なく、平行に入射する波動の場合には $1/3 \sim 1/10$ 程度の遮断効果が期待出来ることが知られ加振振動数が高い場合により効果的であることが判った。

しかしこれらの実験結果は地盤の遮断に関する性状の一端を述べたに過ぎず、遮断効果を論ずる場合には地盤の構成、壁体の諸形状、振動源の位置、加振々動数などが効果決定要素として意味をもっている。

また本実験では壁体配置など諸般の関係から確認できなかったが、これらの既往の研究について参考までに紹介すると Woods³⁾ は掘削溝の長さが限定されている場合の遮断効果について、図-15(a)(b)(c)のように地表面のゾーン効果を示している。また防振溝に関する既往の研究³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾によればその効果は「掘削溝の深さ」と「振動数」の関数として表わされ、同じ遮断効果の場合は振動数が高ければ掘削深さは浅く、またはその逆である。また掘削溝は表面波の場合にその深さがほぼ波長に等しいときに有効であるとされている。これらのことと本実験結果を合わせて考えると、防振壁の利用法および形体とその効果についてはおよそが推定出来、今後は実際面での利用法について研究を進めなければならない。

参考文献

- 1) 中川恭次他
基礎周辺地盤の振動分布に関する研究 (その 1)
大林組技術研究所報 No. 5 1971
- 2) 中川恭次, 角田智彦 瀬尾和夫
地震動特性における地盤構造上の問題点について
大林組技術研究所報 No. 6 1972
- 3) Richard, D. Woods:
Screening of Surface Waves in Soils, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division.
- 4) Von Dipl-Ing Hans-Joachim Dolling,
Grundbauinstitut an der Technischen Universität Berlin,
Die Abschirmung von Erschütterungen durch Bodenschlitze DIE BAUTECHNIK 5/1970
- 5) Barkan, D. D.:
Dynamics of Bases and Foundations,
New York: Mac Graw Hill, 1962
- 6) Hertwig, A und Lorenz, H:
Das dynamische Bodenuntersuchungsverfahren Bauing, 1935, 11, 25/26
- 7) 渡辺清治, 島口正三郎, 安井謙
地盤振動の遮断効果に関する実験
(WALL FOUNDATION に関する実験報告 その 12)
日本建築学会 (東北) 大会学術講演梗概集 昭48.10
〔文責 島口正三郎〕

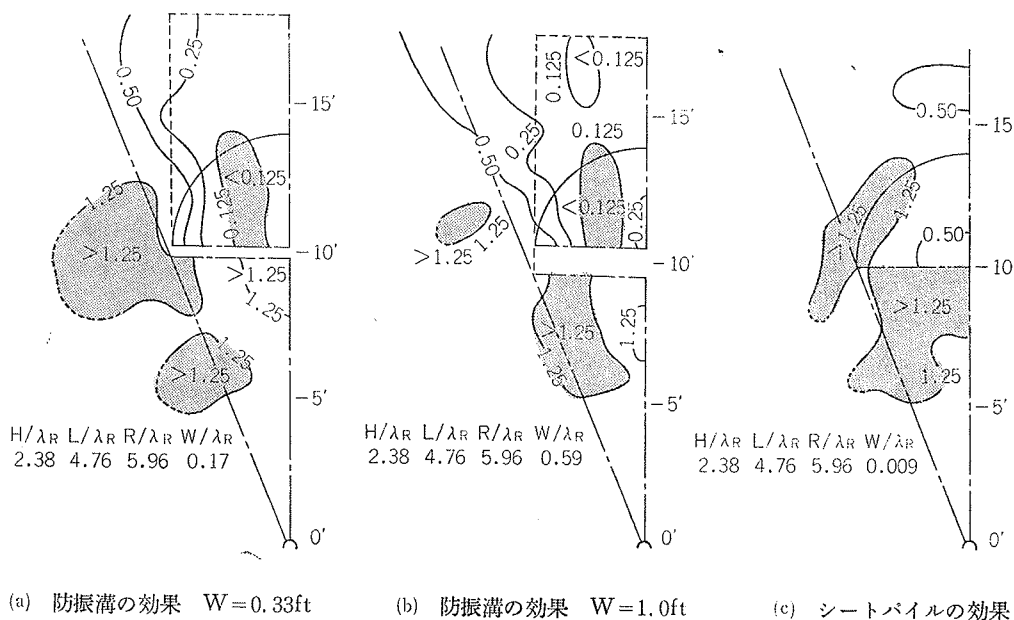


図-15 Woods の実験によるゾーン効果