

土のうを活用した地盤の環境振動低減法

松岡 元¹・村松 大輔²・劉 斯宏³・井上 泰介⁴

¹ フェロー会員 工博 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科社会工学専攻
(〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: matsuoka@doboku2.ace.nitech.ac.jp

² 学生会員 名古屋工業大学大学院生 工学研究科社会工学専攻 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

E-mail: muramatsu@doboku2.ace.nitech.ac.jp

³ 正会員 工博 中国河海大学教授 (元 名古屋工業大学) (中国 210098 南京市西康路1号)

E-mail: sihong_hhu@yahoo.com.cn

⁴ 名古屋工業大学大学院生 工学研究科社会工学専攻 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)

これまで、土のうが高い強度を持つことを実験的・理論的に証明し、土のうを本設構造物として用いることを提案・実施してきた。そうしたところ、建物基礎の補強として土のうを用いたいくつかの現場から、それまで感じていた交通振動をほとんど感じなくなったという報告が寄せられた。そこで、この技術の環境振動対策への応用を図るための実験を行った。振動対策工は、一般に振動源の側での対策、伝播経路での対策、振動を受ける側での対策の3点で検討される。土のうは、自由に施工形状を変えられるため、この3点すべてについて実験を行い、いずれ場合においても振動対策工として有効であることを示す。

Key Words: soilbag, environmental vibration, vibration reduction, vibration level, acceleration spectrum ratio

1. はじめに

振動公害は、日常生活に関係の深い問題である。平成13年度の報告によれば、全国の地方公共団体が受理した振動に係る苦情の件数は約2,500件であった¹⁾。これまで振動に対する地盤での対策としては、溝や地中壁を設けて振動を遮断する方法が考えられてきた。このうち空溝^{からみぞ}については、施工後の地盤の強度低下や維持管理のむずかしさなどのため採用される場所が限定されるという問題がある。また地中壁についても、工事がかなり大がかりになることや、現在のところ効果を大きくするための条件が明確にされていないという問題がある²⁾。そのため過去10年間の統計を見ると、苦情件数の推移はほぼ横ばいの状態にあり、効果的な振動対策工の開発が望まれている。

本研究では、土のうを用いた振動低減法を提案する。土のうは高い強度を持つことが実験的・理論的に証明されており、これまで軟弱地盤の補強法として多数の実績がある³⁾。また土のうは、コンクリート構造物や鋼構造物にはないしなやかさを持ってい

る。そこで、土のう積層体の振動伝搬特性を調べる実験を行うとともに、その結果に基づいた振動対策工を、発振源・中間遮断・受振点の3点について施工し検討した。

2. 土のう積層体の振動減衰特性⁴⁾

(1) 鉛直方向の振動減衰特性

a) 土のう積層体の振動実験

図-1(a)に示すように高さ8cm、幅と奥行約40cmに転圧した土のうを5段に積み上げて、起振機を土のう積層体上に設置した。振動の計測には、ひずみゲージ変換式の加速度センサーを用い、各土のう間に挟み込んで鉛直方向の振動加速度を計測した。起振機(質量28kg)は、モーター両端にある偏心おもりを回転させる機構のものであるが、変速機により6Hzの一定周波数で定常振動を与えるものとした。なお、土のうはポリエチレン製(破断張力12~13kN/m)を使用し、中詰め材には通称白銀珪砂3号(最大粒径3.4mm、平均粒径1.2mm、最小粒径0.3mm、振動を加えたときの相対密度は約60%)を使用した。

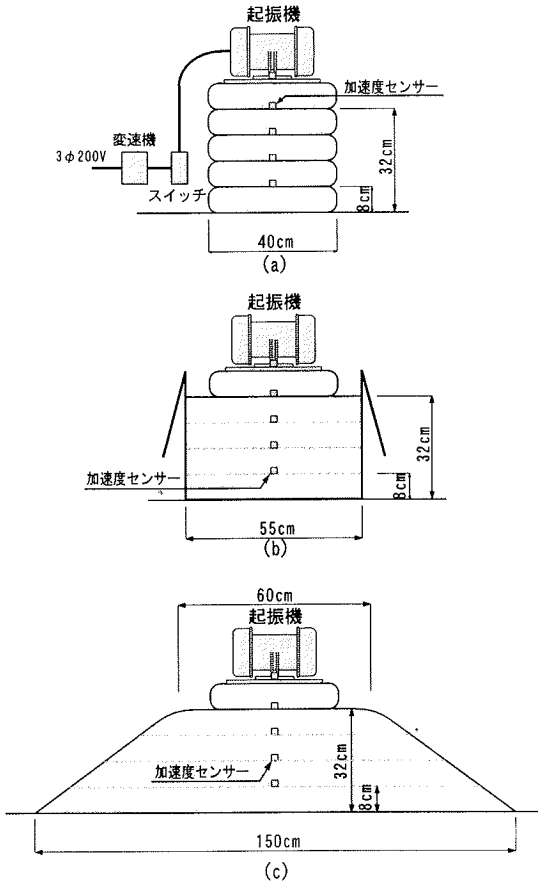
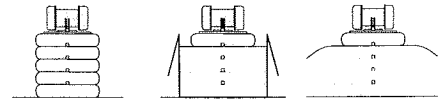


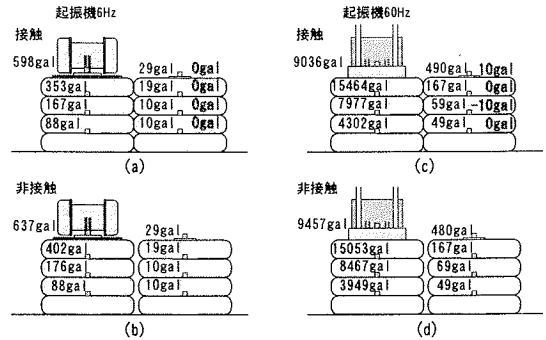
図-1 直上に積層された土のう間の鉛直方向の振動低減効果



	土のう積層体		一樣地盤(その1)		一樣地盤(その2)	
4段目	355		173		290	
3段目	55%	195	85%	147	69%	199
2段目	13%	64	124	57%	80%	119
1段目	37%	46	84%	99	83%	113

単位：gal (p-p値)

図-2 土のう積層体と一樣地盤との振動伝播の比較



加速度はp-p値、太字は接触したケースの測定値から非接触にしたケースの値を差し引いた値。

図-3 隣接する土のう間の水平方向の振動低減効果

b) ダンボール箱を用いた一樣地盤モデルでの振動実験

袋によって拘束されていない様な地盤との比較を行うため、高さ40cm、幅・奥行き55cmのダンボール箱に、土のうの中詰め材と同じ白銀珪砂3号を満たし、図-1(b)に示すように、土のう1段の高さに対応するよう床面から高さ8cm毎に加速度センサーを設置した。起振機の条件は土のう積層体の場合と同じであるが、振動を発生させた際起振機が沈下しないように、土のうを一段設置した上に起振機を置き計測を行った。

c) 砂山のような一樣地盤モデルでの振動実験

さらに境界条件の拘束を自由にするため、土のうの中詰め材と同じ白銀珪砂3号を用いて、図-1(c)に示すような高さ32cmの砂山を作った。ダンボール箱を用いた場合と同様に高さ8cm毎に加速度センサーを設置し、振動を発生させる際起振機が沈下しないように、土のうを一段設置した上に起振機を置き振動計測を行った。

a) ~ c) の3ケースの実験結果ををまとめた表を図-2中に示す。4段目のセンサーから1段目のセンサー(24cmの間)における振動加速度の伝達率を比較すると、土のう積層体は、ダンボール箱の中に作成した場合の一樣地盤と比べて4倍以上、境界条件の拘束を自由にした砂山のような一樣地盤と比べても3倍、振動を低減することがわかる。この理由としては、土のうの短軸方向に直接上下振動が作用した場合には、土のう自体がわずかに振幅したり縮小したりして、振動エネルギーを減衰させるためと思われる。このような土のうの持つしなやかさは、振動を直接受ける場合において、極めて有効な振動減衰効果を発揮するということが確認された。

(2) 鉛直振動の水平方向への伝播特性

次に、隣接する土のう間の水平方向の振動伝播を調べるため、鉛直4段に積んだ土のう積層体を図-3に示すように2列に並べて振動実験を行った。

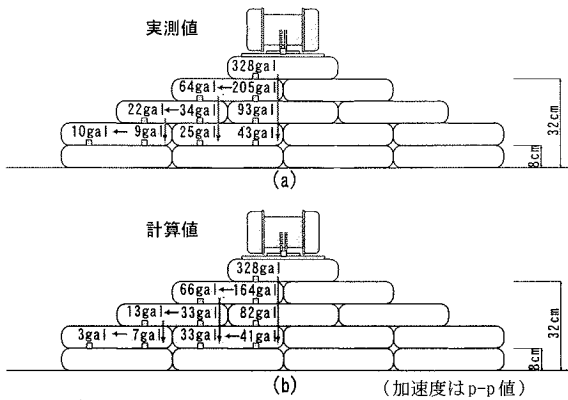


図-4 千鳥配置の土のう積層体の振動低減の試算

土のうの中詰め材には白銀珪砂3号を用いた。加速度センサーは、鉛直方向の振動計測の場合と同様に各土のう間に挟み込み、受感軸が鉛直方向になるように設置した。土のう積層体の最上部では、センサーの鉛直方向の受感軸が傾かないように、加速度センサーをタイル板(9.5cm×9.5cm×厚さ7mm)に貼って設置している。起振機は振動周波数が6Hz(質量28kg)のものや60Hz(質量25kg)のもの2種類を使用した。また、床面を伝わる振動の影響を評価するため、隣接する土のうを接触させない場合の実験も行った。

実験結果を図-3に示す。図-3(a), (b)は6Hzの起振機の場合、図-3(c), (d)は60Hzの起振機の場合の実験結果を示している。図-3(b)より土のうどうしを接触させなくても隣の列の土のうに振動が計測されたが、これはコンクリートの床面を通して振動が伝わっていることを意味している。そこで、図-3(b)の床面から伝わった振動加速度を図-3(a)の横の列の土のうの振動加速度から差し引くと、ほとんど0galとなるのが見られる。同様の整理を図-3(c), (d)に示す。60Hzの起振機を用いた場合についても、加速度センサーの感度の誤差(±10gal)の範囲でほぼ0galとなっていることが分かる(センサーの応答の非直線性が定格容量の±1%であることから、定格容量1G(980gal)の加速度センサーの誤差(±1%)は±10gal程度)。

以上の結果より、起振機の載っている土のうから横の土のうへは、たとえ接触していても、直接的には振動がほとんど伝わらないことが分かる。図-3(c)の起振機の載っている土のう上に水を入れたコップを置くと、水がコップから飛び出しそうにな

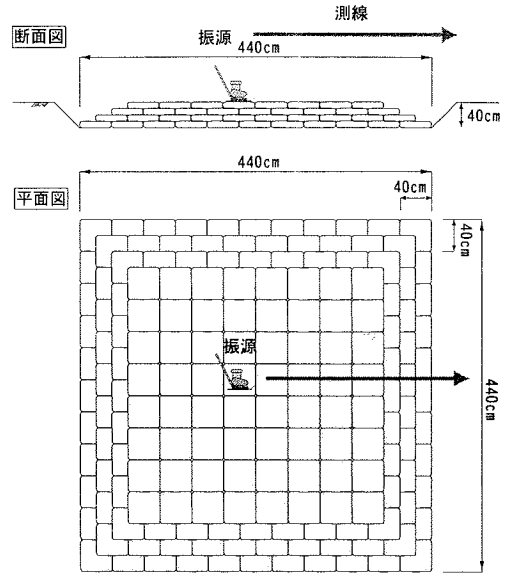


図-5 土のう積層体地盤の施工概要

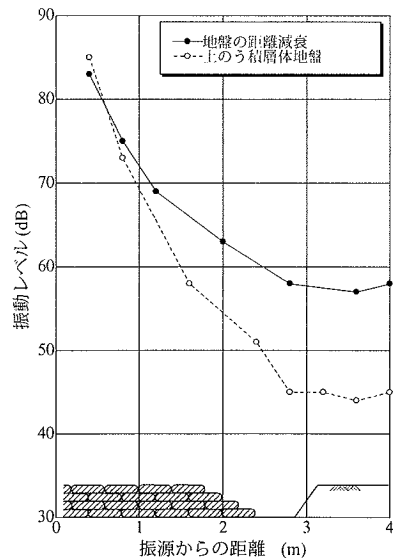


図-6 土のう積層体地盤から発振した場合の振動計測結果

る程激しく揺れるのに対して、横の土のうの上では水面にわずかに水紋が生じる程度であった。これらの結果は、土のうの個別性(一袋一袋バラバラであること)が横方向には振動を伝えにくいということを示している。

(3) 千鳥配置にした土のうの振動伝播特性

現場でよく用いられる施工方法である千鳥配置にした土のうの振動伝播を調べるため、図-4に示すように土のうを配置して振動実験を行った。起振機

は6Hzのものをを用い、振動の伝播は左右対称であると考え片側の土のうについてのみ振動加速度を計測した。土のうの中詰め材には白銀珪砂3号を用いた。センサーの配置は図-4に示すとおりである。

実験結果の実測値を図-4(a)に示す。図-2の鉛直に積んだ土のう積層体の結果より、鉛直方向には土のう1段を介す毎に振動加速度は50%に減小し、水平方向には土のうの中では40%に低減すると仮定して(この40%は実測値の傾向を見て定めた1つの仮定である)、振動加速度の伝播を試算した結果が図-4(b)である。この仮定の意図は、同じ40%の低減率(鉛直方向は50%の低減率)のもとで振動加速度の伝達状況が大略表現できるかどうかを試算するためである。なお、図-3の結果より横に隣接する土のう間には直接振動が伝わらないものとしている。具体的には、最上段の328gal(実測値と同じ)を始点として、鉛直下向きには土のう1段毎に半分の164gal, 82gal, 41galとし、水平横向きにはその164galの4割で66galとし、その66galを鉛直下向きに半分ずつの33gal, 16galとしていった。以下、同様にして容易に計算できる。実測値と試算値を比較すると、上述の加速度センサーの誤差の範囲で両者はほぼ対応しており、仮定した振動低減率の値(鉛直方向には50%, 水平方向には40%)が妥当であることを示している。

3. 発振源での振動抑制⁶⁾

振動を抑制するための方法は、主に、発振源・中間遮断・受振点の3点で検討される。そこで、これまでの実験より土のう積層体の数量を多くし、この3点での実験を行った。

まず発振源での振動抑制を想定し、実物大土のうを用いて土のう積層体地盤を築造し、その上で振動を発生させた。施工概要を図-5に示す。中詰め材には再生砕石RC-40を使用し、寸法40cm×40cm、高さ10cmの土のうを、千鳥配置で4段(8×8, 9×9, 10×10, 11×11列)積みにした土のう積層体を施工した。この土のう積層体上に起振機を設置し、図-5に示す測線に沿って、振動レベル計を40cmずつ移動させて計測を行った。起振機は、路盤の締固めに用いられるエンジン式プレートコンパクター(質量60kg, 振動数90Hz)を使用した(なお、振動レベル計の測定周波数範囲は1~80Hzであるが、実際の周波数特性は100Hz程度まで平坦であるので、振動数90Hzの振源も十分評価できる⁵⁾)。

土のう積層体上に起振機を設置して、発振させた

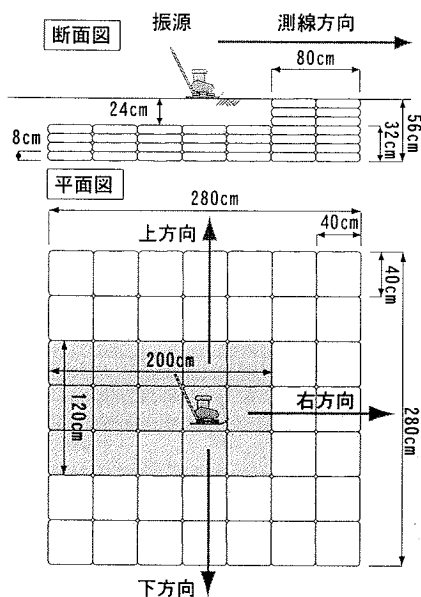


図-7 鉛直積みバリアーの施工概要

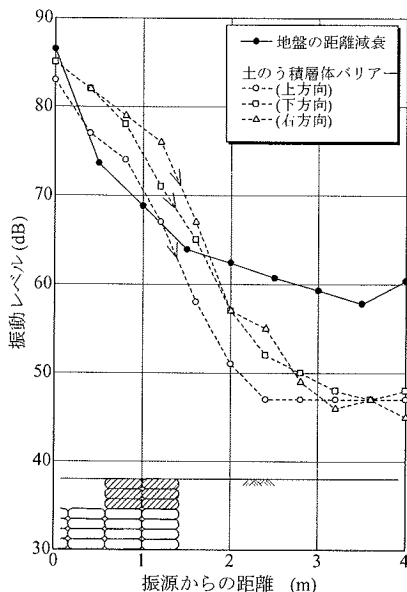


図-8 鉛直積みバリアーの振動計測結果(振源:電動式プレートコンパクター)

場合の振動計測結果を図-6に示す。実線は、土のう積層体を施工した場所のすぐ隣で、原地盤の距離減衰を計測した結果である。図-6より、土のう積層体上の発振源による振動減衰は、原地盤の距離減衰よりも大きくなっている。さらに、土のう積層体を越えて原地盤に移る振源から2.8mの距離では、地盤の距離減衰の振動レベルが58dBであるのに対し、土のう積層体上から振動を発生させた場合は、人体の感覚閾値である55dB以下の45dBへと減少し

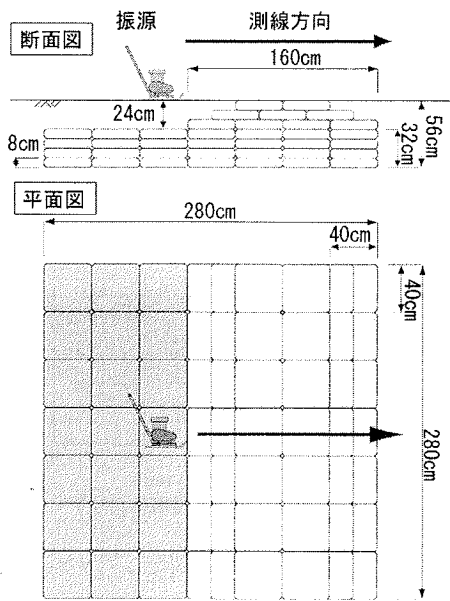


図-9 千鳥積みバリアーの施工概要

ており、土のう積層体は距離減衰より振動レベルを10dB以上（振動加速度を約1/3に）低減させる結果となった。この結果より、土のう積層体に直接起振機を載せて発振する場合には、効果的に振動を低減させることがわかる。

4. 中間点での振動遮断

(1) 対策工の検討⁷⁾

次に中間点での振動遮断を目的とした実験を行った。対策工の検討のため、施工形状の異なる2種類の対策工を施工し振動計測を行った。なお、設置した土のうの段数や深度は、現場での実用性を優先させて決定した。

a) 鉛直積みバリアーの施工概要と振動計測結果

図-7に示す防振対策工を施工し振動計測を行った。鉛直下向きに伝搬する振動を遮断するため、地表から24cmの深さに土のう（1袋のサイズ40cm×40cm×高さ8cm、）を7列×7列×4段（280cm×280cm×32cm）設置した。中詰め材には、道路工事の際に生じる現地発生土（25mmの篩いでふるった）を使用した。さらに水平方向に伝搬する振動を遮断するため、鉛直3段積み土のうを2列、バリアーとしてコの字型に配置した。振源には、電動式プレートコンパクター（質量25kg、周波数60Hz）とエ

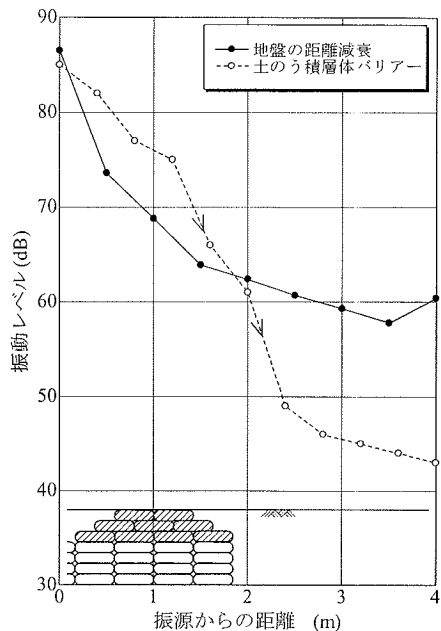


図-10 千鳥積みバリアーの振動計測結果（振源：電動式プレートコンパクター）

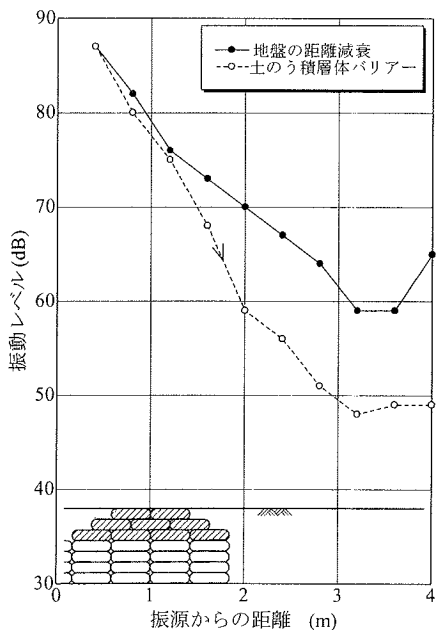


図-11 千鳥積みバリアーの振動計測結果（振源：エンジン式プレートコンパクター）

ンジン式プレートコンパクター（質量60kg、周波数90Hz）を使用した。測定は、図-7に示すように対策工の中央で振動を発生させ、バリアーを挟んで水平3方向に向かって測線を取り、各方向へ伝播する

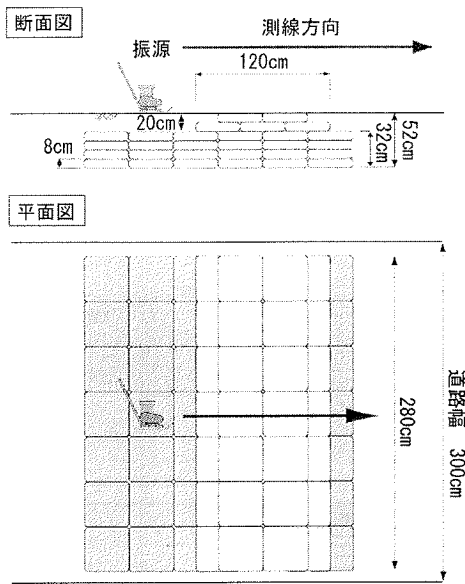


図-12 試験道路における土のう積層体バリアーの施工概要と測線方向

振動を振動レベル計（周波数特性は100Hz程度まで安定している）で測定した。また、振動は定常振動とみなし、一つのセンサーを測線に沿って振源から40cmずつ移動させながら計測を行った。

振源に電動式プレートコンパクターを用いた場合の振動計測結果を図-8に示す。実線は、対策工のすぐ近くで計測した地盤の距離減衰の値である。鉛直積みバリアーはコの字型に施工したので、図-7に示すように3方向に測線を取り計測を行った。対策工内から発振した場合と地盤の距離減衰を比較すると、3方向の測線のいずれにおいても、土のう積層体バリアーを超える付近から振動レベルが大きく減少しているのがわかる。対策工から数m離れた所では、10数dBという大きな差が見られた。

b) 千鳥積みバリアーの施工概要と振動計測結果

次に、図-9に示すようにバリアーの形状を、千鳥配置で3段積み（最上部から2列、3列、4列）に変更し、コの字型ではなく直線型で配置した。測定は、鉛直積みバリアーの場合と同じ条件で行った。土のうの中詰め材には現地発生土を使用した。

千鳥積みバリアーの場合の振動計測結果を図10、

11に示す。鉛直積みの場合と同様、土のう積層体バリアーを超える付近から振動レベルが大きく減少しているのが見られる。図10に示すように電動式プレートコンパクターの場合には約15dB、また、図11に示すように電動式より振動の大きいエンジン式プ

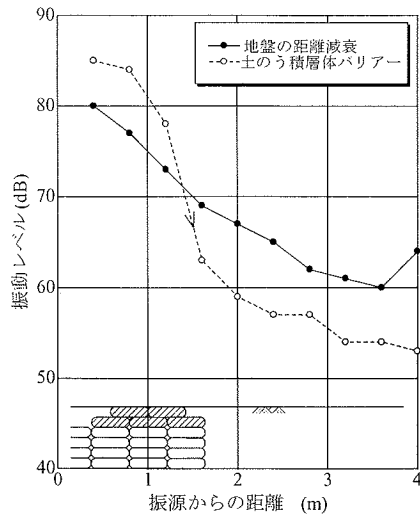


図-13 試験道路における土のう積層体バリアーの振動計測結果
(振源：エンジン式プレートコンパクター)

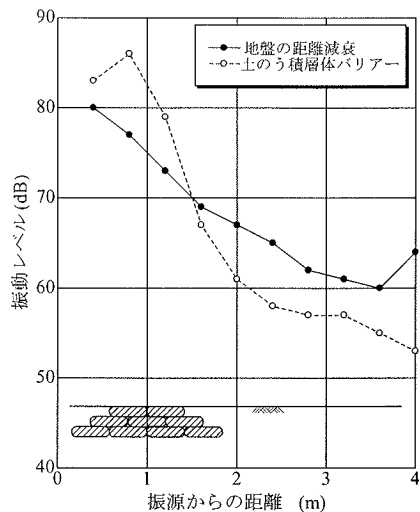


図-14 千鳥積みバリアーのみを施工した場合の振動計測結果（振源：エンジン式プレートコンパクター）

レートコンパクターの場合にも約10dB、距離減衰より振動が低減する結果となった。

(2) 試験道路での実験⁷⁾

これまで述べた実験結果に基づき、試験道路での実物大実験を行った。道路の表層付近に施工することを想定し、図-12に示すように地表から20cmの深さに土のうを4段（1段の高さ8cm×4段=32cm）設置した。また前記の実験結果よりバリアー部分は

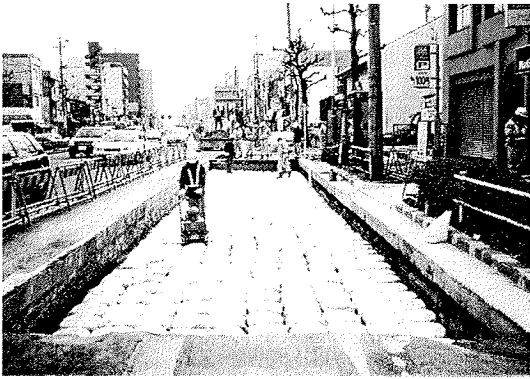


写真-1 幹線道路での土のう積層体を用いた防振工の施工の様子

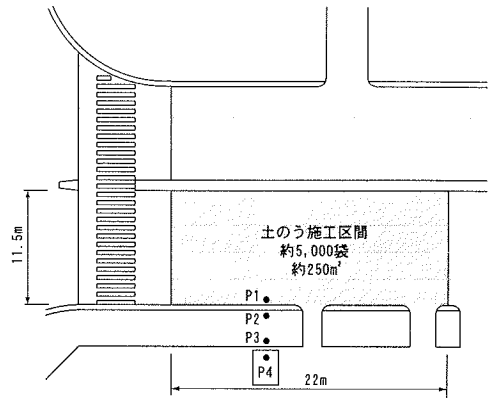


図-16 幹線道路での防振工の施工概要図（平面図）

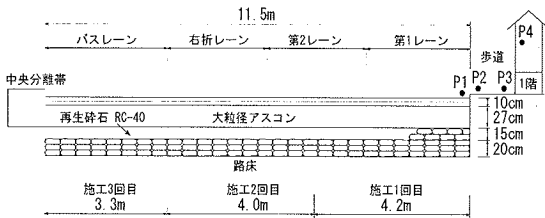


図-15 幹線道路での防振工の施工概要図（断面図）

千鳥配置とし、地表まで届くよう2段（最上部から2列、3列）設置した。振源には、エンジン式プレートコンパクター（質量60kg、周波数90Hz）を使用した。測定は振源の位置を固定して、振動レベル計を40cmごとに移動させて計測を行った。さらに、表面波のみを中間遮断することを想定して、土のうを地表から千鳥配置で3段（最上部から2列、3列、4列、1段の高さ8cm×3段=24cm）のみを配置した場合も施工して、振動計測を行った。なお、中詰め材には現地発生土を使用した。

振源にエンジン式プレートコンパクター（質量60kg、周波数90Hz）を使用した場合の振動計測結果を、図-13、14に示す。実線は対策工を行った場所と同じ試験道路内で、通常の施工条件で施工された部分（土のうなし）での振動計測結果であり、これを距離減衰とした。距離減衰と比較すると、対策工内から発振した振動は、土のう積層体バリアー通過後、距離減衰より大きな減衰特性を示している。特に、図-14に示すように地表面付近に3段千鳥配置しただけでも、5dB程度減衰しているのが見られる。

表-1 対策工施工前後の振動レベルの比較

測定位置	P1	P2	P3	P4
施工前	67dB	66dB	57dB	65dB
施工後	55dB	54dB	46dB	50dB

(3) 幹線道路での実験

前節の実験結果に基づいて、実際に使用されている幹線道路での施工を行った。写真-1に示す対策工施工現場は、道路幅約20mの幹線道路の交差点付近であるため、交通量が非常に多く、車両の停止動作による路面の凹凸が目立っていた。このことと基礎地盤の軟弱さのため、沿道の住民からの交通振動に対する苦情が出る場所であった。

対策工の概要は、図-15、16に示す通りである。層厚約40cmの路盤部の下の上層路床部に、土のう3段（高さ約20cm）を施工するとともに、振動伝達を極力防ぐために、歩道寄りのコンクリート製側溝との接点に土のうを2段（3列半と4列）を設置した。なお、アスファルト舗装の中には、施工時の熱のため土のう袋が溶けるので、土のうを設置することができない。計測は図-16に示す道路上のP1～P3とP4（沿道の鉄骨3階建ての民家の3階部分）の4箇所で振動レベル計を用いて行った。

計測結果を表-1に示す。表内の値はいずれも、施工前後の同時刻における10分間計測したものの最大値を示している。この計測結果より、対策工施工後の振動レベルの値は、すべての計測点で道路



写真-2 宅地造成現場での土のう積層体を用いた防振工の施工の様子

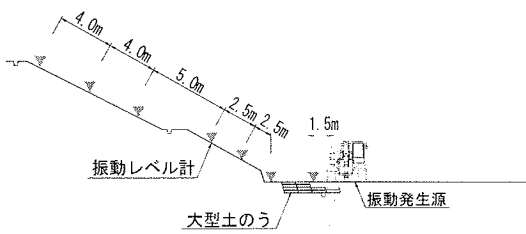


図-17 宅地造成現場での防振工の施工概要

交通振動における要請限度ではもっとも厳しい基準（夜間・第一種区域）となる、60dBを大きく下回っていることがわかる。なお、この振動計測結果は工事直後に行ったものであるため、きれいに整えられた路面状態でのものである。この状態が維持されるかどうか、今後とも長期にわたって振動計測を継続していく予定である。

(4) 住宅地造成現場での実験

宅地造成に伴う重機の作業により発生する振動が問題となる現場で、土のうを用いた振動対策工を施工した。（写真-2参照）。施工概要を図-17に示す。対策工には大型土のう（1m×1m×20cm）を使用し、振源と住宅地側の斜面を挟んで、大型土のうを2列に並べたものと3列に並べたものを施工した。なお、実験を行った場所には図-17に示すようにコンクリート擁壁があり、実験の際この擁壁が振動を増幅させないように、擁壁上に大型土のうを2段施工している。振源には、実際に現場で造成作業を行うブルドーザー（重量3tと重量11t）を走行させ、図-17に示す計測点にそれぞれ振動レベル計を設置し、ペン書きオシログラフを接続して同時に計測を

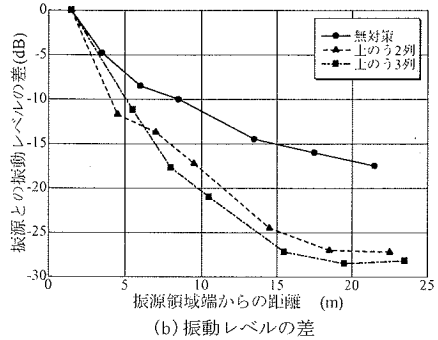
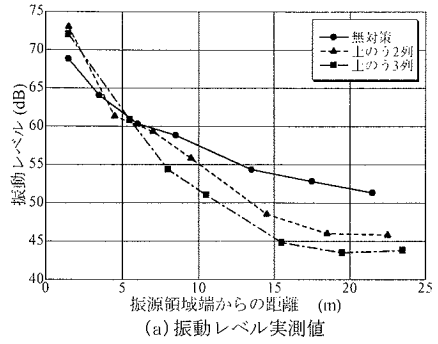


図-18 3tブルドーザーによる振動計測結果

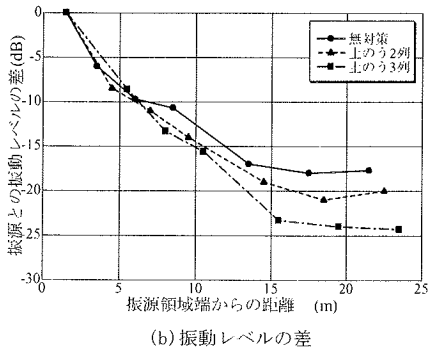
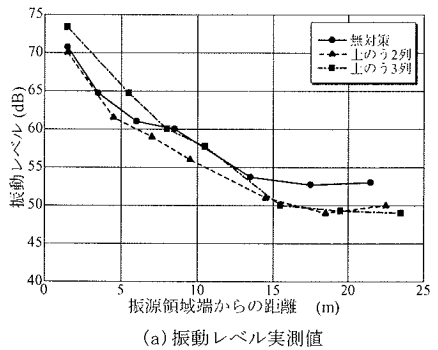


図-19 11tブルドーザーによる振動計測結果

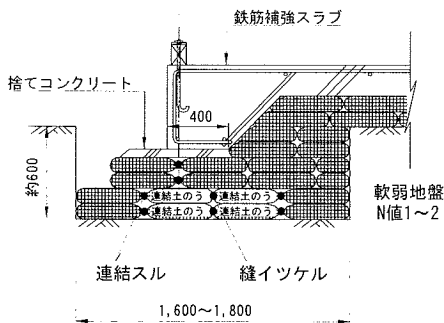


図-20 建物基礎礎を補強する土のう配置図

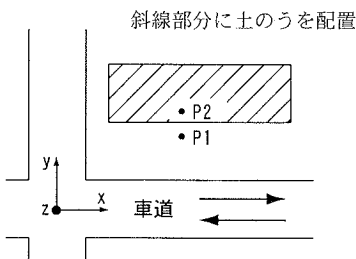


図-21 YM市における振動測定点

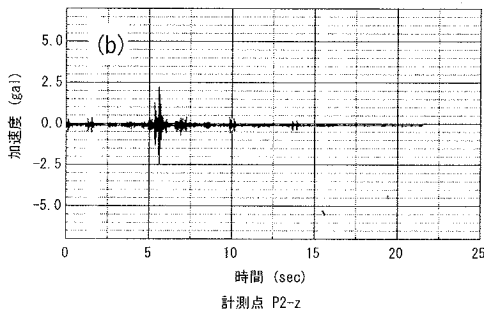
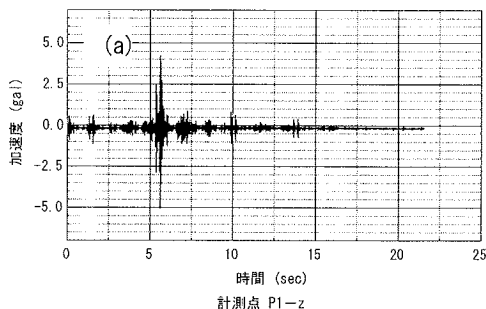


図-22 YM市における (a) 建物外と (b) 建物内の z 方向の加速度～時間関係

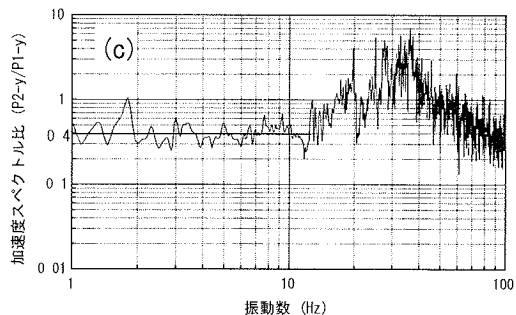
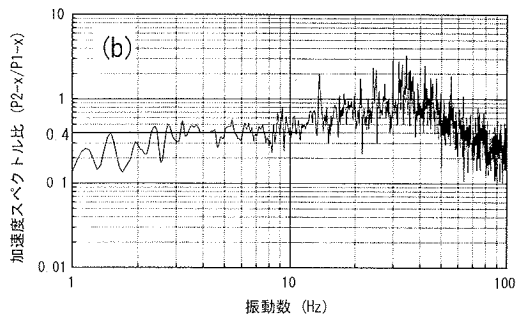
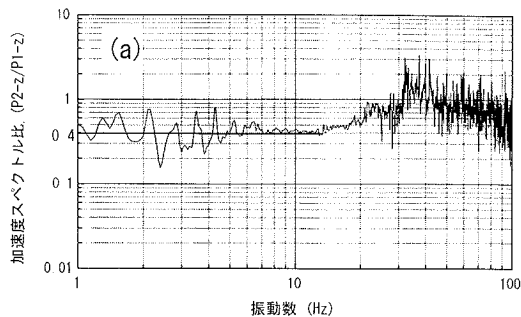


図-23 YM市における z, x, y 方向の加速度スペクトル比～振動数関係

行った。

計測結果を図-18, 19に示す。(a)図は振動レベル計の実測値,(b)図は振源直近の振動レベル計の計測値を0dBとし、各計測点の振動レベルの差で整理したグラフである。振源のブルドーザーが3tと11tのいずれの場合も、大型土のうを用いた防振工を施工した場合のほうが、実線で示す無対策の場合と比較して、大きな振動減衰を示すことがわかる。

5. 受振点での振動抑制³⁾

(1) 神奈川県 YM 市における振動計測

この建設箇所の地盤は、黒ぼくと呼ばれる火山灰

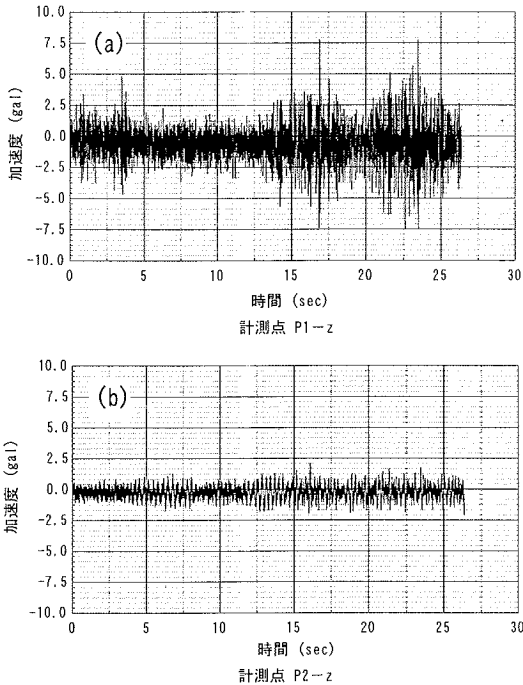


図-24 YC町における(a)建物外と(b)建物内のz方向の加速度～時間関係

性有機質粘性土で極めて軟弱な地盤であった。この黒ぼくを「土のう」の中に入れて並べ、1段毎に転圧機（バイブレーター）と木づちで締固めて積み上げ図-20に示すように施工し、その後振動計測（IMV製計測器を使用）を行った。図-21は振動計測点を示したものである。上記のように「土のう」で地盤補強をして建て直しを行った建物のすぐ外側の、「土のう」配置位置にかからない点P1と、「土のう」の上にある建物のすぐ内側の、カーペットをめくった1階の床面上の点P2で計測した。なお、地表面に垂直な方向をz方向、車道に沿う地表面方向をx方向、車道に直交する地表面方向をy方向とする。

図-22(a)は建物外の点P1でのz方向の振動加速度のある時刻における計測結果を示しており、図-22(b)は建物内の点P2でのz方向の振動加速度の同じ時刻における計測結果を示している。両図より、交通振動が、「土のう積層体基礎」を通じて建物の内部へ入ると、かなり減衰されているのが見ら

れる。また、図-23(a), (b), (c)は、どの振動数領域の振動加速度が減衰しているかを見るために、点P1と点P2で同時刻に計測した加速度からそれぞれの計測点での加速度スペクトルを算出し、点P2での値を点P1での値で除した加速度スペクトル比のグラフである。(a)はz方向、(b)はx方向、(c)はy方向の加速度スペクトル比を振動数に対して示している。(図-23(a), (b), (c)は振動数のバンド幅0.2Hzで平滑化している)。なお、加速度スペクトル比が1というのは減衰していないことを意味している。図-23(a), (b), (c)より、z, x, y方向とも振動数1~10Hz程度の範囲で加速度スペクトル比が半分以下(0.4程度)に減衰しているのが見られる。人間の体感レベルが高い振動数(人間が振動をよく感じる振動数)が4~8Hzといわれており、木造建築の共振振動数が数Hz(10Hz以下)であることを考えると、これは環境振動に対して意義のある実験結果である。(この地点で計測した加速度の20Hz以上の帯域の周波数成分は非常に小さい値であるため、スペクトル比をとるとかなりのばらつきが見られるが、点P1と点P2の20~100Hzの範囲のスペクトルはほぼ等しい。)

なお、この建物は建て替えによって新築されたものであり、以前のほぼ同じ規模の建物(土のうによる地盤補強を施していない)では、生活に支障をきたす程の交通振動(コップの水が振動でこぼれることもある)を感じていたとのことであり、土のうによる地盤補強が交通振動の低減に効果的であることが実証された一例と言える。

(2) 茨城県 YC 町における振動計測結果

建物建設箇所はN値=1~2程度の軟弱地盤であったので、図-20と同様の土のう配置を用いて地盤補強を行った。振動計測点は、車道から少し離れている(20~30m程度)点を除いては図-22と同様であって、建物外の点P1と建物内の1階床面上の点P2で計測した。なお、z, x, y方向は前述のものと同じ定義である。図-24(a), (b)は、それぞれ建物外の点P1と建物内の点P2でのz方向の振動加速度の同じ時刻における計測結果を示している。両図を比較すれば、交通振動が「土のう」を通過して建物内部へ入ると、相当減衰されるのがみられる。

振動低減のメカニズムについては、いまのところ軟弱地盤中の固い袋状物の存在による振動の入力損失、袋状物間に不連続性(隙間)を有する袋状物積層体の微小変形による振動エネルギーの吸収・減衰などを考えている。

6. まとめ

一連の実験から、土のうを用いた振動対策工の有効性を確認することができた。そして以下の結果が得られた。

1) 土のうは特異な振動伝播特性を持っている。鉛直振動による、土のう自体の幅の微小な拡大や縮小（リバウンド）運動とそれに伴う中詰め材の摩擦などによって振動エネルギーを吸収すると共に、土のう間の不連続面によってその減衰された振動を隣接する土のうへ伝えにくくしていると考えられる。このことは、土のうの持つ”しなやかさ”の利点の1つと言えよう。

2) 土のう積層体を発振源での振動対策工とする場合、発生した振動の大部分を、直接土のう積層体に伝えることができ、1)で述べた土のうの振動減衰特性を十分に発揮できるため、振動抑制効果の高い防振工とすることができる。

3) 中間遮断を目的として土のう積層体を用いる場合、土のう積層体の周囲の地盤を伝わる振動を考慮する必要がある。土のうは施工形状を自由に換えられるため、振動の伝搬経路に土のうが配置されるよう、現場にあわせて施工することにより、大きな防振効果が得られた。

4) 受振点での振動対策工では、土のう積層体を建物基礎に用いた場合について検討した。近隣の道路から発生する交通振動の伝搬は、土のう積層体を介することにより、建物内では大きく減衰する。また、人が感じやすい10Hz以下の周波数帯域の振動を、よく減衰させるという興味深い結果が得られた。

今後の課題として、土のうと地盤の材料定数が検討結果に与える影響や、伝播する波動の波長と土の

う積層体の規模の関係を明確にする必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたりご協力いただいた名古屋市緑政土木局道路維持課、愛知県道路公社、都市基盤整備公団中部支社造成影響検討委員会、大有建設(株)、富士エンジニアリング(株)、大林組・太啓建設JVの関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 環境省環境管理局大気生活環境室：平成13年度振動規制法施行状況調査について
- 2) 通商産業省環境立地局監修：公害防止の技術と法規，pp.100,1996.
- 3) 松岡元，山口啓三郎，劉斯宏：性能表示された土のう（ソルバック）による建物の防振対策，基礎工，Vol.30, No.1, pp.64-67,2002.
- 4) 松岡元，村松大輔，井上泰介，劉斯宏：土のう積層体による振動負荷の低減法，第38回地盤工学研究発表会講演集，pp.2265～2266,2003.7.
- 5) 吉川教治：環境振動測定器と取り扱い上の留意点，騒音制御，Vol.24, No.6, pp.382～384,2000.12
- 6) 松岡元，劉斯宏，村松大輔，井上泰介：土のう積層体を用いた環境振動低減法，第38回地盤工学研究発表会講演集，pp.2269～2270,2003.7.
- 7) 松岡元，劉斯宏，村松大輔，井上泰介，安藤裕之，浅野耕司，谷口憲夫：第38回地盤工学研究発表会講演集，pp.2267～2268,2003.7.

(2003.6.16 受付)

REDUCTION OF ENVIRONMENTAL GROUND VIBRATION BY SOILBAGS

Hajime MATSUOKA, Daisuke MURAMATSU, Sihong LIU and Taisuke INOUE

Up to now, it has been found experimentally and theoretically that soilbags have extremely high strength. They have already been applied to construct permanent structures. It has been reported from several construction sites that the vibration of the buildings induced by the traffic is reduced greatly after the reinforcement of their ground foundations by soilbags. In this study, a series of experiments were performed to investigate the applicability of using soilbags to reduce environmental vibrations. In general, the vibration reduction measures are taken at the place of vibration source, on the propagation path and at the place of vibration reception. The tests were carried out by arranging soilbags with different arrangement in the three different places. It is found that soilbags arranged in each of the three places are effective to reduce vibrations.