

壁体自身の振動による裏込土圧の実測

—地震時土圧に関する実験的研究(第2報)—

准 員 丹 羽 新*

要旨 土圧を受けつつある壁体の天バに水平加振力を作用させた時、壁に作用する横方向の裏込土圧並びに壁体の振動状態を実測したものである。得られた結果は壁が人工地震発生装置¹⁾による定常地震動を受けた場合に、これに作用する地震時土圧の諸性質を明らかにする上に一つの手掛りを与えるものである。

1. 緒言

地震時土圧に関する研究の第一段階として筆者らはさきに人工地震発生装置、一連の振動土圧測定装置並びに試験壁体などをこしらえて試験的な実験をいくつか行い、振動土圧もはつきりと測定されている²⁾。しかしそれらの結果についてみると、土圧の変化部分が静的土圧の大きさに比べて余り大きくない。これは新しくつくつた振動土圧計をテストする立場からすれば多少物足りない感があるので、もつと大きな振動土圧をつくつて、それを測つてみたいと考えるのも無理からぬことであろう。そこで振動土圧計を取付けた試験壁体の天バに小型の起振機を取付け、その壁体自身を振動源とした場合の土圧を測つてみることにした。

一体壁体を中心に考えてみたとき人工地震発生装置によつて地盤に振動が起され、その地盤から壁体が振動を受ける場合と、壁体が振動源となつて振動を地盤に与える場合とが考えられる。かねがねこれら二つの場合に関する実験は相たずさえて行わなければならないと考えていたので、前者を—まず経験した今、後者を行う機運が前述の理由も加わつて急に熟した次第である。今ここに報告するのは後者に関する第一歩の実験結果であつて、未だ振動土圧に関する概括的結論を得るほど進んではいない。しかしこのような生のデータは、研究の出発点となる測定装置の確立のためにも、また地震時土圧そのものを明らかにするためにも決して軽んじられてはならないと思う。

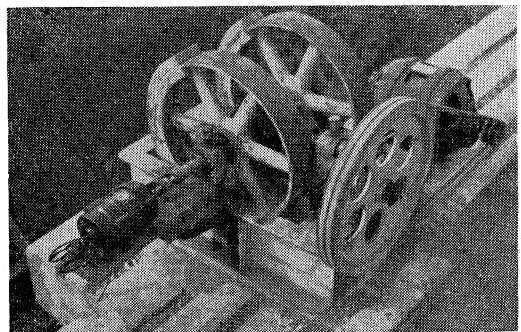
なお一言次のことを付け加えておきたい。すなわちここに報告する振動土圧を振動部分と静的部分(平均値)に分けて考えると、後者は擁壁が静的に受ける土圧であつて、これは普通考えられているような簡単な水圧形質のものではないということである。しかしてこれは特異な、あるいは測定装置などの責めに帰せられるようなものではなく、過去数年間にわたり当部において行つた数多くの室内並びに屋外実験のなかに、はつきり出ている姿と同性質のものである。

2. 実験装置および方法

この実験は壁体の天バ中央に起振機を取付けてこの部分に水平加振力を作用させ、鉛直壁面に取付けた土圧計により振動土圧(水平方向)を測定し同時に壁体の振動を記録したものである。

これに用いた起振機は写真—1に示すように水平軸のまわりに互いに逆方向に回転する動輪二個をもち、この動輪に鉛製の偏心質量が取付けられている。これら二個の動輪は位相可変式になつており、動輪径 21 cm, 偏心質量 30 kg (二輪合計), 偏心量 18.3 cm であり駆動には 3 HP の三相誘導電動機を用いた。また本実験においては終始 5.75 C.P.S. の定常水平振動を用いた。なお写真—1の左手に見られるように、動輪主軸に直結して Phase Mark Contact, およびセルシン発電機が取付けられている。前者は強制力の位相を知るために、後者は振動土圧記録装置のドラムを起振機動輪と同期回転させるためのものである。写真—2に壁体および天バに取付けた起振機を示す。壁体および本実験に用いた測定器などに関しては、本学会論文集 第 38 号に報告したとおりである。これらの測定器は図—1 および図—2 に示すように配置されている。すなわち壁体鉛直面に二列に計六個の地震時土圧計を千鳥型に取付け、壁の天バと底部礎段中央部に加速度計を、同じく壁の端部寄りの天バと底部に相対変位計を取付けた。(壁体平面図に関しては前掲

写真—1 起振機



るためのものである。写真—2に壁体および天バに取付けた起振機を示す。壁体および本実験に用いた測定器などに関しては、本学会論文集 第 38 号に報告したとおりである。これらの測定器は図—1 および図—2 に示すように配置されている。すなわち壁体鉛直面に二列に計六個の地震時土圧計を千鳥型に取付け、壁の天バと底部礎段中央部に加速度計を、同じく壁の端部寄りの天バと底部に相対変位計を取付けた。(壁体平面図に関しては前掲

* 運輸技官, 運輸技術研究所港湾施設部

写真-2 壁体および起振機

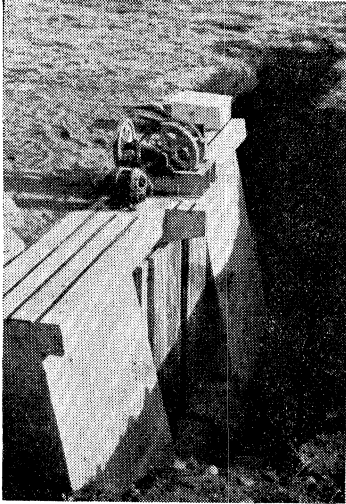


図-1 測定器配置図

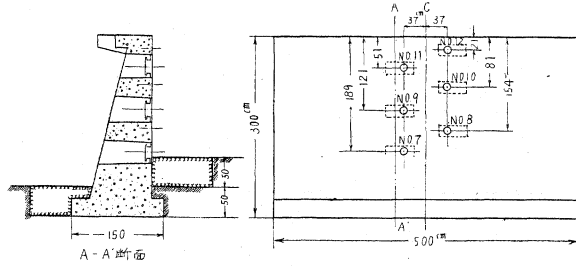
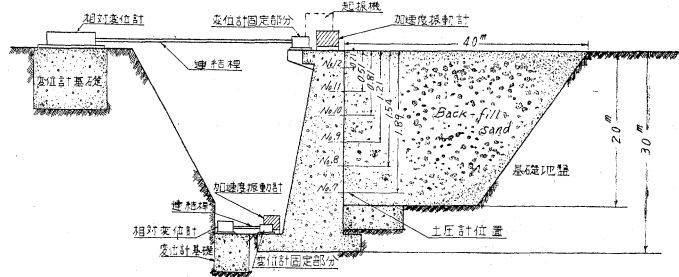


図-2 土圧計配置詳細図



報告参照)

3. 実験結果および考察

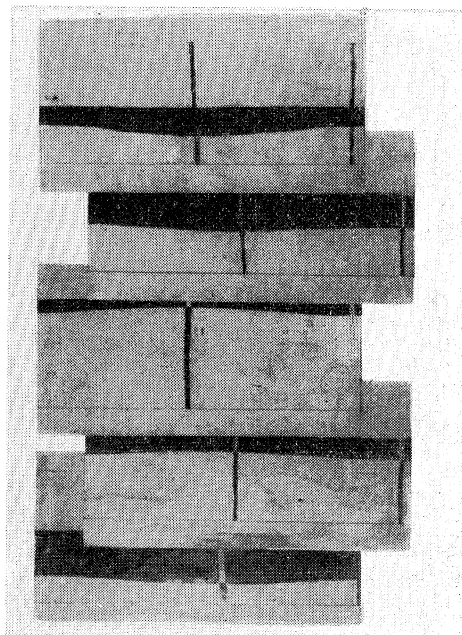
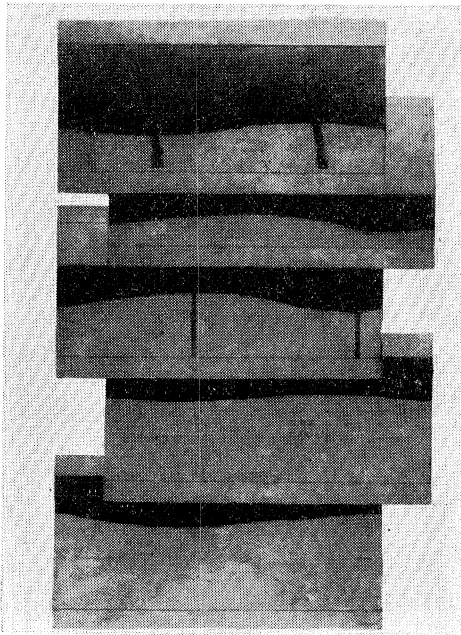
起振機を回転して壁の天バ中央部

に 5.75 C.P.S. の定常加振力を加えた時、壁面に作用する振動土圧波形の記録の一例を写真-3, 4, 5 に示す。六個の土圧計の内 No. 8 土圧計は故障のため測定することができず、前掲写真中五枚の記録はいずれも下より No. 7, 9, 10, 11, 12 の土圧計記録である。記録の中に見られる縦の黒線は、強制力の極大および極小の位相を示すものである。写真-3 の実験における裏込は多摩川砂で、約半年前に投入しその後自然状態に放置されたものであり、写真-4 のものは土圧計 No. 9 の設置位置まで裏込を掘り取り、後再び注水しながら足で充分踏み固めながら填充したものである。また写真-5 の実験は写真-4 の実験に引き続いて行つたもので、裏込には手をふれていない。

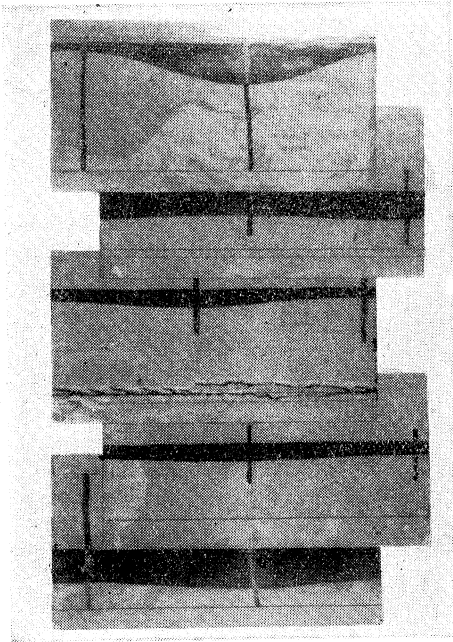
これらの記録紙上に描かれた波形を土圧計および記録装置の Calibration Curve を用いて土圧強度に換算し、強制力の位相にあわせて図示すれば図-3 を得る。この図には強制力、壁体の天バおよび底部における加速度と

写真-3 振動土圧の記録 (1)

写真-4 振動土圧の記録 (2)



写真一五 振動土圧の記録(3)



相対変位の値をも同時に示す。この実験では相対変位計の基礎はほとんど振動しないので、この値をもつて壁の絶対変位とみなし得る。壁体の振動記録によれば強制力とおのおのの振動との間の位相差は認められず、変位は上下共にほとんど完全な正弦波であるが、極点付近にわずかに含まれている調波が加速度記録に大きく表われている。土圧波形の位相も最も地表に近い土圧計 No. 12 の記録を除けば、強制力との間の位相差は認められない。

次にこの図を用いて振動中の最大および最小土圧、振動前後における静土圧の鉛直方向の分布を図示すれば 図-4, 5, 6 のようになる。ここで図-4 に示す分布形状が他の二つに比べて著しく異なるのは、上述のように裏込の状態が他のものと異なり過去における履歴を多分にもつていたことに起因すると考えられる。また振動後の静土圧がはなはだ小さく壁上半部でほとんど零であるのは裏込が自立する能力をもち、かつこれと壁との間にわずかな空隙を生じたためと考えられる。これに反して 図-5, 6 に示すものは裏込を入れかえた直後であるため自立する能力をもたず、従つて上記のものに比べて振動後の土圧がさして減少しないのであろう。これら三枚の図より裏込が砂である場合次のことが明らかに認められる。

1) 裏込の状態、振動前に作用する静土圧強度、砂深、のいかんにかかわらず振動土圧の複振幅は、壁面上の各点において常にほぼ一定である。特に壁の天バと底部における水平変位量が著しく異なるにもかかわらず、土圧の変化部分がほぼ一定値であるのは注目すべき事柄である。

図-3 振動土圧と壁体の振動波形

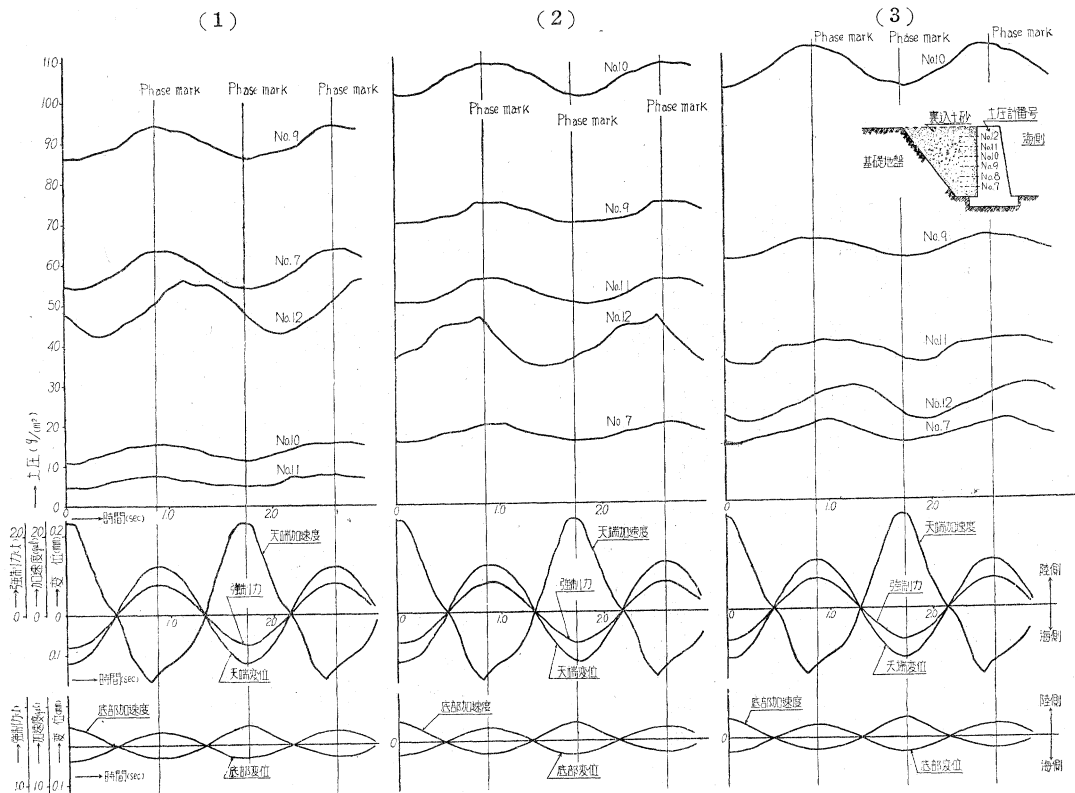


図-4 土圧の鉛直分布 (1)

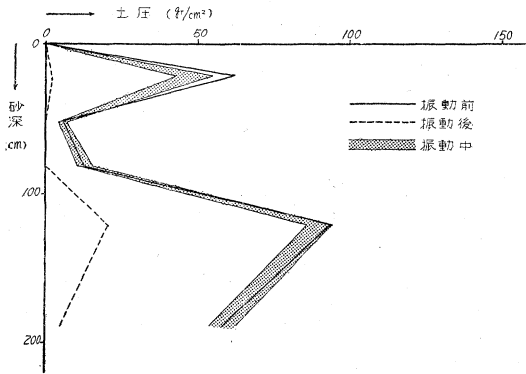


図-5 土圧の鉛直分布 (2)

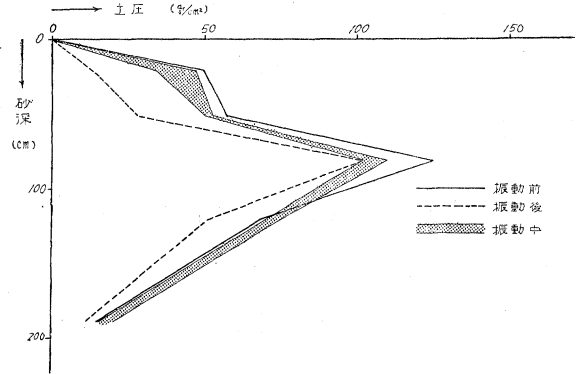


図-6 土圧の鉛直分布 (3)

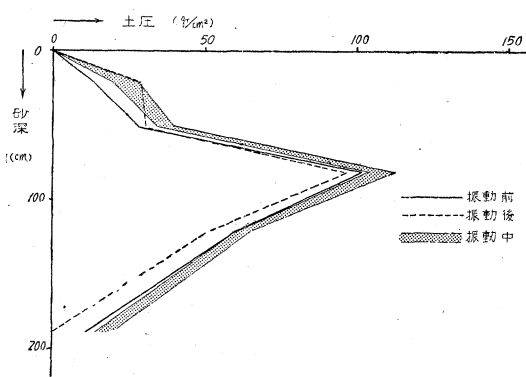
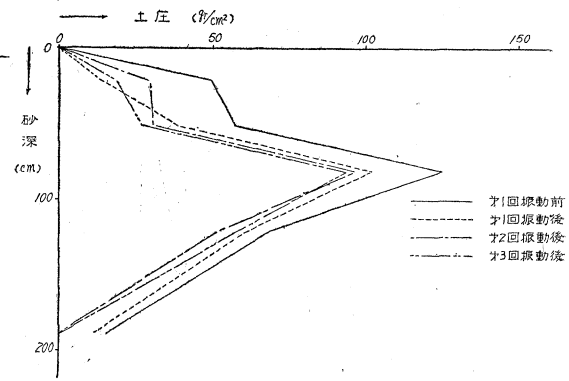


図-7 裏込入れかえ後における振動前後の静土圧分布



2) 振動中における平均土圧分布の形状は常に振動前の静土圧分布とはほぼ相似であつて、分布形状、絶対値とも著しい変化はない。

3) 一二の例外を除いて、振動後の土圧は振動前のそれに比べて必ず減少している。上述した裏込入れかえ後連続して行つた三回の実験について、振動前および振動後の土圧を図示して図-7を得る。これによつて上にのべた現象は一層明らかであり、振動前後の土圧分布はこの場合ほぼ相似であることがわかる。

4. 結 び

以上壁体を振動源として裏込が砂である場合、壁面に作用する振動土圧に関する二三の性質を述べたが、これらは静的な土圧現象とかなり異なつたものであると考えられる。特に前項 1) に述べた性質は今後の実験に重要な意義を与えるものであろう。なお裏込の状態をさらに広範にかえたり、あるいは裏込材料をかえたりすればまた異なつた性質を示すであろう。これらに関する実験や壁体そのものの振動特性は、諸測定器の改良とともに今後に残された問題である。

この実験を進めて行く上に、常に各種の御指導を賜つた学習院大学理学部近藤正夫博士、当研究所市原松平室長に深く感謝するとともに、実験に協力された当研究室山川達也君に厚く御礼申し上げたい。

参 考 文 献

1), 2) M. Kondo, G. Hasegawa, M. Ichih-ara, and S. Niwa: "Researches on Earth Pressures Part I" Report of Transportation Technical Research Institute, No. 15, May 1955

市原松平, 丹羽新: 人工地震発生装置および地震時土圧測定装置について, 土木学会論文集, 第38号, 昭和31年10月