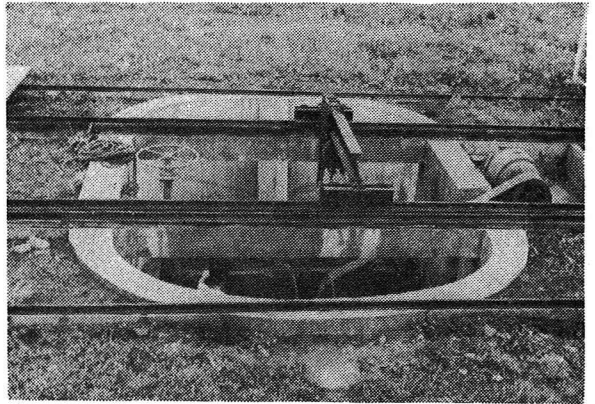
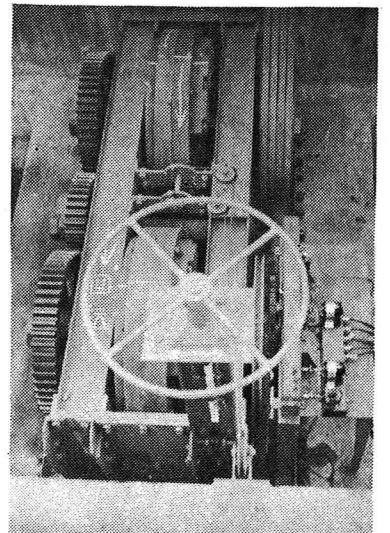


岸壁あるいは地上の各種土留擁壁、地下室など土圧が主な外力になるような構造物を合理的に設計するためには、これらの構造物に作用する地震時土圧、および地震時における壁体の運動を正しく理解しなければならぬ。その第一歩として現象そのものを正しく観察することから手をつけることとした。具体的には、(1)自然地震を待たずに随時実験できるように人工地震発生装置をつくること。(2)自然の情報を素直に与えてくれる測定法を確立し、これをルーチンに駆使できるように具体化すること。の二点から着手した。1953年初頭、まず人工地震発生装置の試運転に成功し、その後地震時土圧測定装置の試作に専念し、1955年末になって一応の見通しを得た。二次的に必要な諸測定器の改造や予備実験を繰返えし、1957年9月頃から振動土圧の測定がたやすく正確に行い得るようになり、その後組織的に実験を進めていく。



写真一

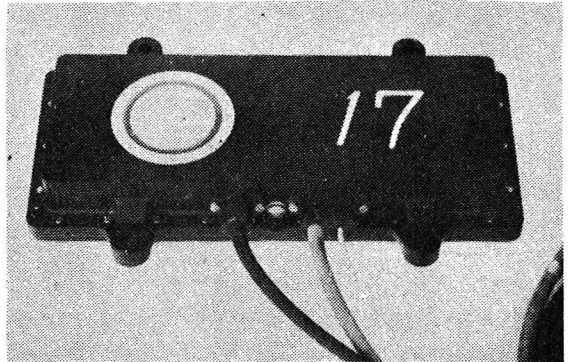
[[I]] 振動土圧の実験を行うために従来から種々な加振の方法が採られてきたが、そのいづれの方法も地盤そのものを大きく継続してゆすぶることはできなかった。われわれが運輸技術研究所(東京都三鷹市)内に完成した人工地震発生装置は写真一に示すように、地表面下にこしらえた断面長円形の鉄筋コンクリート椀形構造物の中で、写真二のように不平衡質量を回転させるものであつて、この装置の最も特色とするところは、地盤そのものに定常地震動を起し得る点である。いうまでもなく自然地震は典型的な過渡振動であるが、最初からこのような非定常現象と取り組むことは、いたずらに問題を錯綜させるおそれがあると考へ、複雑な天然の地震動を簡単な定常振動に置き代えて現象の理解を容易ならしめようとしたのである。この他にこの起震機を計画するに当つて特に留意した点は、(1)なるべく週期の長い振動を起すこと。できれば人工地震の週期を附近地盤の固有週期に接近させ、地盤の共振を利用して振動効果を大きくすること。(2)なるべく起振力を大きくすること。(3)地盤全体に均一に振動を伝える局部応力を小さくすること。などである。一方人工地震発生装置を用いて地盤中の波動伝播の問題を取扱



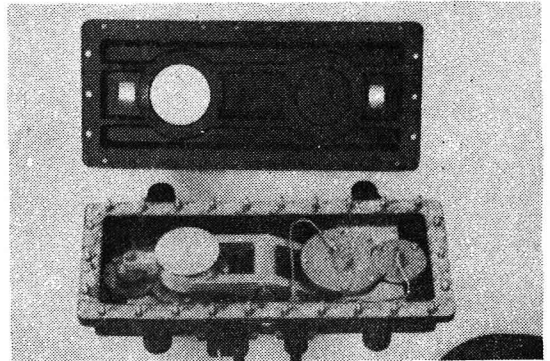
写真二

ふことができ、地盤の動的性質を知る上で一つの手掛りを与えるものと思われる。この装置を6 C.P.S.で回転した時の最大水平加速度は、震源で約300 gal、試験壁体の壁頂で100 gal程度である。

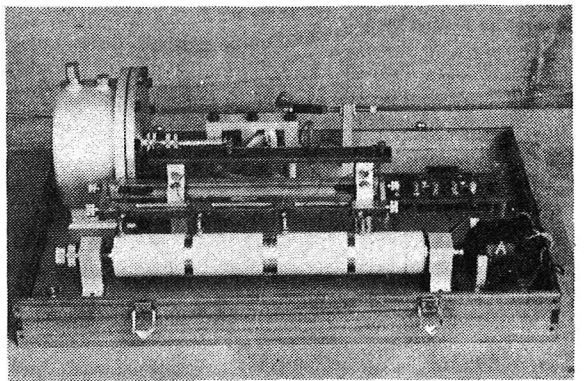
【II】次に振動土圧の測定器を計画するに当つては特に次の二点に注目した。すなわち、(1)測らんとする現象が定常であるから、定常振動に対して特に偉力を發揮するものであること。—たとえ極端な非定常振動に対しては無効であつても。—(2)土圧の長期測定を行うために、使用する土圧計の特性が長期にわたつて一定不変であること。である。(2)の点に關して、著者らの研究室ではGoldbeck型土圧計、をお種試作し7年以上も各方面で使用してきた。この土圧計は、(1)土圧を他の物理量に変換せず、任意に制御し得る空気圧に直接置換するために、そのCalibration Curveの勾配は土圧計の幾何学的な形状だけによつて定まり、土圧計がその形状を変えないう限り原理的に一定不変である。(2)従つて外部からの不明確要素による攪乱は皆無に近づく。(3)電気接点による“on-off”判別を使用しているために土圧の絶対値の把握が確實かつ容易である。(4)いわゆる“揺り込み”の影響を排除し得る。などの点においてすぐれている。勿論この型は静土圧しか測れないものであるが、この基礎の上に更にDummy Weightおよび「Farnboroの高速指圧計の原理」を導入することによつて、振動土圧をも測定出来るように發展させたのである。字真-3にこの地震時土圧計の外観を示す。字真-4はその内部で左側がDummyである。Dummy Weightは土圧計の受圧板に作用する慣性力を打消すために、全く同一の受圧機構を中心支軸に対して真対照の位置に配置したものである。こうすることによつて、あらゆる受圧器が宿命的に持つ測定上有害な受圧板の慣性質量の影響からのがれることができた。「Farnboroの高速指圧計の原理」は、受圧板に加わる振動圧力の各瞬時値に対して応答を与えるものではなく、振動圧力のある一つのサイクルのある位相に応ずる圧力が、標準圧力よりも高いか低いかのみを記録し、新時各位相についてこの操作



字真-3



字真-4



字真-5

を繰返えし、振動圧力の一サイクルを描くものである。この方式で測れる地震動は必ずしも正弦的である必要はなく、たゞ定常的に繰返えすもの、すなわち週期函数であればよいのである。写真-5に地震時土圧の記録器を示す。

Ⅲ 写真-6は試験壁体に取り付けられた土圧計を示す。この他に壁体の中央断面の底面にNo. 4, 5, 6, 3台の土圧計が埋殺しになっていて底面反力を測定している。

Ⅳ 以上のⅠ人工地震発生装置、Ⅱ地震時土圧計およびその記録器、Ⅲ試験壁体、の三要素を総合して得られた振動土圧の記録の一例を写真-7に示す。これは現象が如何に完全に定常的であり、計器がうまく作動しているかを示すものである。またまた写真-8のような波形の“乱れ”(矢印で示す箇所)が見受けられる記録が撮れることがある。この“乱れ”は計器の不健全さの故であるときめつけることが普通であり、またイメージな途であらう。しかしわれわれにはどうしてもそうは考えられず、この波形の“乱れ”が実は忠実に土圧を記録したものとしたら、その土圧は一体どんなものであるかを詳細に検討してみた。その結果振動土圧は大體定常振動的であるが、時々振動中の平均土圧が上下に変動するものであると解釈すれば、極めて無理なく“乱れ”が理解でき、しかもこの平均土圧の変動の量も測定し得ることになる。例えば写真-8(Ⅱ)の例では、平均圧力 135 g/cm^2 、振動圧力の複振巾 11 g/cm^2 、平均圧力の上昇量 1.4 g/cm^2 であり、平均圧力の1%の変動を記録したものと成る。この土圧計は実は定常型の計器として計画され

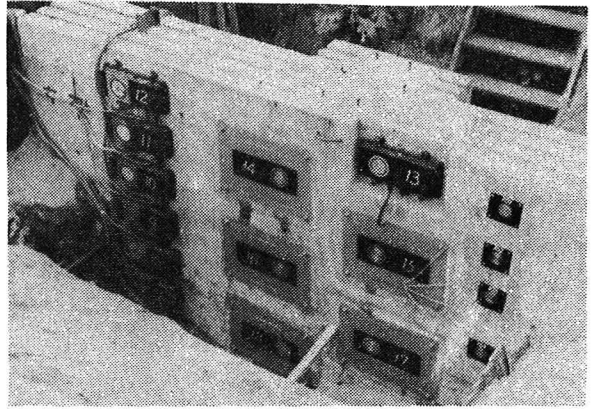


写真-6

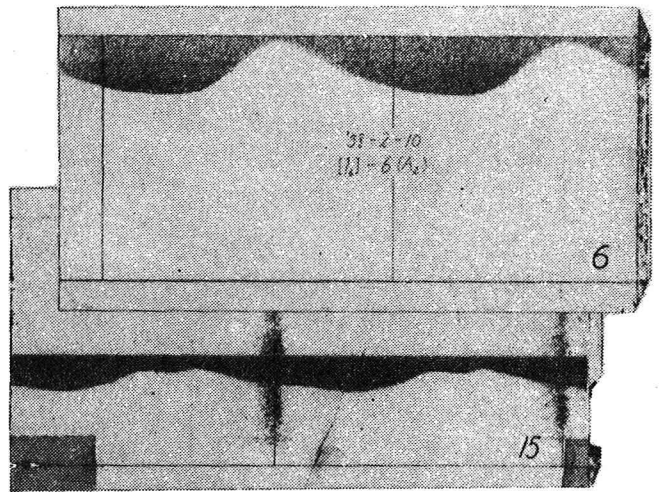


写真-7

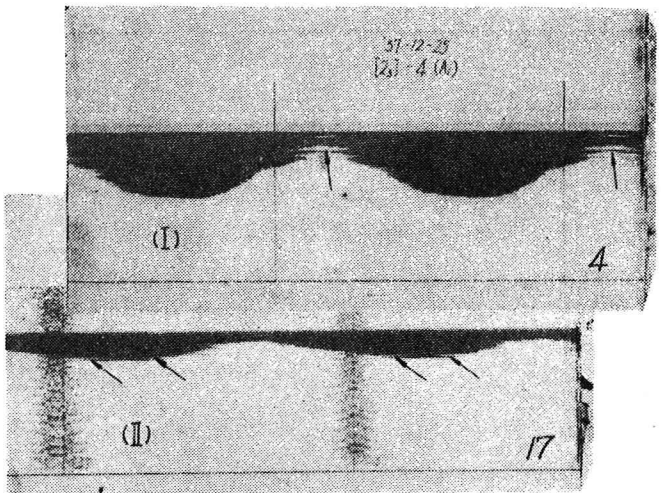


写真-8

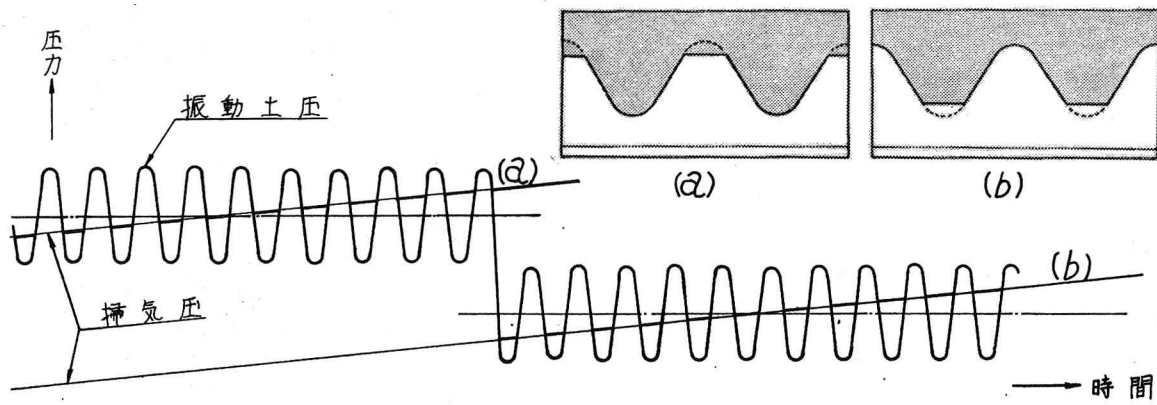
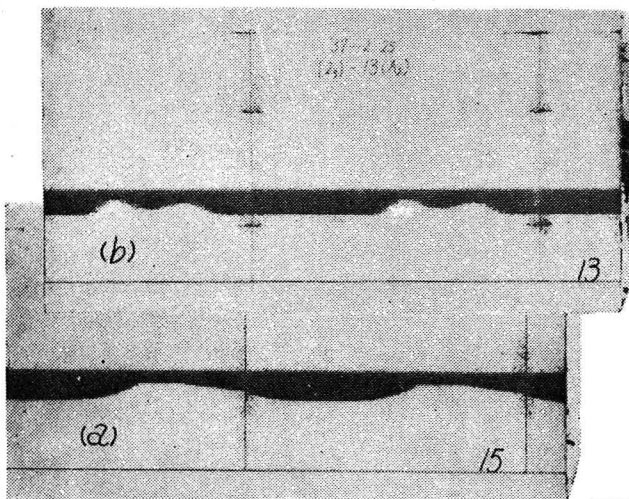
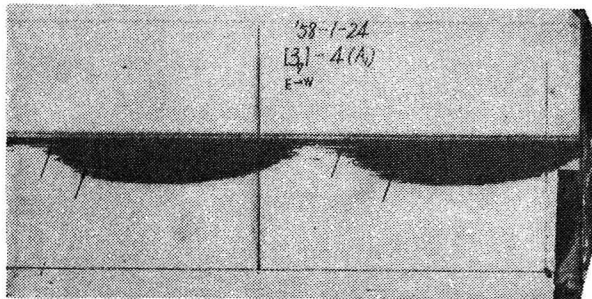


図-1

たものであることは上述の通りであるが、現象が極端な過渡振動である場合を除いてある種の非定常振動に対しても、有効に動作するものであることがわかった次第である。一例として図-1(a)に図解したように、波形を描きつつある最中に平均圧力が急に低下すれば、その後土圧計の接点とは終始"open"の状態に転じ、従つて記録紙は連続して黒くなる。故に波形はこの点で直線状に切れる筈である。字真-9(a)に波頂が直線状に切れた記録の例を示す。また同図(b)のように波形記録開始前に平均圧力が低下して、掃気圧と振動波形とが急に交わるとこの点から波形が描かれ始め、波形がこの点で直線状に切れた記録が得られる筈である。字真-9(b)に波底が直線状に切れた記録の例を示す。また字真-10は平均圧力の上昇に位相推移が伴つてゐると考えられる場合の例である。



字真-9



字真-10

本講演では上述の人工地震発生装置、地震時土圧計を用いて得られた記録のなかの代表的なものに因りて、それをどのように見、どのように読みとるかについて述べよう。これはとりもなほさず振動土圧というものが、どんな姿を持つものであるかということを描べることである。

以上