

国鉄構造物設計事務所 正員 田村浩一

○小森 博

1. 概況

信越本線犀川橋りょうの長野方面旧コンクリート橋台を利用し、地震時主働土圧を観測する目的を以て図-1のように計器を配置し、41年12月末より観測を開始した。計器設置のため橋台背面は下部を除き機械掘りにより大きく掘削し、計器設置後締め固めつつ埋戻しを実施した。また橋台

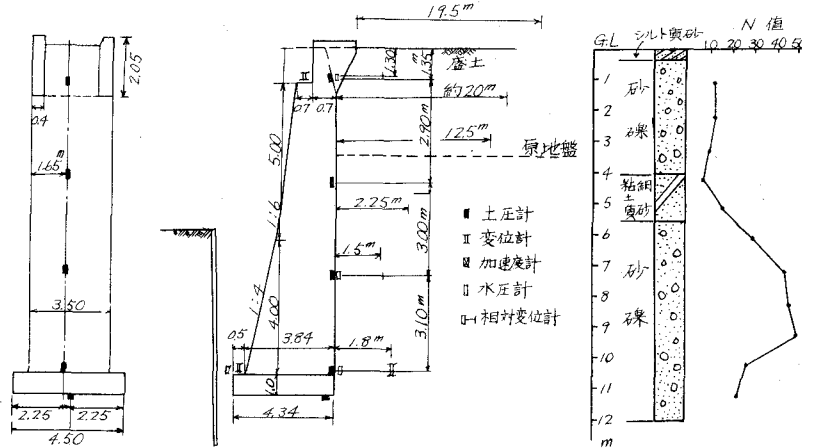


図-1 犀川旧橋台計器取付位置及び土質柱状図

前面は矢板根掘りのままとし、土圧を受けない構造としている。現地の地質は基礎および盛土資料とも玉石交り砂礫であつて、N値は40前後である。

2. 測定計器 土圧計、変位計および加速度計は差動トランス型とし、電磁オシログラフで記録した。電磁オシログラフの始動は機械式スターターと加速度計によつた。測定範囲は土圧計0~4kgf/cm²、変位計±8mm、加速度計±0.3gのものを使用した。変位計および加速度計はそれらの周波数特性からみて、それぞれ、1.2%以上、および15%以下の振動に対しては、感度はほぼ一定とみなすことができる。

3. 観測結果 41年度までに観測された記録について整理したものを報告する。記録された地震は最大10gal程度で小さい。以下に述べる加速度、変位、土圧は一つの地震における最大応答を示す付近の3波の平均を求めたものであり、ほぼ同時刻の記録を比較したものである。

1) 加速度と動土圧 図-2, 3, 4は、原地盤の加速度(壁面に直角方向)と動土圧の関係を示したものである。加速度と土圧は比例する傾向にあるが、深くなる

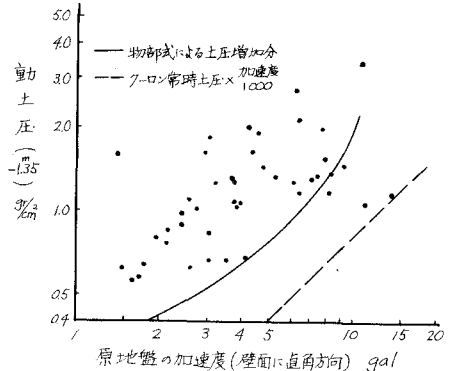


図-2 動土圧と原地盤の加速度

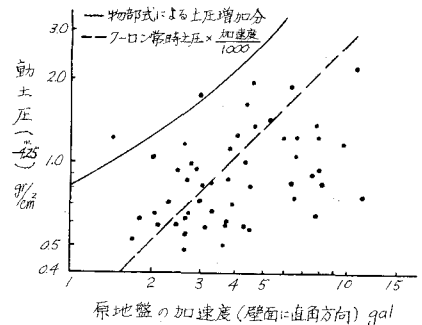


図-3 動土圧と原地盤の加速度

とバラツキは大きくなっている。物部式による地震時の土圧増加分および(フーロン常時主働土圧)
 $\times \frac{\text{加速度}}{1000}$ より求めた土圧を同図に示した。浅いところでは
 測定値が計算値より大きい値を示しているが、深いところ
 では、常時土圧に震度と乗じた値に近く、物部式による計
 算値より小さな値となっている。

2)変位と動土圧 図-5は裏込め変位と動土圧、図-
 6は橋台頂面とフーキング頂面の変位実測値より計算に
 より求めた-4.25mの橋台変位と動土圧であり、図-7は同
 じく計算により求めた橋台傾斜角と動土圧(基礎底面)
 の関係を求めたものである。図-8は橋台上部変位と動土圧
 の関係を示したもので、これらのデータからは土圧と変位は相関性が認められるものもあるが、大部
 分はバラツキが大きい傾向が認められない。

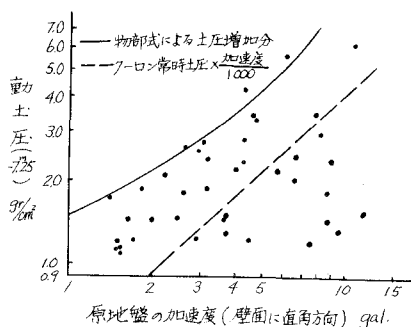


図-4 動土圧と原地盤の加速度

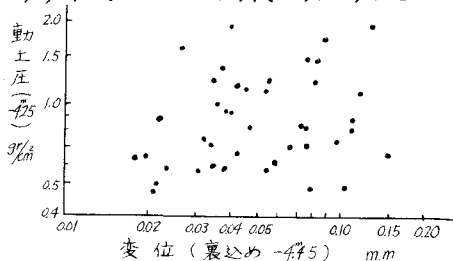


図-5 動土圧と裏込め変位

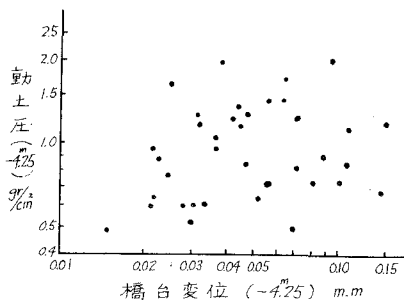


図-6 動土圧と橋台変位

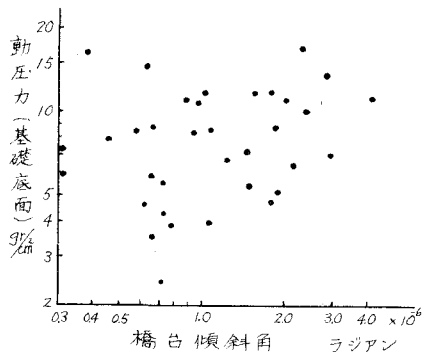


図-7 動土圧と橋台傾斜角

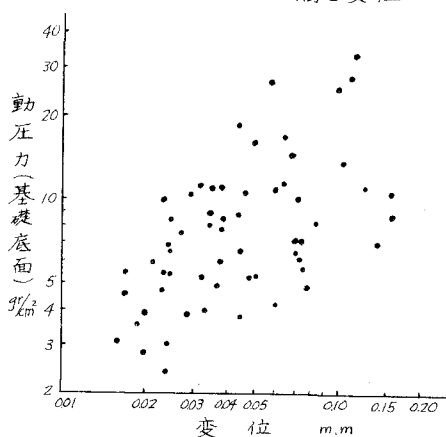


図-8 動土圧と橋台上部の変位

3)原地盤の加速度と盛土の加速度

図-9は壁面に直角方向、図-10は壁面に平行方向の加
 速度を比較したものである。壁面に直角方向では、それぞれの加速度はほぼ等しいが、平行方向では
 盛土の加速度の方がやや大きい。

4)加速度と変位 図-11は原地盤の加速度と裏込め変位(-4.75m)の関係を示したものである。
 加速度と変位は下たい比例していることを示している。

5)動土圧の深さ方向の分布 図-12に原地盤の加速度(壁面に直角方向)に応じた土圧の深さ方
 向の分布を示す。動土圧は深さ方向にほぼ一定であるが、中間の点で小さな値になった記録がある。

物部式による地震時の工圧増加分を加速度1gal, 5gal について求めたものを同図に示した。計算値と測定値とではかなり異なつた傾向を示している。

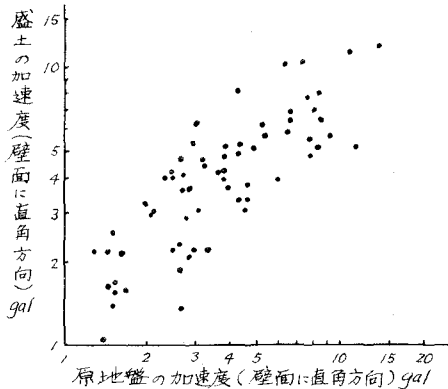


図-9 盛土の加速度と原地盤の加速度

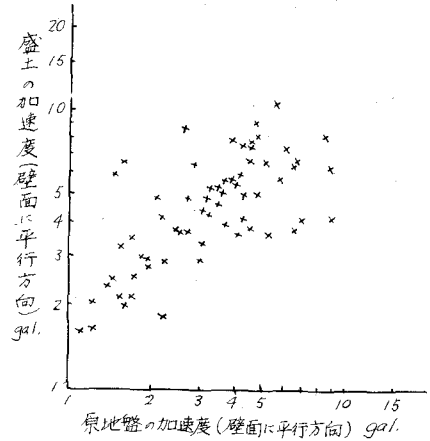


図-10 盛土の加速度と原地盤の加速度

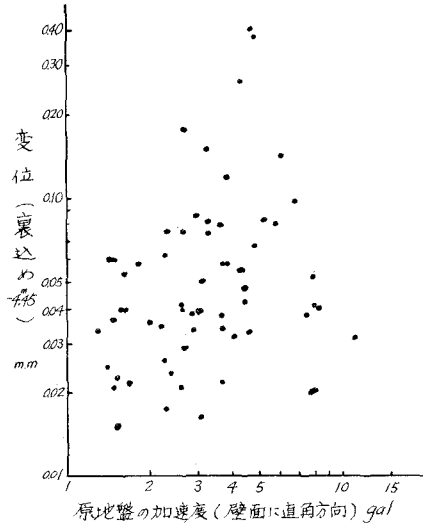


図-11 裏込め変位と原地盤の加速度

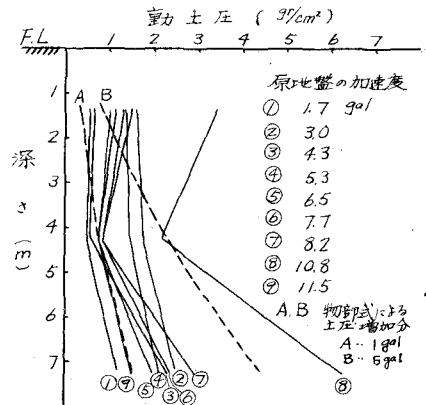


図-12 動土圧の深さ方向の分布

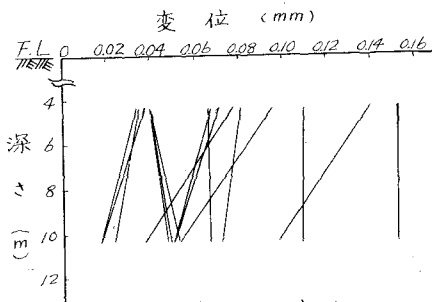


図-13 裏込めの変位

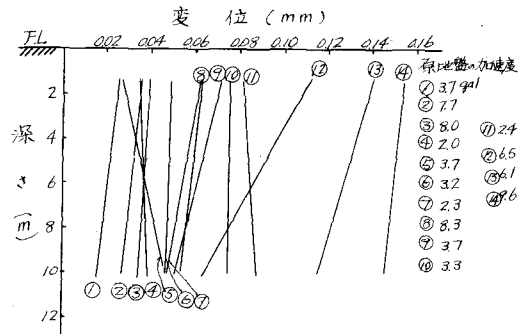


図-14 橋台の変位

6) 変位 図-13に裏込めの変位を示す。2点の変位を比較すると大部分の場合、下の方が小さい値を示すが、逆の場合もある。図-14に原地盤の加速度(壁面に直角方向)に応じた橋台頂部とフー

チング頂部の最大変位を示す。橋台上部変位が橋台下部変位よりも若干大きい事を示す。

7) 加速度の周期頻度分布

図-15は観測された加速度記録のすべてについて周期の頻度曲線を求めたものである。原地盤の加速度の周期は0.05~0.08secに卓越し、盛土の加速度周期は0.06~0.14secの間に平均的にバラツいている。加速度の大小によって分類して同様の図をつくっても同じような結果を示した。

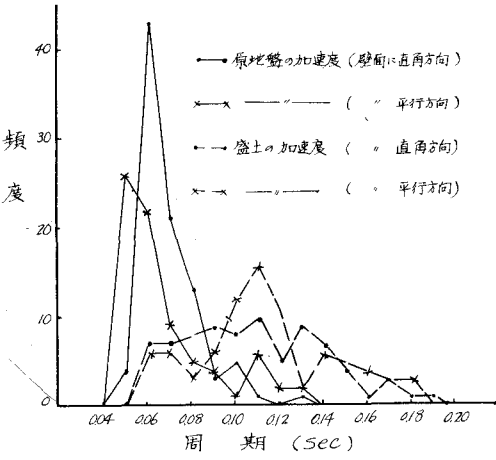


図-15 加速度の周期頻度分布

8) 橋台ロッキング振動の試算

橋台に作用する動土圧は、橋台のロッキングと地盤および盛土の地震動との相対変位により生ずるものと推定されるが、今回の測定では何れも弾性範囲内で位相および周期がほぼ等しい振動を示している。試みに橋台背面の土を無視し、つぎの仮定により橋台のロッキングによる相対変位を地震動の半周期間を4等分し、時刻別に求めた結果を図-16に示す。

地震動：周期0.4秒，最大加速度10galの正弦波
橋台底面の鉛直地盤反力係数：20t/cm²，橋台底面のせん断地盤反力係数：1t/cm²，減衰定数：0.1，

1次振動： $\ddot{Q}_1 + 2 \times 0.1 \times 221.6 \dot{Q}_1 + 4910 Q_1 = -\frac{2384 \times 0.36 \times 1}{2791} \sin 15.71t$
2次振動： $\ddot{Q}_2 + 2 \times 0.1 \times 2103 \dot{Q}_2 + 4430 Q_2 = -\frac{2384 \times 0.36 \times 1}{2516} \sin 15.71t$

図-16でみると橋台は、ほぼ水平動に近い変位を示し、その値は図-4の測定値の1/100程度である。

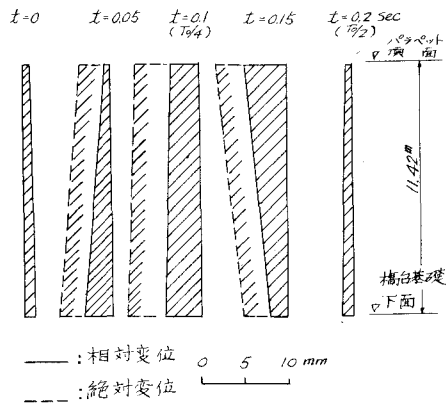


図-16 橋台のロッキングによる変位

計算値は正弦波が連続した場合であるから、過大の傾向を示すものと思われる。
盛土の土圧は、盛土自体の振動と橋台ロッキングによる相対変位により生ずるものと仮定するとき、相対変位がロッキング変位の1/10程度とし、地盤反力係数が1/10と仮定すると、45mより浅い部分では実測土圧に近い値となる。

むすび

橋台に作用する地震時土圧の実態を調査するため観測を継続したが、地盤加速度が10gal以下のため、橋台に変状を与える程度の土圧を得ることが出来なかったが、小地震の範囲における動土圧の実態を知ることが出来た。なお記録の整理を進めて橋台盛土の変位と土圧の関係を更に明らかにする予定である。観測を担当された長野鉄道管理局施設部および鉄道技術研究所の方々に深く感謝します。