

# ラーメン二道橋の壁面に作用する地震時土圧の観測

国鉄構造物設計事務所, 田村 浩一, 日本鉄道建設公団, 〇清水 彰明

松代地震による地震時の土圧および構造物と周辺地盤の挙動について、実際の構造物を対象に観測を行なったので、その概要をのべる。

## 1. 観測概要

観測の対象とした構造物は図-1に示す斜角43°、3径間連続ラーメン橋で、両端は土圧をうける鉄筋コンクリート壁の構造である。二道橋の基礎地盤は牛曲川により形成された沖積層で、N値40以上の砂礫層よりなっている。

昭和41年9月、国鉄長野地区改良工事により本二道橋の増設工事が行なわれた。各計測器の取り付けはこれに合わせて行なった。

二道橋の根掘りのために、H鋼による仮土留工を施工し、埋めをどし終了後これをてっ去した。したがって、壁面と地山との間に切込砂利よりなる裏込め部分が存在する。

各計測器の配置をきめるに当たっては構造物、裏込め部分および地山の相対的挙動の計測に重点をおいて、図-2に示すように各計測器の配置を行なった。各計測器はいずれも差動トランス型で、測定範囲は土圧計0~1.5t/cm<sup>2</sup>、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、それぞれの周波数特性曲線からみて、それぞれ、1.2%以上、お

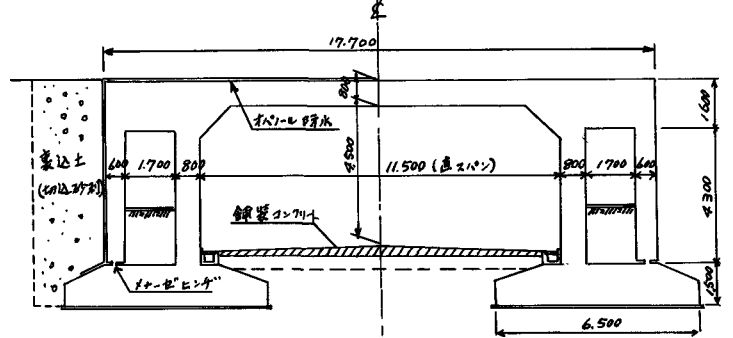
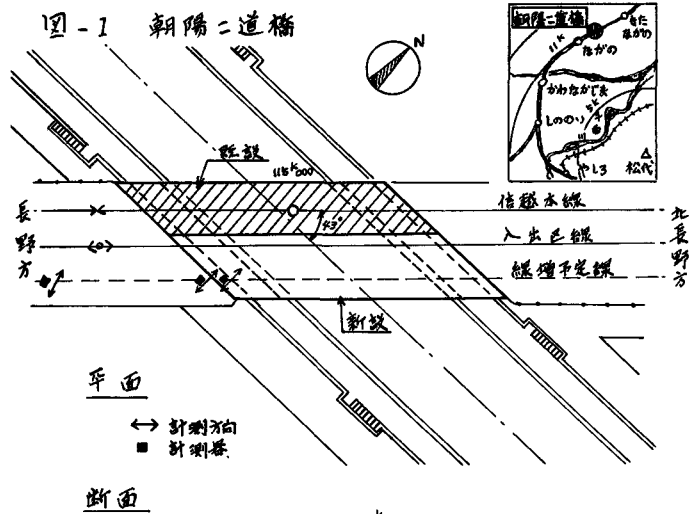
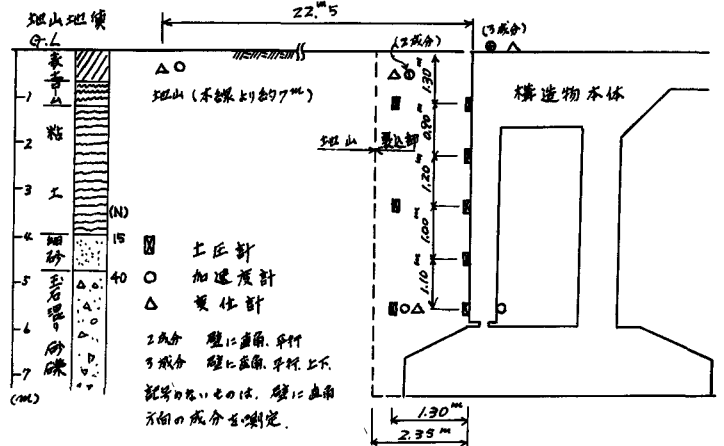


図-2. 計測器取り付け位置



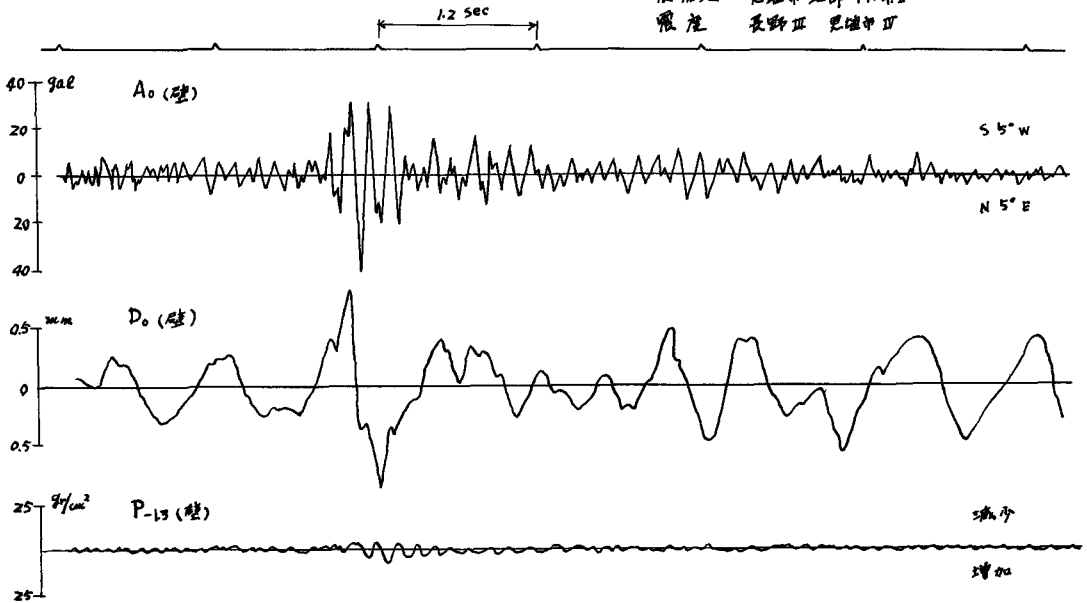
よむ15%以下の振動に対しては、感度はほぼ一定とみなすことができる。

## 2. 観測記録

地震時土圧の観測は41年10月1日より行なり、42年3月までに39回の観測記録が得られた。この期間は松代地震の衰退期に当たり震度IVが1回、その他はほとんど震度II又はIIIに相当するものであった。観測記録の一部を図-3に示す。図中のAは加速度計、Dは変位計、Pは土圧計を表わす。接尾語の数字は地表面からの深さ、(壁)は壁面、(蓋)は蓋込め部分、(地)は地山をそれぞれ表わす。

図-3 地震動記録

Data. 699 41.10.23 11°14'  
震源地 見沼市北部 M=4.2  
震度 長野II 見沼市IV



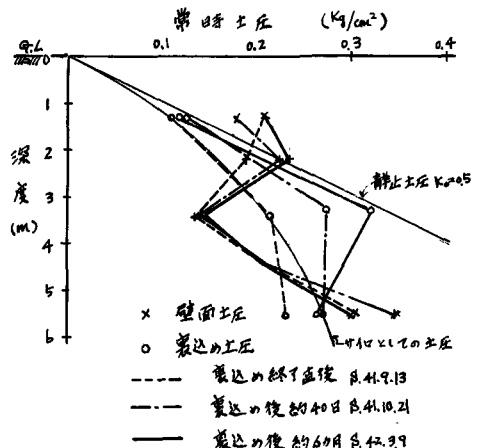
加速度振中の大きさはついでに大略、 $A_{0.05(壁)} > A_{0.05(地)} > A_{0(壁)} > A_{0.05(地)} > A_{0.05(壁)}$  の関係がある。変位記録については地山、蓋込めの上部、下部および壁面の4箇所、波形、周期が加速度記録に比べて類似しているのが特徴である。

図-4 常時土圧の深度分布

## 3. 記録の整理

### (1) 常時土圧

常時土圧の観測は観測開始後の最初の15日間毎日観測。その後は7~10日間に一度の割合で全観測期間を通じて行なった。最初の1ヶ月間は相当大きな土圧の変化がみられる。この期間は埋めをどしをよめた切込砂利が安定するに要する期間と思われる。1ヶ月以後の常時土圧は比較的安定しており、ゆるやかな変化しか示していない。図-4に常時土圧の深度分布を示す。図中にサイロとしての土圧計算の結果( $\phi=35^\circ$   $\rho=2.7$   $k_0=0.5$ と計算)と、クーロンの静止土圧を合わせ記



入いた。壁面の土圧と、裏込め中の土圧とでは土圧分布に著しい相違がみられる。壁面の土圧分布はアーチアクションの影響を受けているものと見られる。裏込め中の土圧は、当初はサイロとしての土圧分布に似ているが、以後 $-3.4\text{m}$ での土圧の増加が著しい。

(2) 地震時土圧

記録された地震は数十gal程度で、土圧変化も予想より小さかった。100~300  $\text{gf/cm}^2$ の常時土圧に対して、最大10  $\text{gf/cm}^2$ 程度の土圧変化が測定された。測定結果よりみると、地震の前後で常時土圧に相違を生ずる場合はほとんどなく、地震時土圧は常時土圧を中心に弾性振動に似た変化を示すと考えられる。

地震時土圧は次のように考えられる。

- 地震動の加速度に対応して土圧が変化する。
- 地震動により構造物と周辺地盤とが相対的変位を起し、土の弾性的性質により土圧が変化する。

以上の考え方から記録の整理を行なった。以下の図には、便宜上次の記号を用いる。

$\Delta d$ : 2区間の相対変位 (mm)

$\Delta P$ : 地震動による常時土圧からの土圧の変化分。以下振動土圧という。(  $\text{gf/cm}^2$  )

$\max \Delta P_z$ : 深度zにおける振動土圧の絶対値の最大を示す。(  $\text{gf/cm}^2$  )

$\max \Delta h$ : 深度zにおける加速度の絶対値の最大を示す。(gal)

イ. 振動土圧の深度分布

図-5に振動土圧の深度分布を示す。バラツキはあるが、壁面の振動土圧と裏込め中の振動土圧とでは分布形が異なっている。壁面の振動土圧の分布は静水圧分布とは逆の形となっている。

ロ. 振動土圧と加速度

物部式の地震時土圧によれば、振動土圧は地震時の加速度が0.18程度以下の範囲では、加速度に比例すると考えて大差がないと考えられる。

図-6は  $\max \Delta P_z$  と  $\max \Delta h$ (壁) との関係を示したものである。同様な関係を  $\max \Delta P_z$  と  $\max \Delta h$ (壁),  $\max \Delta P_z$  と  $\max \Delta h$ (地) とについてみると、いずれも

図-5 振動土圧の深度分布

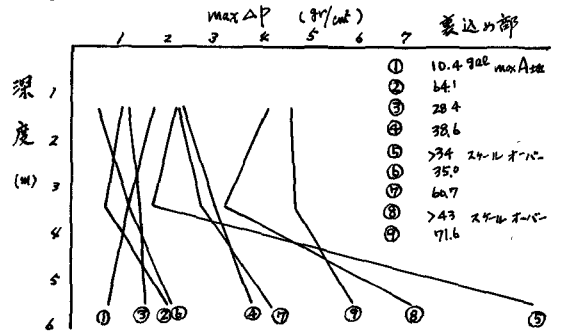
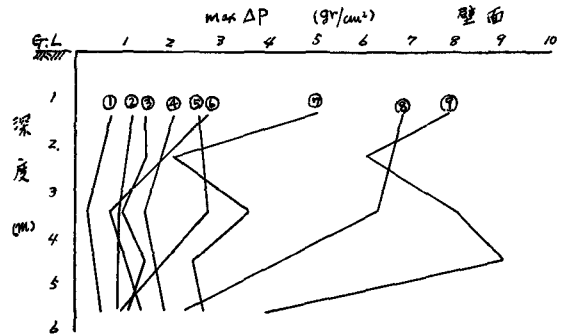
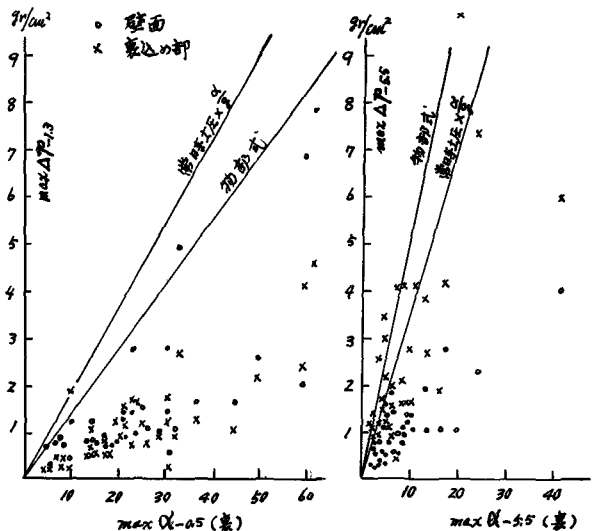


図-6 振動土圧と加速度



相関があると推定されるが  $\max \Delta P$  と  $\max \Delta d$  (壁) との関係がもっとも高いと思われる。図中に物部式による計算値 ( $\phi = 35^\circ, \delta = 0, \rho = 2 \text{ t/m}^3, k_w = 0$  とし地震時土圧は加速度が  $0.1g$  以下では加速度に比例するとして計算) と、常時土圧(壁面)  $\times \frac{\alpha}{g}$  で示される二本の直線を併記した。観測値の大部分は二本の直線より下側に分布しており、数十  $gal$  程度の地震では、振動土圧は常時土圧に震度を乗じた値以下であることを示している。

#### 八、振動土圧と相対変位

図-7は1回のデータを用い、最大土圧振中を含む  $1.2 \text{ sec}$  間を33等分し、地表面における構造物と裏込め部分、構造物と地山との相対変位および振動土圧を読みとり、それぞれの関係を時系列に示したものである。

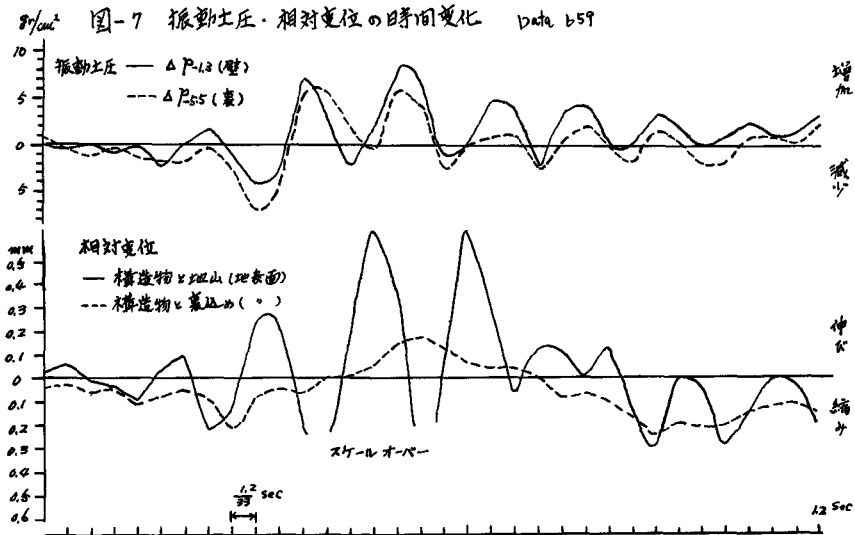


図-8は同一記録を用い、地表面における構造物と地山との相対変位と振動土圧の関係を示したものである。図中の直線式は  $\Delta P = E \times \frac{\Delta d}{d}$  において  $E = 19 \text{ kg/cm}^2, d = 130 \text{ cm}$  として算出したものである。

図-7・8より裏込め部分と地山とは相対に異なる挙動を有すること、振動土圧が地山と構造物の相対変位に関係があることがわかる。

#### 九、おわりに

本報告では強震記録が少ない上に、十分な解析を行っていないので結論的なことはいえないが、多くの示唆を提供してくれた。この種の試験を、路線になった信越本線の犀川橋台(単線、重力式、高さ  $11.45$ ) についても行っているため、今後両記録を合わせて解析を進めて行く方針である。

なお、本試験に関連して土質試験、構造物の振動試験および列車荷重による振動試験を行ったことを付記する。

