

III-12 突破によるトンネルの変について

神戸大学工学部 正員 畑中元弘

最近建設工事の増大にともない突破作業もふえ、その振動が建物や構造物に被害を与えているまでも、いなかで振動障害と訴える場合が多い。本例は突破作業によるトンネルライニングの変を測定し、土被りの減少にとらう薬量制限の資料としたものである。

1. 実験概要

実験当時トンネルの土被りは約21~24mのも、凡化の進んだ花崗岩で、試験突破はすべて搭し突破によつた。突破孔の掘りは薬量に依り1.6~2.4mとし、図-1のようにトンネル中心線より片側に配置した。薬量は1孔当りコースマイト1~3本(1本75gr)とし、6号電気雷管を用い首突薬量は1~9本である。突破はA列よりC列へ、その後両端より1孔~4孔の首突を行ない、前の突破によつて破の低播経路が乱れぬようにした。歪計は距離による歪の減衰、水平垂直2方向の歪、トンネル掘新面の変分布測定のためこれを便利にする、カルソニ歪計とトンネル側壁に水平方向に2具、同所を2具に水平垂直2成分計は成分、No.3新面と2方向に5具計10成分とし、これを2台の電磁オシログラフおよび増幅器を使用して同時記録した。図-2はトンネルの寸法および新面No.3における歪計の取付場所と示したものである。図-3は歪記録の1例として1組(6成分)の記録を示したもので、初期の圧縮歪よりも第2期の引張歪の方が一般にやや大きい。図-4は各歪計は実験終了後1/1000mmよみのダイヤルゲージで検査した。

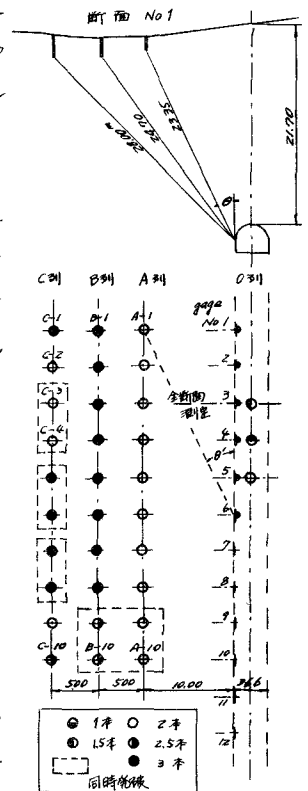


図-1 突破位置図

2. 測定結果の概要

最大歪破の半周期は 0.008~0.08 sec のかなり広い範囲にわたっている。図-4は1例として薬量が2本の場合の最大歪波と振動距離の関係を示したもので、振動距離の増大とともに周期がのびる傾向のあることがわかる。

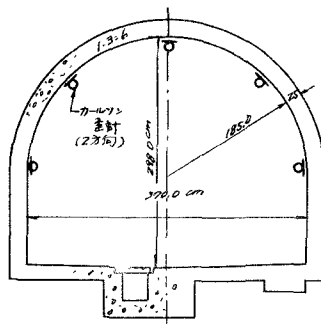


図-2 トンネル断面図

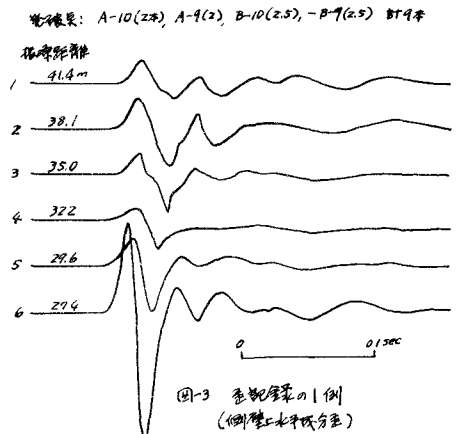


図-3 歪記録の1例 (側壁に水平成分歪)

側壁部の水平方向(トンネル軸方向)の最大引張り歪と振動距離との関係と薬量別に示せば図-5のよう

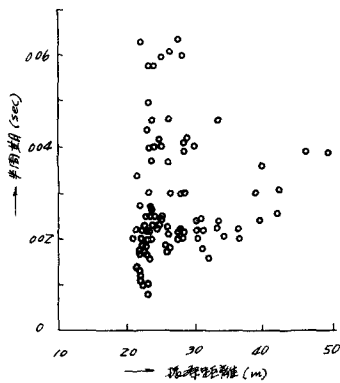


図-4 最大変位の周期と振源距離との関係
(75kgと2kgの場合)

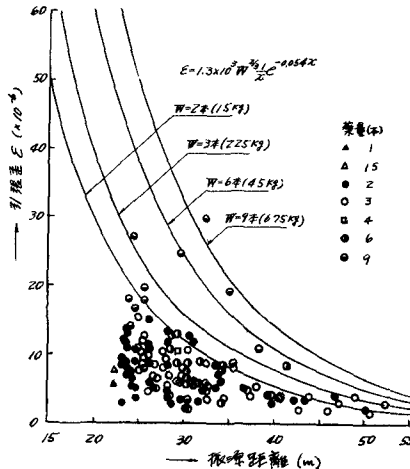


図-5 水平加速度と振源距離との関係

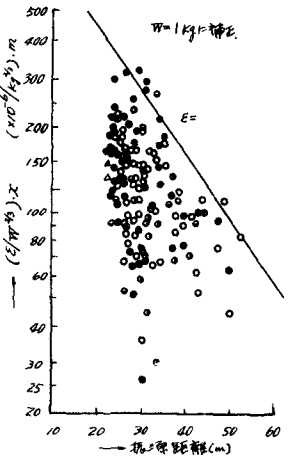


図-6 水平加速度と振源距離との関係

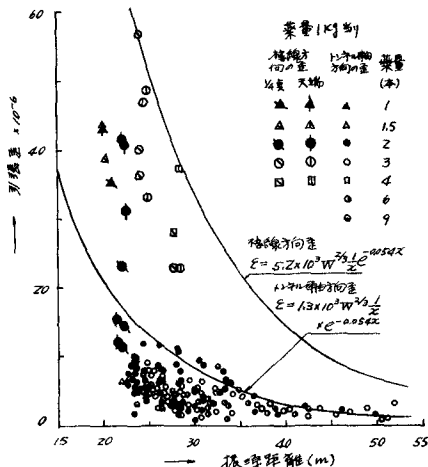
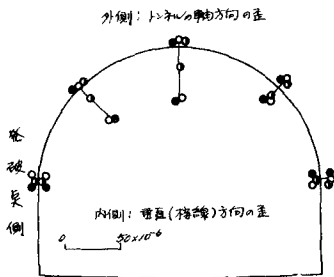


図-7 トンネル軸方向、振源方向との関係



○ 1kg 0.4, ● 1.5kg 0.3, ○ 2kg 0.5
図-8 トンネル断面の加速度分布の例

である。ライニングの破壊に対しは引張応力対象と圧力の2、以下に示す実験値は1つでも引張応力に対するもの2、ある。この質量とWと1と2と

$$E = C W^{1/3} e^{-\alpha X} \quad (*)$$

で表わせばよいと、さらにこの式の実験例より $n=2/3$ とし、上式の係数Cを α とおけば図-6のようの実験値のほぼ包絡線として $C = 1.3 \times 10^3$, $\alpha = 0.054$ ($E: 10^{-6}$, $W: \text{kg}$, $X: \text{m}$ 単位) がえられる。

図-7は $n=2/3$ とし、質量が1kgの場合の値を示したもので図中の小さい○印号が図-5, 6に対応するものである。この図の小さい○印号の場合の値は、この図の値は弾性波線が壁面に対し、水平および垂直方向に傾斜

しているもので、側壁部の値が非常に複雑なものとなるであろう。図-8はトンネル横断面における加速度の例で、トンネル軸方向と比べ2〜4倍大きく、振源方向の値が著しく大きい。図-7中の大きい○印号で示した値はこの最大引張応力と示したもので、前式からこの最大引張応力と与えるようにCと決定すれば $C = 5.2 \times 10^3$ とする。

以上の諸係数はとりあえず実験値のほぼ上限と与えようとしているもので、前述のよう波節の伝播機構に関与を考察とがいており、今後この点について検討したいと考えている。

ライニングの許容応力と与えられ、図-7の上の式から一定振源距離に与える質量が定まると、上記の理由もあり、図-8の質量と関係することから与えられる。

終りに本実験に多大の御援助と頂いた尾崎市大観先生、神奈川大学敬愛の学生諸君に感謝の意を表す。

(*) 文中: 建設工学研究報告 No.1 昭53 11.15, 同 No.3 11.1, 11.2, 11.3