

京都大学二字部 字生員。木村 宏

京都大学工学部 正会員 島 昭治郎

京都大学工学部 正会員 谷本 親伯

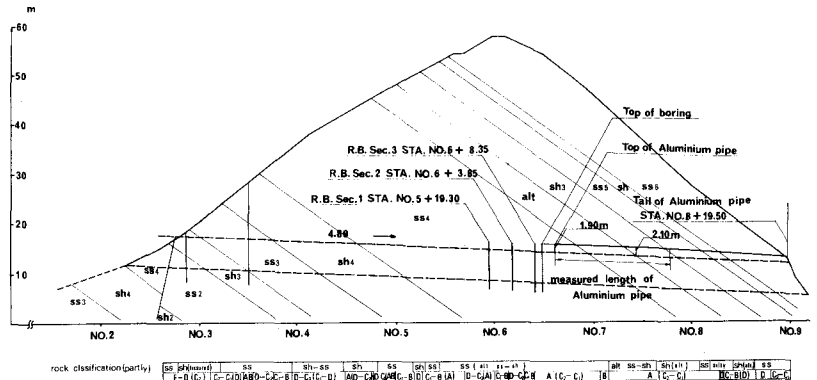
1. はじめに 岩盤の現位置変形試験としては、ジャッキ試験、孔内変形試験が多く用いられているが、これらの試験では、載荷領域がごく狭い範囲に限られ、岩盤の局所的条件が試験結果に及ぼす影響が問題となる。本測定は、多数の不連続面を有する岩盤の変形特性を巨視的に把握しようとするものであり、和泉層に控制マージンネル周辺に岩盤の変形状態の測定により、和泉層の巨視的な変形係数を求める解析を行ったものである。

2. 測定概要 測定の対象

としたトンネル縦断面は、
図-1のとうりであり、この
地域の基礎岩盤は、中生代
白亜紀の和泉層で、走向は
NE-SW、傾斜はSE方
向にほぼ45°とあり、

トニル形板は、上部半断面が半径 $5m$ の半円形 v 、下部半断面は矩形 v あり。

計測内容は次の2点である。



12 - 1

(1) アルミパイプ曲げひずみによる岩盤内部の変位測定 (外径 60 mm, 肉厚 3 mm, 長さ 50 m のアルミパイプ)

(2) ずい道ステールを利用したトンネル内空断面の形状変化の測定(ロッドボルトの頭部を利用)

3. 解析 岩盤を等方弾性体と仮定すれば、2次元一様応力状態では

同孔周辺の変位は、初期状態を考慮に入ると次式で表わされる。

$$u = \frac{(1+v)a}{2} \left\{ (p_v + p_h) \cos \theta - (3-4\nu)(p_v - p_h) \cos 3\theta \right\} \quad (1.a)$$

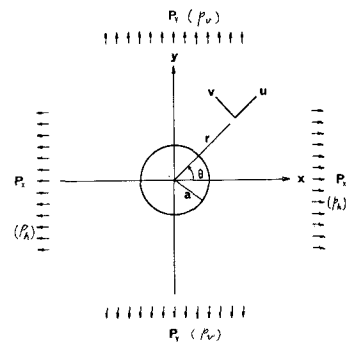
$$v = \frac{(1+v)a}{2} \left\{ (p_v + p_h) \sin \theta - (3-4\nu)(p_v - p_h) \sin 3\theta \right\} \quad (1.6)$$

これより、 σ_2 和泉管内トンネル周辺岩盤の変形を考えたときに、有限要素法を用いて、掘削の進行にともなう周辺岩盤変位を計算した。

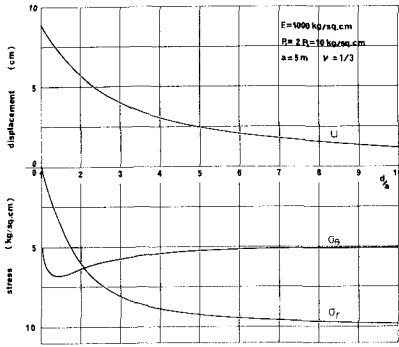
4. 計測結果と考察 (1. a) 式から $E = 1000 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 1/3$, $a = 5 \text{ m}$

$p_v = 2 p_h = 10 \text{ kg/cm}^2$ の条件下でのトンネル周辺岩盤の変位は、図-3の様

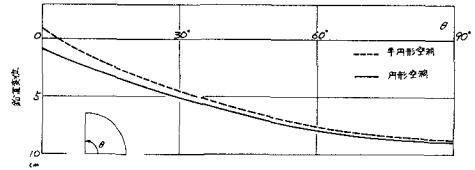
になる。理論式におけるトンネル形状(円形)と計測トンネル形状(半円形)の形状の違いによる周辺岩盤の変位の相違は、有限要素法により検討すれば、同一条件下で図-4のようになり、トンネル先端がよほどその周辺の岩盤の鉛直方向へ検討する上では、理論上の便宜から、計測トンネルを円形とみなしても差しつかえないと考えられる。3次元モデルを作成し、有限要素法を用いて、切羽進行長25mに対し、これを7つのブロックに分割し、掘削による同一断面の先端がよびトンネル中心線上の鉛直変位を追跡すれば、図-5の細実線のようになる。これにより、切羽前方岩盤の変位は、ほぼ $d = -3a$ の位置からまじ、切羽位置 ($d = 0$) では、すでに3~5割変位して



12 - 2

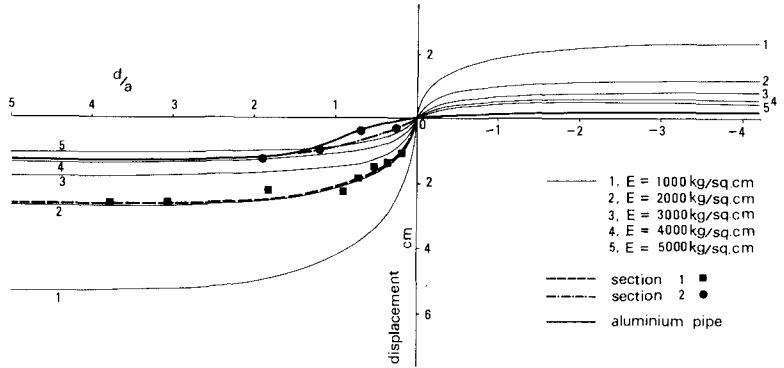


12-3



12-4

おり、 $d=4a$ 付近ではほぼ最終値に達することが分る。計算に用いた諸条件は、理論式の場合と同様である。また、水平アルミパイプ変位計から得られた各測定の曲げひずみから、アルミパイプの曲率を求め、1つの測定と中絶とす。一定区間の曲率を一定とみなして各点の変位を求め、切羽位置と鉛直変位量の関係を求める。これにより得られた関係は、多少のばらつきが認められるが、1割が図-5の太い実線のようになる。また、トンネル内空断面の形状変化の測定から得られたトンネル内空断面の先端の位置の鉛直変位もあわせて図-5に示した。一方、トンネル内空断面の先端の鉛直変位は、2つの断面それぞれ2種類の岩盤の地盤であった。トンネル底盤付近に定定と考えらる2点を決め、これを基準点として、先端位置の点との距離変化を測定し、切羽の進行と壁面の鉛直変位の関係を調べると、両断面とも切羽の進行に伴い変位が一定値に漸近する曲線に載るようである。この2種類の岩盤は、第1断面が中硬岩一部風化により脆弱化したもの、第2断面が堅硬な和泉層である。それぞれの解析方法に従って得られた岩盤の鉛直変位量と測定値は、表-1のとうりであり、この値から両断面の変形係数を求めると、一部風化した中硬岩では、 1600 kg/cm^2 程度、堅硬な岩では、 4200 kg/cm^2 程度であった。特に、堅硬な岩においては、アルミパイプ変位計から得られた変形係数とトンネル内空断面変位から得られたものがほぼ同じであった。



12-5

5. おわりに 今回得られた変形係数の値は、同地盤内変形試験で得られた値と比較しても、かなり小さい値であり、これは最初に述べたように、孔内変形試験は岩盤の局部的な条件が影響しているからであろう。したがって、広範囲の岩盤を対象とする構造物の建設する場合には、岩盤の局部的な条件に影響されない様子測定調査を実施し、その上で巨視的な変形係数を把握し設計・施工を検討する必要がある。

表-1 (単位: cm)

	$\gamma = \alpha$	$\gamma = 1.4\alpha$
弾性理論解*	8.9	7.5
有限要素法軸対称*	6.7	4.8
有限要素法3次元*	5.6	4.0
アルミパイプ鉛直変位		1.45
内空断面変位量	断面1	2.5
	断面2	1.3

注) 表中γ印の値は、 $E=1000 \text{ kg/cm}^2$, $\nu=1/3$ の場合である。