

III-368 トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動に関する模型実験（その2） 一応力再配分に関する地山物性の影響一

国鉄 鉄道技術研究所 正会員 ○川上 義輝
 “ “ 正会員 朝倉 俊弘
 “ 東京第一工事局 正会員 中島 将文

1. はじめに 昭和54年度以降実施した軟岩における小型模型実験によると、砂質地山と泥質地山では地山の破壊機構に違いがあり、内空変位量に大きな差があることがわかった。^{1),2)} 実際のトンネル掘削においても、地山が軟質な場合には、砂質地山と泥質地山では、内空変位量が大きく異なることが認められており、今までの実験結果と傾向が一致する。^{3),4)}

本研究は、一連の実験のうち、主としてトンネル掘削時の軟質地山での応力再配分について砂質地山と泥質地山の違いを調べたものである。

2. 実験方法 実験装置は、図1に示すように圧力函、掘削機、載荷装置、及び周辺土圧・地中変位測定装置よりなる。圧力函は、40×40×40cmの内法寸法を有し、土圧計及び地中変位計をセットしたのち、その函の中に貧配合のモルタル等の模擬地山をてん充する。

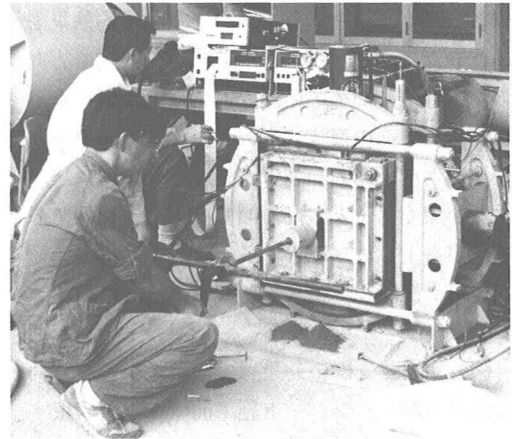


図1 実験装置

試験体は、低強度地山（ $\sigma \approx 10 \text{ kgf/cm}^2$ ）を対象として物性（粘着力、内部摩擦角等）の異なる2種類の模擬地山を用いた。（表1）

実験は、初期地圧を想定して二軸載荷方式により模擬地山に土被り相当圧を加え（側圧係数=1）、この状態を維持しながら円孔（直径約10cm）を掘進し、埋込んだ土圧計により切羽の進行に伴う周辺地山内応力変化を、地中変位計により孔壁の押し出し量をそれぞれ測定した。

3. 実験結果と考察

表1 模擬地山の物性と実験ケース

初期載荷時と掘削時の地山内応力を図2に示した。初期載荷時の地山内応力は、摩擦の影響により一致していないが、土圧計埋混込み位置を切羽が通過することによって、半径方向応力（①、③）は減少し、接線方向

実験No.	想定地山	地山物性値				載荷圧 P (kgf/cm ²)	地山強度比 σ/P	地山せん断強度比 $c/P + \tan \phi$
		σ (kgf/cm ²)	c (kgf/cm ²)	ϕ	E (kgf/cm ²)			
1	砂質地山	12.7	3.1	38.9	5200	7.5	1.69	1.22
2	“	12.6	3.2	37.9	4300	15.0	0.84	0.99
3	“	11.3	2.9	36.6	5300	30.0	0.38	0.84
4	泥質地山	10.7	4.2	14.6	5400	7.5	1.43	0.82
5	“	13.1	5.0	16.2	4900	12.5	1.05	0.69
6	“	12.8	4.9	16.0	5000	15.0	0.85	0.61

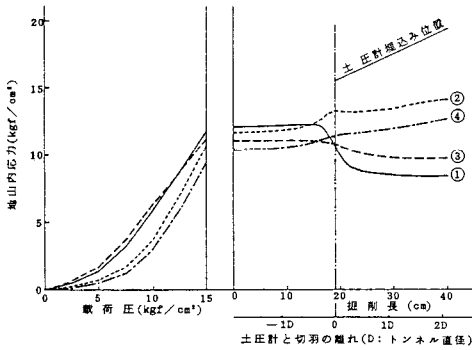
応力（②、④）は増加している。この時の接線方向応力に着目し、初期載荷終了以後の応力変化量の分布を等応力線図で示したものが図3である。

砂質地山（No.1, No.2）では、トンネル周辺の接線方向応力はすべて増加し、破壊は認められない。又、トンネル近傍の接線方向応力の増加は、泥質地山と比較して小さく、周辺に広く応力が分担されている。泥質地山（No.4, No.6）では、まずNo.4では応力減少領域は発生していないが、トンネル近傍への応力集積が認められる。掘削中に流動的な破壊により大きく孔壁が押し出されたNo.6の実験では、壁面から0.5D付近まで応力の減少領域が拡大している。一方、壁面付近の塑性化に伴って壁面から1.0D付近より奥に

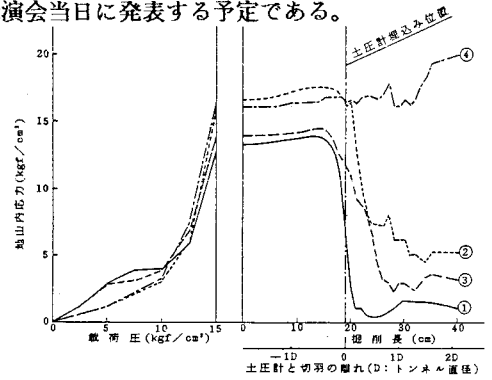
力増加の最大値がある。

以上のように、砂質地山と泥質地山では、トンネル掘削時の地山内応力の分布状態に明らかな違いが認められた。また、今回のような土被りの大きい軟質地山を想定した場合では、指標としては、地山の材料特性を考慮し地山強度比だけでなく地山せん断強度比も併せて考慮する必要がある。(表1参照)

本報では、掘削によるトンネル周辺地山内の応力分布についてのみ示したが、トンネル掘削時の地中変位、円孔周辺の破壊状況、解析的検討結果等については講演会当日に発表する予定である。

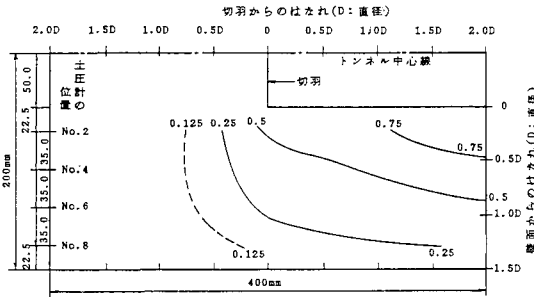


砂質地山(No.2)

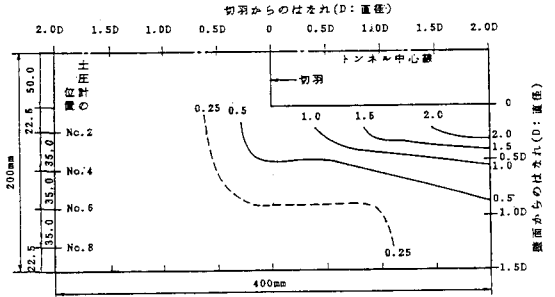


泥質地山(No.6)

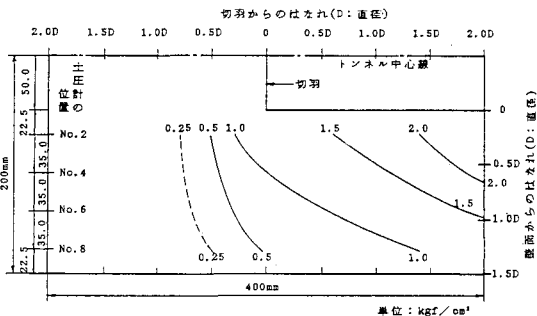
図2 初期載荷時と掘削時の地山内応力



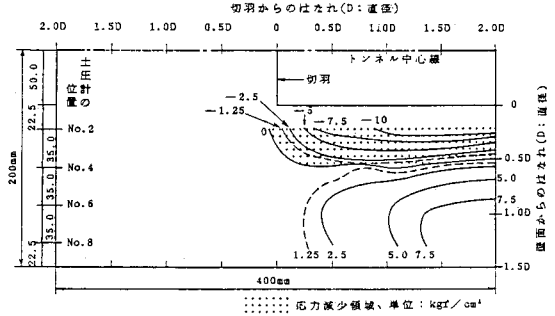
砂質地山(No.1)



泥質地山(No.4)



砂質地山(No.2)



泥質地山(No.6)

図3 応力変化量の分布図

(参考文献)

- 1) 吉川他：トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動に関する模型実験，第37回年講Ⅲ-186(1982)
- 2) 朝倉他：地山物性の差によるトンネル周辺地山の挙動に関する模型実験，第37回年講Ⅲ-187(1982)
- 3) 吉田：津軽海峡線(本州方)の未固結な砂質地山におけるNATHの施工実績および逆解析について，第21回鉄道建設公団技術研究会記録，1985
- 4) 吉村他：ロックボルトが破断，篠ノ井線第一白坂トンネル，トンネルと地下vol.11, no6, 1980