

III-238

砂質地山トンネルの切羽掘削時の 地山挙動の解析に関する研究

京都大学大学院 学生会員

○湯浅泰則

京都大学工学部教授 正会員

足立紀尚

京都大学防災研究所 正会員

八嶋 厚

1 はじめに

筆者らは、先に土砂トンネル掘削に伴うトンネル周辺地山の挙動を適切に説明しうる解析手法の検討を行ない、その報告を行なった¹⁾。それによると、アルミ棒積層地山を用いた横断面のトンネル掘削実験の結果を、弾塑性体要素解析に比較してジョイント要素解析の方がよく説明できる。このような成果を踏まえて今回、縦断面のトンネル掘削実験の結果²⁾をジョイント要素解析によりうまく説明できるかどうかの検討を行なったので、ここに報告する。

2 解析手法

上述したように、砂質地山トンネルで生じる不連続的変位挙動をうまく説明できるGoodmanらのジョイント要素を用いた解析を行なった。なお、実験が二次元であるから二次元平面ひずみ問題として扱った。解析には、Fig. 1に示す要素分割を用いた。図中、太線の部分にはジョイント要素を配置してある。また、Dはトンネル径で90mmである。

解析の価値は予測能力をもつかどうかにあるとの立場から、二軸圧縮せん断試験等で求めたTable 1に示すアルミ棒積層体の力学諸量を解析に直接用いることにした。なおヤング率は初期の平均応力の関数とし、ポアソン比は1/3を用いた。

トンネル掘削のシミュレートには、切羽面の各節点に、 δ_F （実験での切羽の引き抜き量、10mm）を強制的に与え

Table 1

	Aluminum
Unit Weight γ (gf/cm ³)	2.18
Young's Modulus E (gf/cm ²)	$500 + 10^2 \sigma_{mo}$
Poisson's Ratio ν	1/3
Cohesive Strength c (gf/cm ²)	0
Internal Friction Angle ϕ (°)	30
Coefficient of Earth Pressure at Rest K_0	0.5

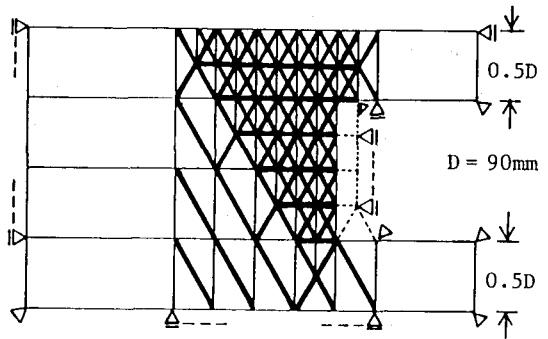


Fig. 1

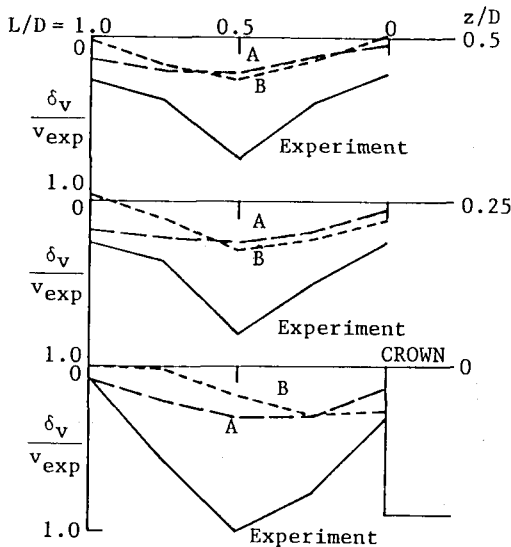


Fig. 2

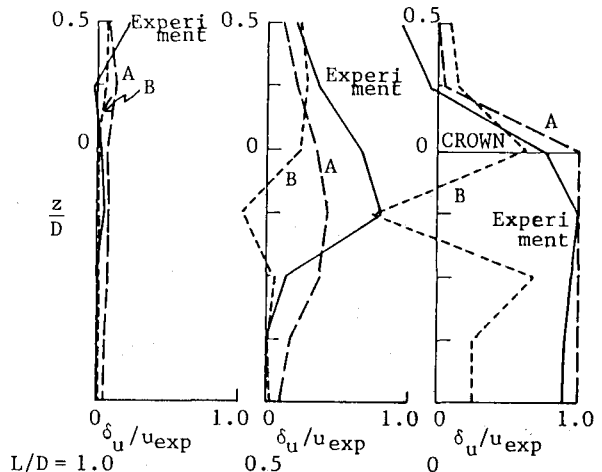


Fig. 3

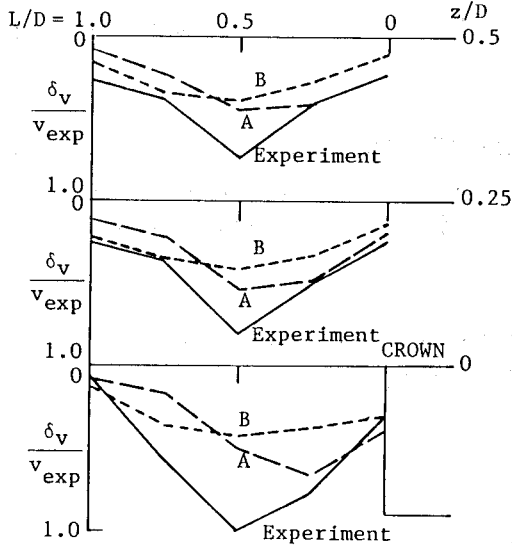


Fig. 4

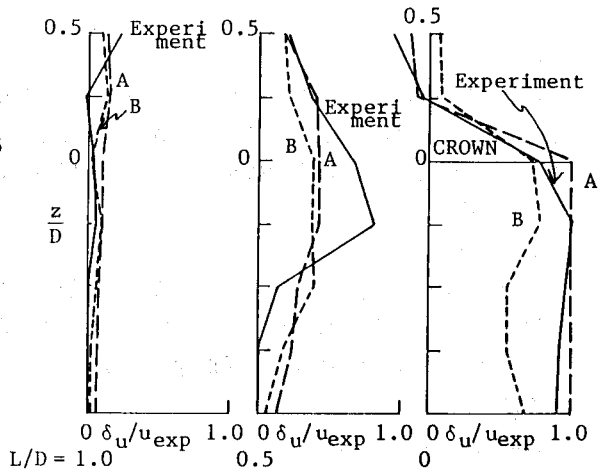


Fig. 5

る方法（変位制御法、以下Aと称する）と、切羽の内部にある要素（Fig. 1の点線部で示した要素）を除去することで応力を解放する方法（応力制御法、以下Bと称する）の2通りを行なった。

3 解析結果と考察

Fig. 2, Fig. 3に実験結果とそれに対応する解析結果を与えている。Fig. 2は層別の鉛直変位量 δ_v を実験での最大鉛直変位量 v_{exp} で正規化した値をプロットした図であり、Fig. 3は水平変位量 δ_u を実験での最大水平変位量 u_{exp} で正規化した値をプロットした図である。これらの図より得られる知見は次の通りである。

- Bの解析法については一部問題があるが、A、B両解析法は実験結果を定性的にはほぼ説明できる。
- しかし、定量的には実験結果に比べて小さな値を示しており、これについてはさらに検討が必要である。

本解析で用いた要素は、実際のアルミ棒の断面よりも大きく、また形状も多角形であることから非常に運動しにくい状態にあることは容易に推察される。このことが上記b)の結果の原因になっていると考えられる。そこで、アルミ棒の内部摩擦角 ϕ を 30° から 20° に低減して同様の解析を行なった。

Fig. 4, Fig. 5にその結果を示す。これらの図より、 $\phi = 20^\circ$ の場合の方が実験結果により近い解析結果を与えていることがわかる。

4 結論

本研究により得られた結論をまとめると以下のようである。

- 切羽面に強制変位を与える方法と、トンネル内の要素を除去する方法のどちらにおいても、アルミ棒積層体地山を用いた縦断面のトンネル掘削実験の結果をほぼ定性的に説明できる。
- 分割した要素の大きさや形状の影響を考慮に入れて適切に材料定数の低減を行なうと、定量的にも実験結果をうまく記述できる。ただし、その低減についてはさらなる考察が必要である。

今後は、傾斜地盤を対象として行なった実験の結果を本解析手法で適切に記述しうるかどうかの検討を行なっていきたい。

参考文献

- 足立紀尚, 田村 武, 八嶋 厚, 上野 洋: 砂質地山トンネルの挙動と解析に関する研究, 土木学会論文集, No.358, III-3, 1985, pp.129~136
- 上野 洋: 砂質地山トンネルの挙動と設計法に関する研究, 京都大学大学院修士論文, 1986, pp.12 ~31