

京都大学工学部 正員 足立 紀尚
 京都大学防災研 正員 ○八嶋 厚
 京都大学大学院 学生員 上野 洋

1. はじめに

筆者らは、ロックボルトの支保効果について、ロックボルト及び吹付コンクリートを薄紙でモデル化した土槽実験において、ロックボルトは長い程有効であるという結論を得た^{1,2)}。しかし、先の実験においては単にロックボルトの長さに着目しているのみである。そこで本研究では、ロックボルトが地山に付着している事実に着目して、薄紙でモデル化したロックボルトにのりで付着力を付加し、付着力の有無による挙動の差異およびロックボルトの打設位置の違いによる支保効果の差異の2点に注目して文献^{1,2)}と同様の実験を行ったので、その結果を発表する。

2. 実験概要

実験には高さ80cm、幅90cm、奥行30cmの土槽と直径8cmの金属円筒を準備し、地山材料として標準フルイ420 μ を未通過分の珪砂を用いた。地山材料に乾燥砂を選んだ理由は粘着力Cが0であり、内部摩擦角 ϕ のみのいわば摩擦性流体ともいえる材料であって、悪い地山条件を与えることを目的としたからである。またロックボルトのモデル化には厚さ0.18mmのケント紙を、吹付コンクリートのモデル化には厚さ0.045mmのトレーシングペーパーをそれぞれ用いた。

まず土槽実験を行う前に、ロックボルトとして用いたケント紙と地山材料珪砂との間の摩擦係数を調べた。ケント紙を幅1cm、長さ8cmに切り珪砂中にセットした後所定のかぶり(6 π)を与えた。そしてケント紙をばねばかりで引っ張り、引き抜ける際の張力を読み取った。またケント紙の両面にのりを付着した場合と付着させない場合の各々について実験を行い、付着力の有無による摩擦係数の違いを調べた。

行った土槽実験の種類は、実験Aがロックボルトの長さや付着力の違いによる地山の安定性の相違を調べるためのもので、ロックボルトの長さを2cm、3cm、4cm、5cmの4段階に変化させ、また各々の長さについてのりを付着した場合と付着させない場合について実験し付着力による支保効果を検討した。実験Bはロックボルトの打設位置の違いによる地山の安定性の相違を調べるためのもので、実験Aが表-1に示される「基本形」の打設であったのに対し、新たに3つのタイプの打設位置について実験を行った。なおロックボルトの長さはそれぞれタイプとも8cmと固定した。実験手順については文献^{1,2)}に詳しく述べているが、本研究では先の実験とは異なり地山の締固めをやらずゆるめた状態で実験を行った。これはロックボルトを打設する場合その近傍の締固めが不十分となり地山が不均一となることを防ぐためである。

3. 実験結果と考察

図-1にケント紙の引き抜きの際の張力から求めた τ/σ_n の関係を示す。図中「I」は τ/σ_n 値のバラツキの幅を示し、●、○印はその平均値を示す。これよりケント紙にのりを塗布することにより地山との間の摩擦係数はかなり増大し、約2倍になることがわかる。

図-2に実験Aの結果を示す。これより以下の知見が得られる。

- 1). のりを付着していないものは、 $L=2\text{cm}, 3\text{cm}, 4\text{cm}, 5\text{cm}$ のいずれの場合においても、土被りが小さい場合を除いてほとんど支保効果の有意な向上は見られない。

基本形	
Type 1	
Type 2	
Type 3	

表 - 1

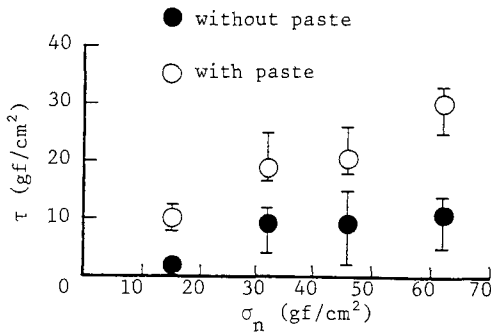


図 - 1

2). のりを付着したものは、 $L=2\text{cm}$, 3cm とロックボルトの長さがかなり短い場合には、のりを付着していない場合と同様の挙動を示し、地山と一体となって変形し破壊に至る。しかし、 $L=4\text{cm}$, 5cm の場合には、金属円筒を引き抜いていくにしたがって覆工が局部的に大変形するものの、 30cm まで金属円筒を引き抜いてもトンネルは保持される。

図-3に実験Bの結果を示す。これより以下の知見が得られる。

- 1). ロックボルトの打設は、スプリングライン上方 45° の位置で有効に作用し、天端方向とスプリングライン上に打設したロックボルトには効果がみられなかった。
- 2). 天端方向の打設に効果が現われなかったのは、トンネル天端付近より上方に急速に成長するゆるみ領域内にロックボルトが含まれてしまっているためであり、スプリングライン上方 45° の位置の打設に効果が現われたのは、ゆるみ領域にロックボルトが出ていたためと考えられる。

4. おわりに

本研究で得られた知見をまとめると次のようになる。

- 1). ロックボルトと地山の付着力は、覆工のせん断破壊を防ぐ一助となる。
- 2). ロックボルトの打設による支保効果は、ロックボルトがゆるみ領域外に出ている場合非常に有効であり、ゆるみ領域内にむやみに多くのロックボルトを打設しても無意味である。

(参考文献)

- 1). 足立ら；トンネルの支保効果に関する基礎研究，京大防災研報第25号B-2，1982，pp.85~99，
- 2). 木村亮；トンネルの支保効果及び土圧に関する実験的研究，京大卒論，1982，
- 3). 村山ら；砂質土中のトンネル土圧に関する基礎的研究，土木学会論文報告集第187号，1971，pp. 95~108.

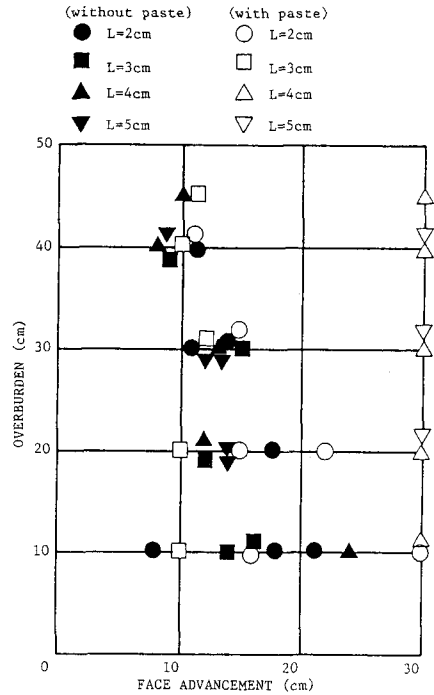


図 - 2

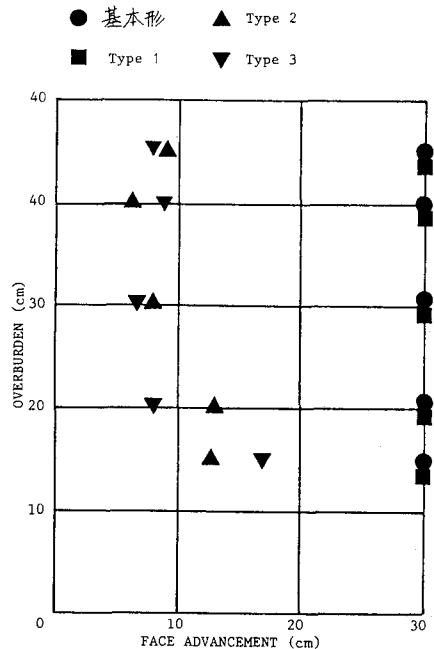


図 - 3