

Ⅲ-740

岩盤セミシールドの実験に用いた人工軟岩の強度について

日産建設(株)技術研究所 正会員 五味 信治

日産建設(株)技術研究所 正会員 ○岡本 將昭

1. はじめに

岩盤セミシールド(Rock Semi Shield, 以下RSSと呼ぶ)で岩盤を掘削する際、硬岩ばかりでなく軟岩を対象とする場合がある。そこで、RSSで軟岩掘削を想定し、軟岩の掘削特性を調べるために実験^{1), 2)}を行った。実験には、均質な実岩盤(軟岩)を使用することが困難であるため、実験用に軟岩(以下、人工軟岩と呼ぶ)を作成することとした。実験を効率的に行うために、人工軟岩には早期強度発現が必要となる。ここでは、人工軟岩の強度について、X線回折を用い生成物を検出した結果と一軸および三軸圧縮強度試験の結果より得られたことを述べる。

2. 人工軟岩の作成方法

人工軟岩の作成には、2種類の粘土ⅠおよびⅡ、けい砂(7号)、早強セメントおよび水(純水)を用いた。ここで、粘土を2種類用いたのは、粘性の大きいものと小さいものの混合比を変化させることにより、人工軟岩の粘着力を軟岩に近づけるためである。配合は、粘土とけい砂、早強セメント、水の重量比を一定とし、粘土ⅠとⅡの混合比を変えた4種類(以下、配合A、B、CおよびDと呼ぶ)とした。また、参考として、配合Aを基にして含有砂率を変化させた3配合(以下、配合A'、A''およびA'''と呼ぶ)および粘土Ⅰの割合のみを多くした配合(以下、配合aと呼ぶ)の4種類も付け加えた。配合を表1に示す。作成条件は、試料を混合後、大型の圧密用モールドに充填し、両面排水、軸応力5MPaで静的加圧を行い、加圧時間は60分、湿潤養生日数を3日とした。粘性の確認のため、作成した人工軟岩の塑性・液性限界試験を行った。試験結果を表2に示す。

3. X線回折

3. 1 実験方法

試料は配合A、B、CおよびDとし、2.で述べた方法で作成したものを破碎し、0.425mmふるい通過分をさらに粉碎して作成した。また、比較のため粘土ⅠおよびⅡについても実験を行った。X線回折の測定条件は、ステップ法、 $2\theta \cdot \theta$ で計測範囲を $3^\circ \sim 83^\circ$ とした。

3. 2 実験結果

実験結果を図1に示す。粘土Ⅰが25%の配合Aでは、粘土ⅠおよびⅡがほとんどであるが、水酸化物も少量検出できた。配合Bについても配合Aとほぼ同様である。配合Cに関しては、粘土Ⅰは5%と少量のため、多少の粘土Ⅰと水酸化物が検出できた。配合Dに関しては、粘土Ⅰは0%であり粘土Ⅱのみ検出できた。また、配合A、Bと比較すればセメントによる水酸化生成物も多く検出できた。養生期間が3日およびセメントも少量のため、いずれの配合においても水酸化物が検出できたが、エトリンガイトの検出はできなかった。

表1 人工軟岩の配合

配 合	粘土Ⅰ	粘土Ⅱ	けい砂	早 強 セメント	水 (純水)
A	25.0	33.0	10.0	8.0	24.0
B	15.0	43.0	10.0	8.0	24.0
C	5.0	53.0	10.0	8.0	24.0
D	0.0	58.0	10.0	8.0	24.0
A'	22.2	29.4	20.0	7.1	21.3
A''	19.4	25.7	30.0	6.2	18.7
A'''	13.8	18.2	50.0	4.5	13.5
a	36.8	16.6	9.2	7.4	30.0

表2 人工軟岩の物性値

配 合	湿潤密度 g/cm ³	一軸強度 kgf/cm ²	三軸強度 (UU試験) kgf/cm ²	三軸強度 (CU試験) kgf/cm ²	塑性指数 %
A	1.91	22.5	11.3	7.9	29.1
B	1.91	33.8	14.5	-----	26.5
C	2.04	64.3	38.6	-----	22.9
D	2.08	61.7	38.4	-----	22.4
A'	-----	22.0	-----	-----	29.1
A''	-----	33.1	-----	-----	29.1
A'''	-----	29.6	-----	-----	29.1
a	-----	10.2	-----	-----	41.8

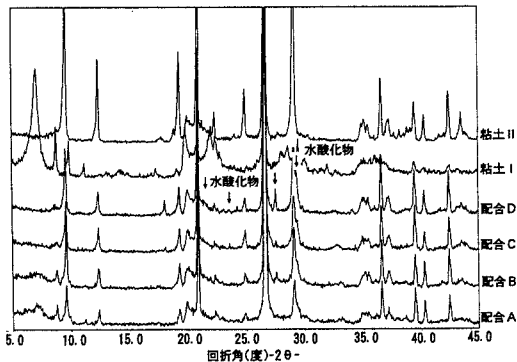


図1 水酸化物の検出(X線回折)

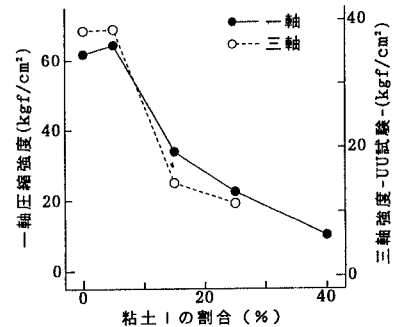


図2 粘土Iと強度の関係

以上のことより、水酸化物の検出は粘土Iが多いと少量であり、少なくなると多くなるので、水酸化物の生成は粘土Iによって阻害されたと考えられる。

4. 圧縮強度試験

4.1 試験方法

配合A, B, CおよびDの一軸圧縮強度試験の供試体は、直径35mm, 長さ70mmとした。供試体はコアドリルにより採取し、マイターボックスにより端面成形を行った。一軸圧縮強度試験は三軸圧縮強度試験を行う際の拘束圧決定のために行った。また、配合A', A'', A'''およびaの一軸圧縮試験も前述と同様の方法で行った。三軸圧縮強度試験の供試体は、直径50mm, 長さ100mmとした。配合AおよびBはアルミ管で採取したもの、配合CおよびDはコアドリルで採取したものをマイターボックスにより端面成形を行った。三軸圧縮試験は、配合AはCU試験およびUU試験、配合B, CおよびDはUU試験で行った。ただし、拘束圧は一軸圧縮強度の2分の1を基準とし、上下させた。

4.2 試験結果

表2に人工軟岩の物性値を示す。配合A, B, CおよびDの湿潤密度は、目標とした 2g/cm^3 に近い値となった。配合AのCU試験より、全応力は過圧密で 7.9kg/cm^2 が得られた。UU試験より、全応力はそれぞれ 11.3kg/cm^2 , 14.5kg/cm^2 , 38.6kg/cm^2 および 38.4kg/cm^2 が得られた。また、一軸圧縮強度においても表2に示すように範囲は広いものの、2.の作成方法で軟岩と同等の強度が得られることがわかった。また、図2より、粘性を得るために用いた粘土Iが強度発現を防げる方向で影響を与えていることがわかった。

5. おわりに

X線回折の結果より、粘土Iの混入量が多くなると、水酸化物の生成が少なくなり早期強度を低下させることがわかった。一軸および三軸圧縮試験より、本実験の作成法であれば、軟岩程度の強度が得られることがわかった。X線回折と強度試験の結果より、粘性を得ようとする強度が著しく低下することがわかった。今後は人工軟岩の他の物性や作成方法についても検討し、また人工軟岩を実験に使用するだけでなく地盤改良等に利用することも検討したい。

参考文献

- 1) 五味, 森ら; 軟岩掘進における岩盤セミシールドの閉塞予測に関する研究(その1), 土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅲ, (投稿中), 1995.
- 2) 五味, 森ら; 軟岩掘進における岩盤セミシールドの閉塞予測に関する研究(その2), 土木学会第50回年次学術講演会概要集Ⅲ, (投稿中), 1995.