

## III-B 265

## 粘土を用いた人工軟岩の強度に関する実験的研究

日産建設技術研究所 正会員 岡本 將昭

日産建設技術研究所 正会員 五味 信治

## 1. はじめに

本実験的研究ではこれまで、軟岩掘進における岩盤セミシールドの掘削実験<sup>1)</sup>用として、粘土を用い静的に締固めをした人工軟岩の3日強度について発表している<sup>2)</sup>。ここでは、粘土を用いた人工軟岩を静的・動的に締固め、異なる固化材を用いて作成し、これらの人工軟岩を湿潤密度および一軸圧縮強度により比較検討した。また、X線回折の結果と強度の関係についても得られたことを述べる。

## 2. 人工軟岩の作成

人工軟岩の材料は、粘土Ⅰ、粘土Ⅱ、けい砂、固化材A、固化材Bおよび純水を用いた。配合は、固化材Aと固化材Bのみ変化させた2種類とした。材料を練混ぜ後、試料作成用のモールドφ150mm×L150mmに充填した。载荷方法は、静的、サイン曲線および台形波载荷とした。静的载荷は、5.0MPaで30minとした。サイン曲線载荷は、5.0MPaを中心に2.5～7.5 MPaとし、サイクルタイム30secで30minとした。台形波载荷は、5.0MPaを中心に5.0～7.5MPaの昇圧に5sec、7.5MPaで5sec、7.5～2.5MPaに10sec、2.5MPaで5sec、2.5～5.0MPaに5secのサイクルタイム30secで30minとした。ただし、いずれの場合も载荷時間と軸応力の積をエネルギーと考え同じ値となるように設定した。また5.0MPaまでの昇圧に10min、変位0mm(降圧)で20minとした。養生は、湿潤養生で3日および7日とした。配合を表-1に示す。

## 3. 圧縮強度試験

## 3. 1 試験方法

圧縮強度試験は一軸圧縮強度試験とし、試験体は、2.で作成した試料から採取し、φ50mm×L100mmに整形した。試験は変位速度を1%/minの一定とした。また、寸法効果を知るため、φ35mm×L70mmの供試体を作製し、一軸圧縮強度試験も実施した。

## 3. 2 試験結果

一軸圧縮強度と締固め方法との関係は、サイン曲線の場合が最も大きく、台形波の場合が最も小さくなった。ここで、湿潤密度を見ると、台形波の場合が最も大きい強度がでていない。破壊形状を観察すると、载荷方向と直交する方向に層状に破壊している。この結果から、動的载荷は締固めには有効であるが、方法次第では強度の低下を招くことがわかった。一軸圧縮強度および湿潤密度を表-2に、载荷方法と一軸圧縮強度の関係を図-1に、湿潤密度と一軸圧縮強度の関係を図-2に示す。養生日数、固化材および供試体サイズと一軸圧縮強度の関係を図-3に示す。図-3より一軸圧縮強度は、養生日数については当然のことながら7日の方が、固化材に関してはBの方が大きくなった。また、寸法効果に関して一軸圧縮強度で比較すると、φ35mmの方が、φ50mmの供試体よりも約3割程度大きな値を示した。

表-1 人工軟岩の配合

| 配合 | 粘土Ⅰ | 粘土Ⅱ | けい砂 | 固化材  | 純水 |
|----|-----|-----|-----|------|----|
| A  | 25  | 33  | 10  | 8(A) | 24 |
| B  | 25  | 33  | 10  | 8(B) | 24 |

(重量比)

表-2 人工軟岩の一軸圧縮強度および湿潤密度

| 载荷方法 | 配合 | 養生日数 | サイズ    | 湿潤密度 | 圧縮強度 |
|------|----|------|--------|------|------|
| 静的   | A  | 3    | 35×70  | 1.85 | 2.27 |
|      |    | 7    | 50×100 | 1.87 | 1.69 |
|      |    |      |        | 1.88 | 2.21 |
|      | B  | 3    |        | 1.91 | 2.45 |
|      |    | 7    |        | 1.91 | 2.83 |
|      |    | 7    |        |      |      |
| サイン  | A  | 3    | 35×70  | 1.85 | 1.97 |
|      |    |      | 50×100 | 1.88 | 1.74 |
| 台形波  | A  | 3    | 35×70  | 1.88 | 2.10 |
|      |    |      | 50×100 | 1.92 | 1.57 |

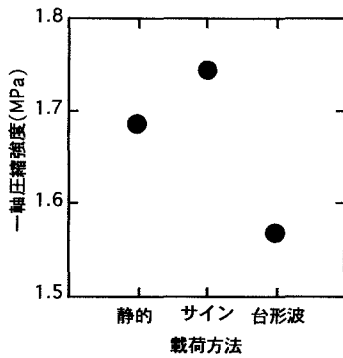


図-1 載荷方法と一軸圧縮強度の関係

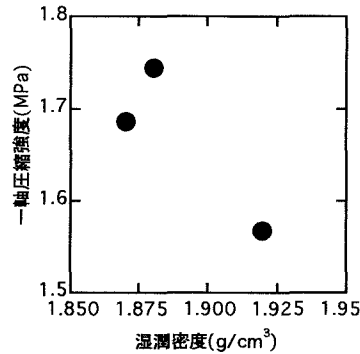


図-2 湿潤密度と一軸圧縮強度の関係

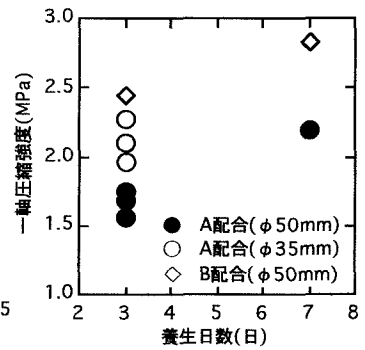


図-3 養生日数と一軸圧縮強度の関係

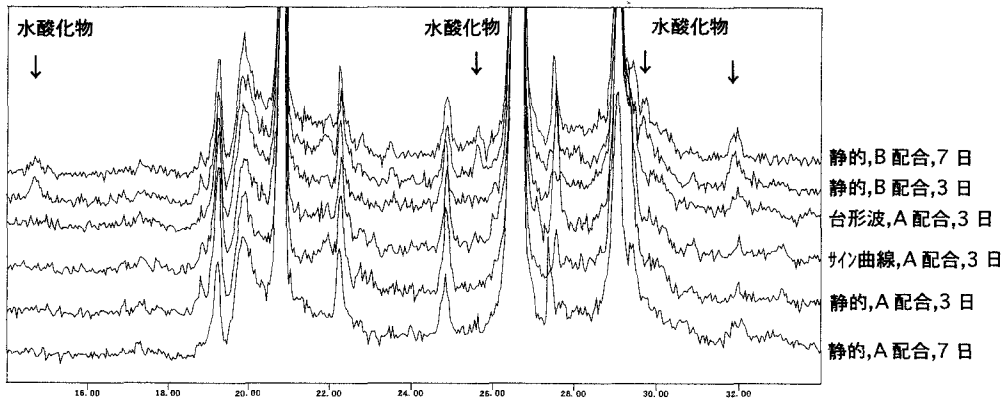


図-4 X線回折パターン

#### 4. X線回折

##### 4. 1 実験方法

作製した人工軟岩中の水酸化生成物を確認するためにX線回折実験を行った。試料は、固化材の反応を停止させるために一軸圧縮強度試験を行った後、すみやかに試験体を炉乾燥し、粉碎して作成した。

##### 4. 2 実験結果

配合が同一の場合、載荷方法の違いによる水酸化生成物の検出はほとんど同じであるが、固化材Bを用いた人工軟岩からは炭酸カルシウムより反応が進んだガラス質の生成物も検出された。このことより、表-1および表-2に示した固化材の違いが強度に影響を与えたことがわかった。X線回折のパターンを図-4に示す。

#### 5. おわりに

強度試験の結果より、静的、サイン曲線、台形波載荷の締固め方法のなかでは、一軸圧縮強度は台形波、静的、サイン曲線載荷の順に、湿潤密度は静的、サイン曲線、台形波載荷の順に大きくなることがわかった。寸法効果を一軸圧縮強度で比較すると、φ35mmの方が、φ50mmより約3割程度大きな値を示した。また、強度試験およびX線回折実験結果より、載荷方法および固化材によって人工軟岩の早期強度および特性を変化させることがわかった。

#### <参考文献>

- 1) 五味, 袁, 岡本, 森: 軟岩掘進における岩盤セシールドの閉塞予測に関する研究(その1), 第50回土木学会年次学術講演会講演概要集3, pp.1296-1297, 1995.
- 2) 五味, 岡本: 岩盤セシールドの実験に用いた人工軟岩の強度について, 第50回土木学会年次学術講演会講演概要集3, pp.1480-1481, 1995.