

瞬結吹付けコンクリートの強度発現性状について

清水建設(株) 技術研究所

正会員 ○中谷篤史 熊坂博夫 高橋圭一

清水・株木特定建設工事共同企業体

正会員 井上孝俊 垣見康介 松尾勝司

東日本高速道路(株) 北海道支社千歳工事事務所 高橋俊長

1. はじめに

穂別トンネル東工事では、粘土状蛇紋岩体を高耐力支保を採用して施工を実施している¹⁾。この高耐力支保には、材齢10分で 3N/mm^2 の強度を発現する瞬結吹付けコンクリートが採用されている。著者らはこれまでに、トンネル掘削時における支保部材として、吹付けコンクリートの若材齢における力学特性を重要と考え、若材齢時の力学特性について報告をしている^{2), 3), 4)}。本報では、この瞬結吹付けコンクリートの若材齢からの強度発現性状、応力～ひずみ特性に関して試験を実施したので報告する。

2. 試験の概要

切羽における吹き付け作業時に吹付け箱に試験体を採取し、その後、供試体を作製し一軸圧縮試験を実施した。また、若材齢の強度試験としてプルアウト試験を併せて実施した。試験ケースを表1に示す。プルアウト試験は材齢10分から材齢1日(8材齢)まで、一軸圧縮試験は材齢9時間から材齢100日までJIS 載荷試験(8材齢)と定ひずみ載荷試験(10材齢)の2種類の載荷方法で実施した。載荷速度は、JIS 載荷試験は、JIS A 1108に準拠して $0.6\text{N/mm}^2/\text{sec}$ で、定ひずみ載荷試験は、小型載荷試験装置³⁾を用いて、 0.15mm/min で実施した。ひずみの計測は、既報³⁾と同様にひずみゲージと同等の計測が可能なコンプレッソメータータイプによる変位計測とピーク強度以降の挙動を計測するために装置の変位計の2種類の変位計を用いた。

3. 試験結果および考察

プルアウト試験とJIS 載荷試験から得られた材齢と一軸圧縮強度の関係を図1に示す。なお、プルアウト試験の値は、引き抜き圧力に係数を乗じた換算圧縮強度である。定ひずみ載荷試験から得られた材齢と一軸圧縮強度の関係を図2に、材齢と弾性係数の関係を図3に示す。なお、弾性係数の算出にはコ

ンプレッソメータータイプによる変位計測結果よりJIS A 1149に準拠して算出した。各材齢における代表的な応力～ひずみ曲線を図4、図5に示す。これらの図より、以下のことがわかる。

- ・強度発現性状は、プルアウト試験の結果より、材齢10分で 3.9N/mm^2 、材齢6時間で 8.1N/mm^2 、材齢1日で 21.5N/mm^2 と発現している。また、吹き付け直後から材齢6時間までは強度増加は小さく、材齢6時間以降に急激な強度増加を示す。なお、JIS 載荷試験の結果からも材齢1日以降に材齢とともに強度発現が進んでいることがわかる。
- ・定ひずみ載荷試験の結果より、強度および弾性係数は、既往の報告^{2), 3)}と同様に材齢とともに増加し、その関係は材齢を対数軸にした直線関係であることがわかる。
- ・若材齢時における応力～ひずみ特性は、ピーク強度以降において脆性的な破壊現象を生じず、応力は緩やかに減少し、高いじん性を持つ特性を示すことがわかる。

4. まとめ

瞬結吹付けコンクリートの若材齢からの強度発現性状、応力～ひずみ特性を把握することを目的に力学試験を実施した。強度は、材齢10分で 3.9N/mm^2 、材齢6時間で 8.1N/mm^2 、材齢1日で 21.5N/mm^2 と発現した。これは、既往の報告の高強度吹付けコンクリート¹⁾に比べ材齢1日で約2倍の強度が発現したことがわかる。また、定ひずみ載荷試験による強度と弾性係数の発現性状および応力～ひずみ特性は既往の報告と同様の性状を持っていることがわかる。今回の結果は、既報の試験施工の結果に加え、実施工現場において得られた貴重な試験データであると考えている。今後も試験データの蓄積をはかりたい。なお、本試験実施にあたり多大な協力を頂いた電気化学工業(株)の関係者に感謝の意を表す。

キーワード 吹付けコンクリート、力学特性、応力～ひずみ特性

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 社会基盤技術センター TEL. 03-3820-8414

表 1 試験ケース

試験	材齢	10M	1H	3H	6H	9H	12H	18H	1D	2D	3D	7D	14D	28D	56D	100D
プルアウト試験		○	○	○	○	○	○	○	○							
JIS 載荷試験									○	○	○	○	○	○	○	○
定ひずみ載荷試験						○	○		○	○	○	○	○	○	○	○

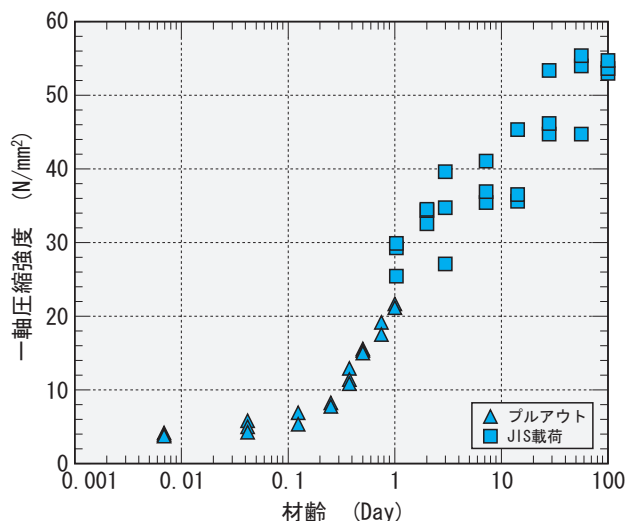


図 1 材齢と一軸圧縮強度の関係 (プルアウト, JIS 載荷)

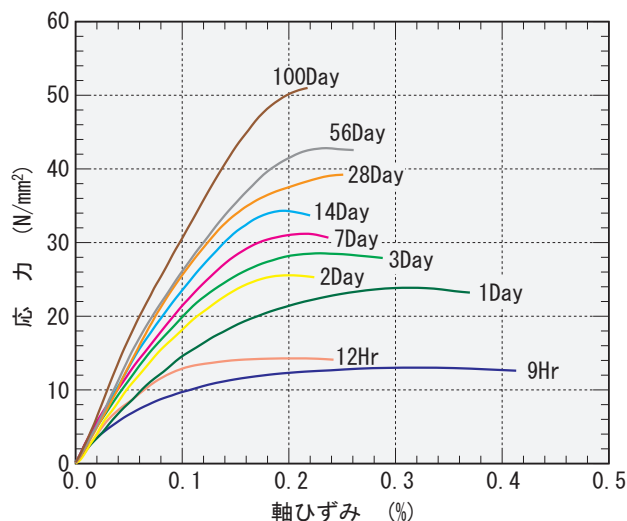
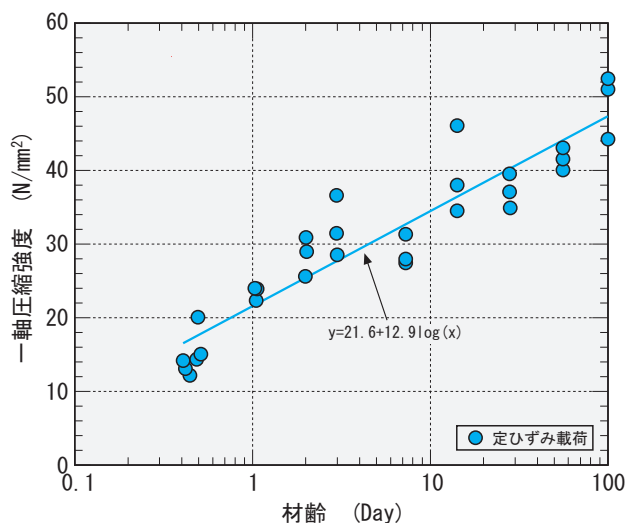
図 4 コンプレッソメータータイプによる
応力～ひずみ曲線

図 2 材齢と一軸圧縮強度の関係 (定ひずみ載荷)

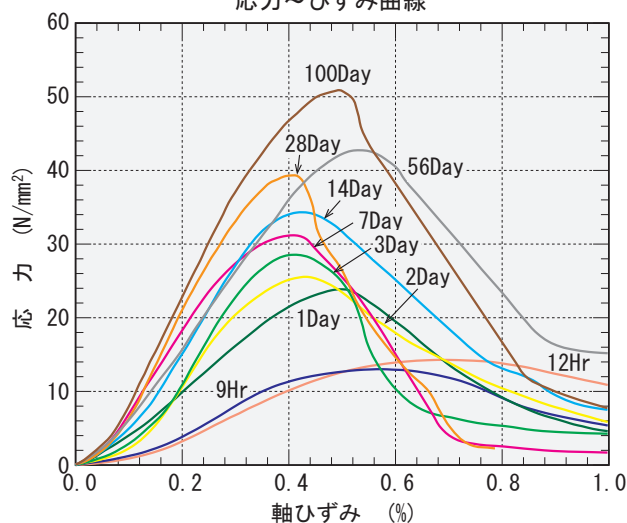


図 5 装置の変位計による応力～ひずみ曲線

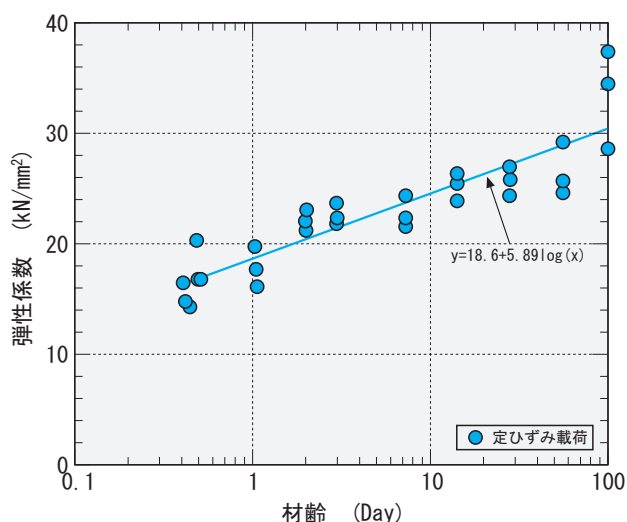


図 3 材齢と弾性係数の関係 (定ひずみ載荷)

参考文献

- 1) 高橋俊長, 中野清人, 垣見康介: 高耐力支保構造で施工した脆弱地山のトンネル挙動特性, トンネル工学報告集, 第 19 巻, pp. 107-117, 2009. 11
- 2) 中谷篤史, 高橋圭一, 熊坂博夫, 岩崎昌浩, 寺島勲: 若材齢時に載荷を受けた吹付けコンクリートの力学特性について, 第 17 回トンネル工学論文集, 第 17 巻, pp. 21-30, 2007. 11
- 3) 中谷篤史, 高橋圭一, 熊坂博夫, 石田積, 岩崎昌浩: 小型載荷試験装置を用いた吹付けコンクリートの若材齢における応力～ひずみ特性に関する検討, トンネル工学報告集, 第 15 巻, pp. 23-27, 2005. 12
- 4) 中谷篤史, 熊坂博夫, 高橋圭一, 石井卓, 岩崎昌浩, 寺島勲: 地層処分坑道と同規模の断面における短時間高剛性吹付けコンクリートの吹付け施工試験, 土木学会第 63 回年次学術講演会, CS05-31, pp. 229-230, 2008. 9