

短時間に高い剛性が得られる吹付けコンクリートの応力～ひずみ特性に関する検討

清水建設 正会員 ○中谷篤史 熊坂博夫

高橋圭一 石井 卓

電気化学工業

岩崎昌浩 寺島 勲

1. はじめに

山岳トンネルにおける一次支保部材としての吹付けコンクリートは、掘削後直ちに施工し、支保として機能することが期待できる重要な部材で、吹き付け直後に、地山からの押し出しによる地圧を受ける。支保としての性能を十分に発揮するためには、吹き付けたコンクリートがすみやかに剛性を発揮している必要がある。トンネルの安定設計では、掘進長や掘進速度と関連する若材齢の吹付けコンクリートの剛性発現性を考慮して検討することが重要であることが報告されている¹⁾。さらに石井らによる短時間で高剛性を発現する吹付けコンクリートの開発が行われている²⁾。本報では、実際のトンネル施工現場において、普通ポルトランドセメントを用いて施工した短時間高剛性吹付けコンクリートの若材齢から材齢100日までの応力～ひずみ特性結果について報告する。また、今回は、普通吹付けコンクリートについても同様の試験を行ったので併せて報告をする。

2. 試験の概要

実現場トンネルにて吹付けコンクリートの施工試験を行い、吹付け箱にて供試体を採取し、その後、コア抜き、カット、キャッピングをして供試体を成形し、材齢3時間から材齢100日までの載荷試験を行った。載荷方法は、既報³⁾と同様に現場において試験が可能な小型載荷試験装置を使用し、トンネルにおける支保への地圧増加速度に近い速度0.15mm/min(ひずみ速度0.1%/min)の変位制御で載荷試験を行った。ひずみの計測には、ひずみゲージと同様の計測が可能なコンプレッソメータータイプの変位計測とピーク強度以降の挙動を計測するための装置の変位計の2種類を用いた。

3. 試験結果および考察

短時間高剛性吹付けコンクリートと普通吹付けコ

ンクリートの各材齢における代表的な応力～ひずみ曲線を図1～図4に示す。材齢と一軸圧縮強度の関係および材齢と弾性係数の関係を図5、図6に示す。また、図2と図4の応力～ひずみ曲線を用いて、ピーク強度の95%～90%の割線勾配とピーク強度とひずみ1%の割線勾配から求めたひずみ軟化勾配と一軸圧縮強度の関係を図7に示す。

これらの図より以下のことがわかる。

- ・一軸圧縮強度と弾性係数は材齢とともに増加し、その関係は材齢を対数軸とした直線関係がある。
- ・若材齢の吹付けコンクリートのピーク強度後のひずみは、脆性的な破壊現象を生じず高い靱性を持つ挙動を示す。
- ・ピーク強度以降のひずみ軟化勾配は強度の増加に伴って、勾配が大きくなる傾向を示す。
- ・短時間高剛性吹付けコンクリートと普通吹付けコンクリートは、強度・弾性係数の発現時間は違うが、材齢に伴って、同様の傾向を示す。
- ・短時間高剛性吹付けコンクリートと普通吹付けコンクリートのピーク強度が同じ場合(材齢は異なる)、ほぼ同じひずみ軟化勾配となる。

4. まとめ

実現場トンネルで吹付けコンクリートの施工試験を行い、吹き付けた短時間高剛性吹付けコンクリートと普通吹付けコンクリートの一軸圧縮試験を行った。吹付けコンクリートの応力～ひずみ特性は、若材齢時のピーク強度における応力は緩やかに低減し、脆性的な破壊現象を生じず高い靱性を持つ挙動を示した。また、材齢が経過するとともにひずみの増加に伴う応力低下が大きい傾向にあることがわかった。

今後もデータの蓄積を行っていき、吹付けコンクリートの持つ応力～ひずみ特性に関して、検討を進めていきたい。

キーワード 吹付けコンクリート、若材齢、応力～ひずみ特性

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 研究開発支援センター TEL. 03-3820-8414

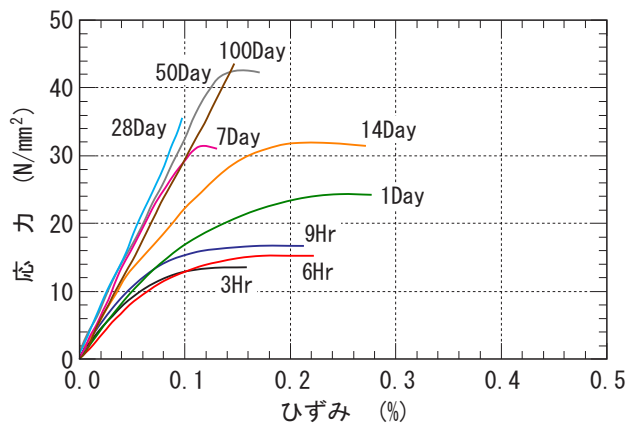


図1 コンプレッソメータータイプによる
応力～ひずみ曲線
(短時間高剛性吹付けコンクリート)

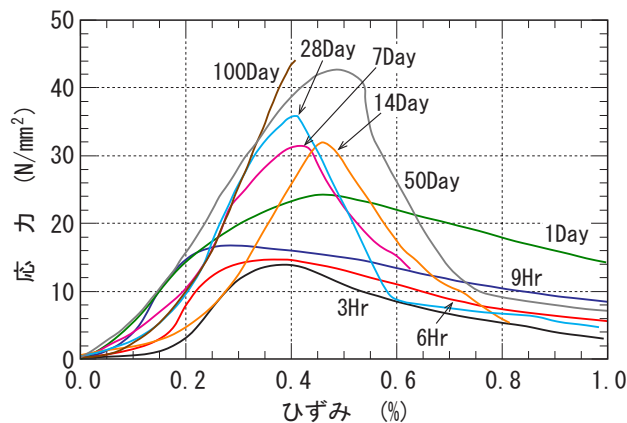


図2 装置の変位計 (CDP-25) による
応力～ひずみ曲線
(短時間高剛性吹付けコンクリート)

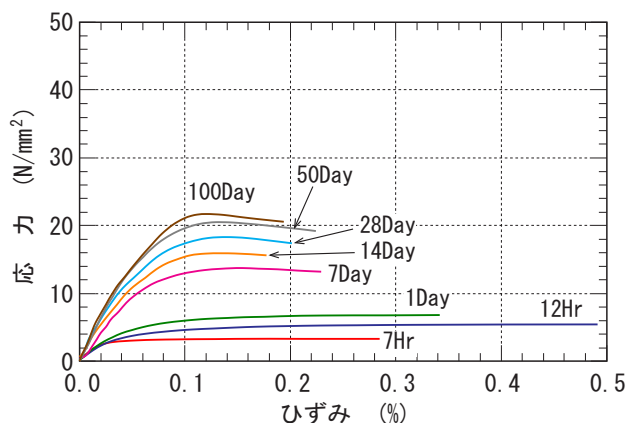


図3 コンプレッソメータータイプによる
応力～ひずみ曲線
(普通吹付けコンクリート)

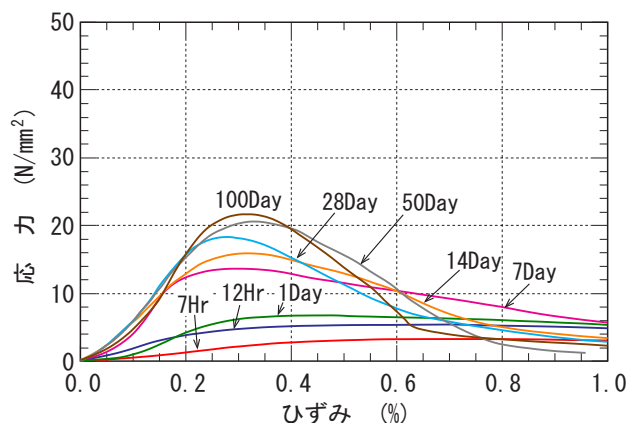


図4 装置の変位計 (CDP-25) による
応力～ひずみ曲線
(普通吹付けコンクリート)

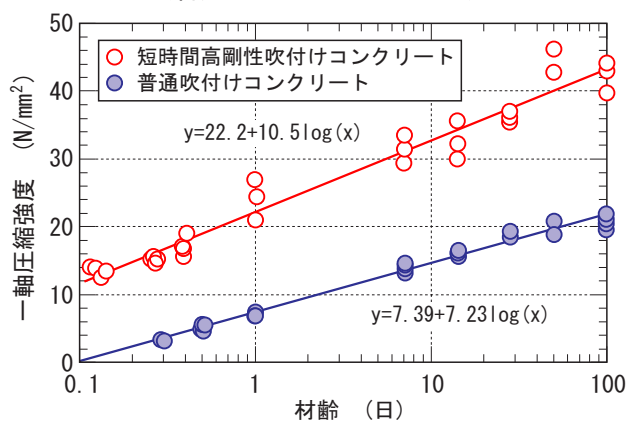


図5 材齢と一軸圧縮強度の関係

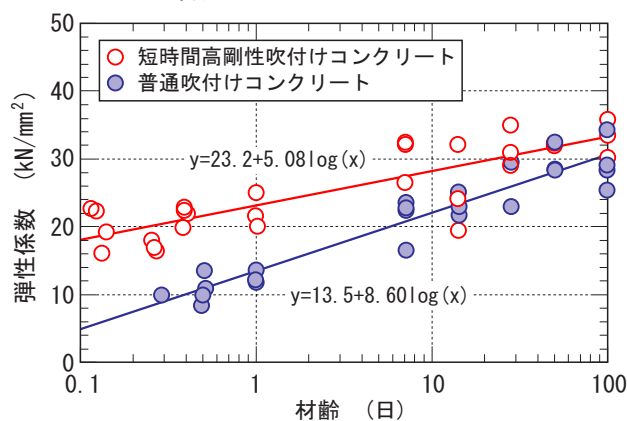


図6 材齢と弾性係数の関係

参考文献

- 1) 熊坂：掘進長と吹付けコンクリート硬化速度が支保特性曲線に及ぼす影響について、トンネル工学研究論文集、第14巻、pp35-44、2004.11
- 2) 石井、熊坂、栗田、石田、岩崎：材齢3時間で18kN/mm²の剛性を発揮する吹付けコンクリート、土木学会第61回年次学術講演会、CS05-037、2006.9
- 3) 中谷、高橋、熊坂、石田、岩崎：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、pp23-27、2005.12

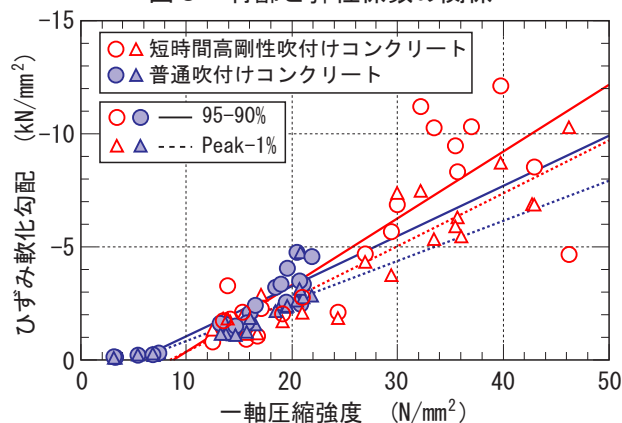


図7 一軸圧縮強度とひずみ軟化勾配の関係