

# 高強度吹付けコンクリートの拘束収縮応力

太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 小川 洋二  
 同 上 正会員 杉山 彰徳  
 同 上 正会員 山本 盛男

## 1. まえがき

高強度・高流動コンクリートなどの水結合材比の小さい、単位結合材量の多いコンクリートでは、自己収縮により発生する引張り応力が大きくなり、ひび割れの大きな要因となることが明らかとなってきた。

トンネルの支保工に用いられる吹付けコンクリートも大断面化などの要請にともない、薄肉高強度化が必要となってきており、その手法としてベースコンクリートの高強度と高強度専用急結剤とが用いられている。吹付けコンクリートは施工後ただちに強制的な乾燥状態にさらされることもあり、自己収縮のみならず乾燥による収縮応力も打設後早期から発生することが考えられる。しかし、これらを組み合わせた高強度吹付けコンクリートの収縮特性を検討した例はほとんどなく、特に収縮応力に着目した研究例は見当たらない。

著者らは昨年、モルタルにより簡易的に相対評価する方法を検討した<sup>1)2)</sup>。本稿では、吹付けコンクリートの拘束収縮応力を、模擬吹付け装置を用いて作製した供試体から測定し、吹付け材料、配合に起因する収縮応力特性を検討した。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

ポルトランドセメント：普通（NC，密度 3.16 g/cm<sup>3</sup>），早強（HC，密度 3.14 g/cm<sup>3</sup>）

混合セメント：高炉セメントB種（BB，密度 3.05 g/cm<sup>3</sup>）

細骨材：海砂・砕砂混合，密度 2.62 g/cm<sup>3</sup>，F.M.2.70

粗骨材：最大寸法 15mm，密度 2.80 g/cm<sup>3</sup>

混和剤：高性能減水剤（SP，ポリグリコールエステル誘導体），収縮低減剤（SR，アルコール系）

急結剤：高強度用急結剤（Q，セメント鉱物系粉末，各セメントごと）

### 2.2 コンクリートの配合

コンクリートの基本配合を表 - 1 に示す。流動性は混和剤で調整した。高炉 B 種を用いた配合 1 および 3 は、単位セメント量を考慮して目標スランプフローをそれぞれ 650mm および 500mm に設定した。

表-1 コンクリートの配合

No.	セメント種類	W/C %	単体量 kg/m <sup>3</sup>	s/a %	Q		SR	
					C × %	%	C × %	%
1	BB	30	650	60	5		0	
2	BB	30	650	60	5		2	
3	BB	35	500	60	5		0	
4	HC	40	500	60	7		0	
5	NC	40	500	60	7		0	

### 2.3 試験条件

模擬吹付けは、空気圧送式の吹付け機を用いて 2 ~ 4 m<sup>3</sup>/h の吐出速度でおこな

なった。型枠は 150 × 150 × 1000 mm の直方体に合板を組み、断面中心に D16 の横ふし形状の異形鉄筋を配置した。鉄筋には温度補償型ひずみゲージを表裏 3 箇所を設置し、データロガーを用いて長さ変化を連続的に測定した。供試体は、吹付け後ただちに吹付け面を平滑に成形し、約 30 分後に底面以外の 5 面を開放して気乾状態とし、鉄筋の基長をとり測定を開始した。なお、吹付けコンクリートのモルタル部分のみを取り出した急結モルタルの供試体作製、および拘束収縮応力の測定は、文献 1) と同じとした。

キーワード：高強度吹付けコンクリート，急結剤，拘束収縮応力，収縮低減剤，急結モルタル

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2 - 4 - 2

Tel.043-498-3849 Fax.043-498-3876

3. 実験結果および考察

吹付けコンクリートの拘束収縮応力の算定は、鉄筋の平均ひずみを用いて算出した。図 - 1 に吹付けコンクリートの拘束収縮応力（以下  $c$  とする）の結果を示す。BB を  $650\text{kg/m}^3$  用いた配合 No.1 は、3 日以降の  $c$  の増加速度が最も大きく、材齢 14 日では  $c$  が約  $0.9\text{N/mm}^2$  まで増加した。HC を用いた配合 No.4 の  $c$  は、3 日までは BB と似た挙動を示したが、それ以降の増加は BB よりもやや緩やかとなり 14 日では  $0.6\text{N/mm}^2$  程度になった。NC を用いた配合 No.5 は、 $c$  の立ち上がりが最も急であったが、

$c$  の増加が緩やかになる時期も早く、最終的な  $c$  は本実験の中では最も小さかった。本実験では、ベースコンクリートの配合も急結剤もそれぞれ異なるため、結果の差異がセメント種類の影響とは一概にはならないが、BB を用いて、単位セメント量を多くし、水セメント比を小さくする高強度化の処方では、 $c$  を大きくする傾向があることは確認できた。この結果は既往の検討<sup>1)</sup>とも一致した。図 - 2 は、BB を用いた場合の、ベース配合および混和剤による収縮低減効果を確認したものである。図より、アルコール系収縮低減剤を 2% 混入することにより、吹付けコンクリートの  $c$  は 30% 程度低減されることが確認できた。図 - 3 は、モルタルとコンクリートの拘束収縮応力の比較で、一例として HC の結果を示した。材齢初期では急結モルタルの方が吹付けコンクリートよりも  $c$  が大きいですが、14 日では概ね一致していることがわかる。図中の急結モルタルでの自己収縮のみの挙動と、同時に乾燥収縮を含む結果とを比較すると、後者は初期の  $c$  の増加速度が自己収縮のみよりも大きく算定されており、乾燥の影響が大きいことを示唆している。したがって、初期のモルタルとコンクリートの挙動の差は、供試体寸法に対する乾燥の影響が大きいものと考えられる。

- 【参考文献】 1) 山本ほか：急結剤を添加した吹付け用高強度モルタルの拘束収縮応力，土木学会第 55 回年次学術講演会概要集， -220，2000  
 2) 杉山ほか：収縮低減剤を混和した急結モルタルの拘束収縮応力に関する検討，土木学会第 55 回年次学術講演会概要集， -230，2000

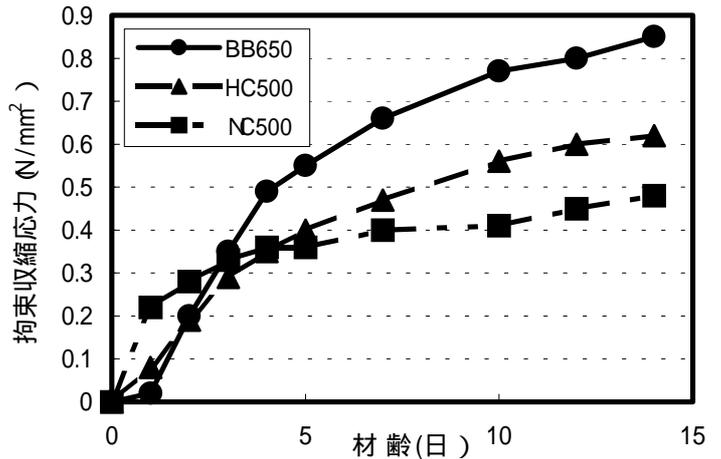


図-1 吹付けコンクリートの拘束収縮応力

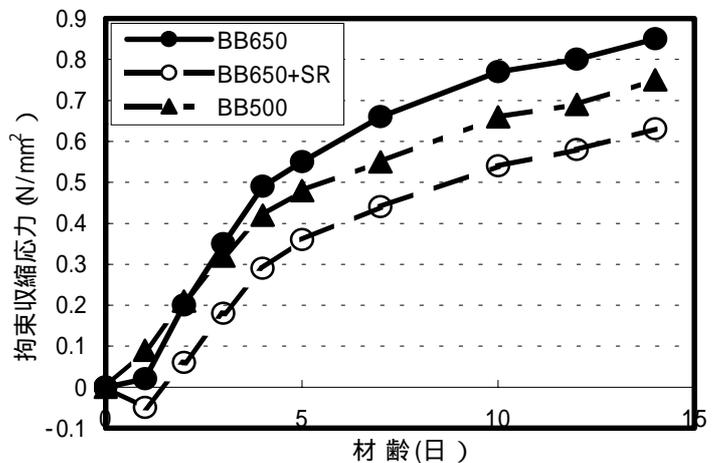


図-2 配合および混和剤の収縮応力低減効果

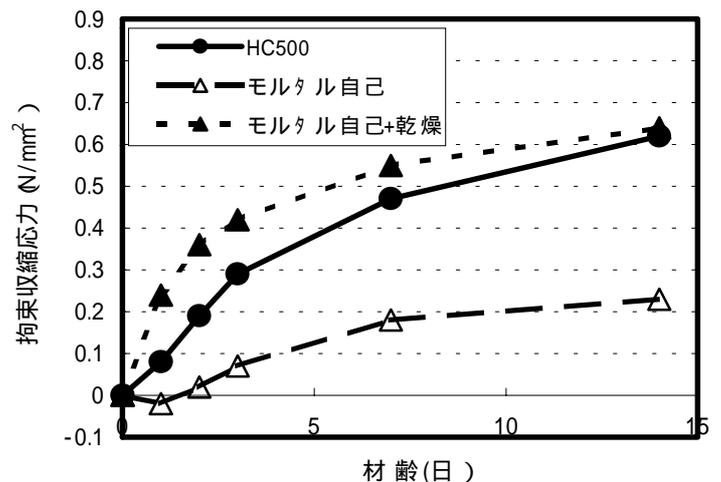


図-3 急結モルタルと吹付けコンクリートの比較