

高強度吹付けコンクリートの拘束収縮応力に関する供試体寸法の影響

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

1. まえがき

高強度吹付けコンクリートは、第二東名・名神高速道路で施工される大断面トンネルや地山の状態が悪く通常の吹付けコンクリートでは十分な支保効果が得られない場合に施工されている。吹付けコンクリートを高強度化する手法としては、ベースコンクリートの高強度化ならびに高強度専用急結剤の使用が考えられる。ベースコンクリートの強度向上を図る方策としては、水結合材比の低減および単位結合材量の増大が考えられる。しかし、このようなコンクリートでは、自己収縮により発生する引張応力が大きくなり、ひび割れの発生が懸念される。筆者らは、急結剤を混入したモルタルおよびコンクリートの拘束収縮応力に関する評価・検討を平成12年より行なっている。¹⁾²⁾ 本報告では、急結剤を含まない系について、供試体の寸法がモルタルおよびコンクリートの拘束収縮応力に及ぼす影響を把握することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

- (1)セメント：普通ポルトランドセメント(密度：3.16g/cm³)
- (2)細骨材：陸砂(密度：2.60g/cm³、F.M.:2.77)
- (3)粗骨材：碎石(Gmax:10mm、密度：2.64g/cm³、F.M.:6.01)
- (4)混和剤：高性能減水剤(ポリグリコールエステル誘導体)

2.2 配合条件

コンクリートおよびモルタルの配合を表-1に示す。モルタルの配合は、コンクリート配合より粗骨剤を除いたものとした。

表-1 コンクリートおよびモルタルの配合

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	SP
コンクリート	40	60	200	500	954	646	2.5
モルタル		—	265	662	1289	—	3.31

2.3 試験水準

試験水準を表-2に示す。供試体の養生は、脱型後直ちにアルミ箔粘着テープで全面を覆い水分の蒸発をなくしたもの(以下、封かん養生)と、覆いがなく全面で水分の蒸発が生じるもの(以下、気乾養生)の2種類とした。供試体の寸法は、拘束棒の定着長を十分確保することを考慮して、13×13×100(cm)および4×4×13.5(cm)の2種類とした。

2.4 実験方法

供試体寸法が4×4×13.5(cm)の水準では、JIS A 6202 附属書1(規定) 膨張材のモルタルによる膨張性試験に準拠して行なった(文献1)参照)。供試体寸法が13×13×100(cm)の水準では、内寸：13×13×100(cm)の合板製木箱を型枠として用い、φ12.4mmの丸鋼を全長にわたって、ねじ転造したもの(以下、拘束棒)を供試体断面の中央に配置して、拘束棒の収縮量を温度補償型ひずみゲージで測定した(文献2)参照)。4×4×13.5(cm)および13×13×100(cm)の供試体において鉄筋形状、鉄筋比を同一とした。

表-2 試験水準

水準 No.	配合	供試体	
		養生	寸法(cm)
1	モルタル	気乾	13×13×100
2		封かん	
3	コンクリート	気乾	13×13×100
4		封かん	
5	モルタル	気乾	4×4×13.5
6		封かん	

キーワード：高強度吹付けコンクリート、拘束収縮応力、供試体寸法、封かん養生

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL 043-498-3876 FAX 043-498-3849

3. 実験結果および考察

3.1 拘束収縮応力に及ぼす供試体寸法の影響

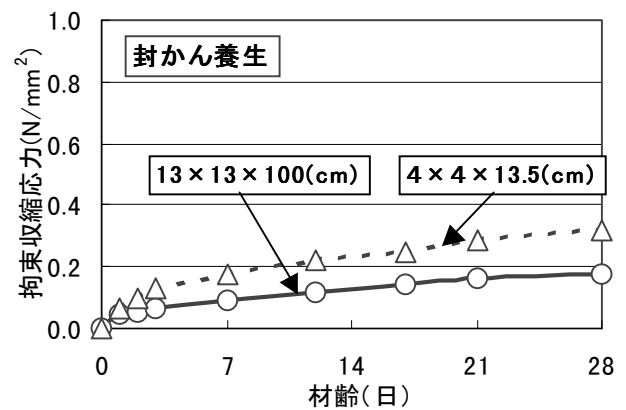
図－1 および 2 にモルタルにおける拘束収縮応力を示す。封かん養生では、主にセメントの水和反応に起因する体積変化(以下、自己収縮)が生じ、気乾養生では、自己収縮にセメント硬化体の脱水に起因する体積変化(以下、乾燥収縮)が加わることとなる。図－1 より、自己収縮による拘束応力は、 $4 \times 4 \times 13.5(\text{cm})$ の水準が $13 \times 13 \times 100(\text{cm})$ の水準よりも 1.5～2.0 倍の結果となった。このことから自己収縮による拘束収縮応力は、供試体寸法により影響を受け、供試体寸法が小さくなると拘束収縮応力は大きくなることがわかった。この原因のひとつとして、供試体寸法が大きくなると間隙水の連続性が乏しくなり、負圧が液相中に伝達されなくなることが挙げられる³⁾。図－2 より、気乾養生した供試体の拘束収縮応力は、封かん養生の結果よりも供試体寸法による影響が増加した。この原因としては、供試体寸法が小さくなると、供試体内部の水分状態と外部の水分状態が平衡になるまでに要する時間が早くなることが考えられる。

3.2 コンクリートとモルタルの拘束収縮応力

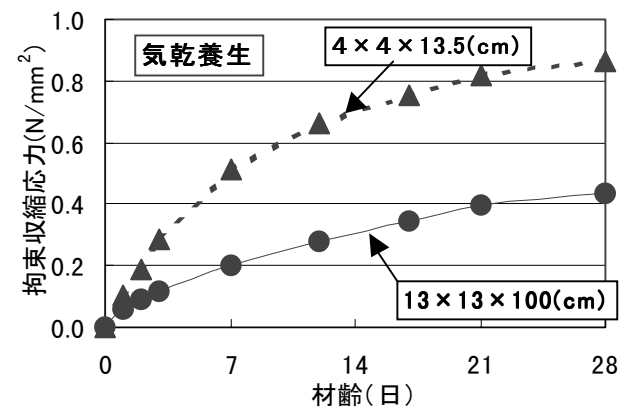
図－3 および 4 にコンクリートとモルタルにおける拘束収縮応力を示す。供試体寸法は $13 \times 13 \times 100(\text{cm})$ とし、封かんおよび気乾養生においてそれぞれ比較した。図より、自己収縮による拘束収縮応力は、コンクリートに対してモルタルが 1.6 から 1.7 倍程度上回る結果となった。気乾養生においても結果は同様であり、コンクリートに対してモルタルが 1.1 から 1.3 倍程度上回る結果となった。この原因としては、コンクリートでは、セメントペースト容積がモルタルよりも小さいことおよび、粗骨材が収縮の抑制効果を果たしているためであると推察される。

【参考文献】

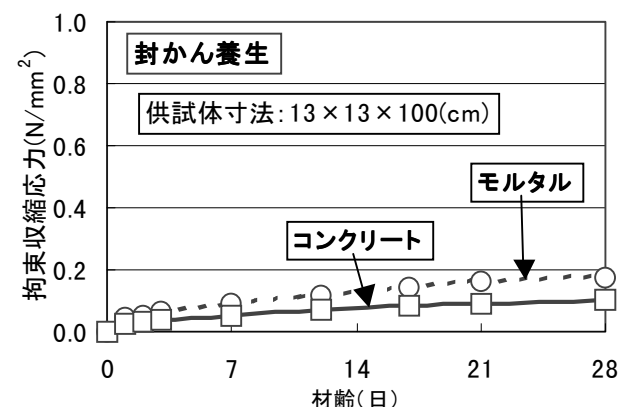
- 1) 山本ほか：急結剤を添加した吹付け用高強度モルタルの拘束収縮応力，土木学会第 55 回年次学術講演会概要集，V－220，2000
- 2) 小川ほか：高強度吹付けコンクリートの拘束収縮応力，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集，V－238，2001
- 3) 田澤ほか：水和反応による硬化セメントペーストのマクロな体積減少，セメント・コンクリート論文集，No.45，1991，pp.122-127



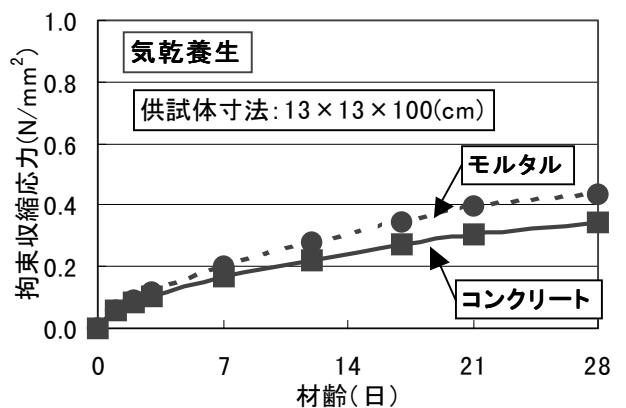
図－1 供試体寸法の違い(封かん養生)



図－2 供試体寸法の違い(気乾養生)



図－3 コンクリートとモルタルの違い(封かん)



図－4 コンクリートとモルタルの違い(気乾)