

事前に粗骨材を敷き詰めたコンクリートの欠点となる骨材界面の改善方法の検討

芝浦工業大学 学生会員 ○名古屋 智樹 芝浦工業大学大学院 学生会員 深澤 英将
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 研究背景・目的

コンクリートはその要求性能を満たすため様々なものが存在し、その中に Two Stage Concrete(以下 TSC と称す)があり、特殊コンクリートの一種である。TSC の打設手順を図-1 に示す。まず型枠に粗骨材を敷き詰め、その後高流動無収縮グラウト材を流し込み、グラウト材で骨材間を充填する。なおグラウト材はセメントと細骨材のプレミックス材と水を混ぜて作製する。澁谷らの研究¹⁾から TSC は従来のコンクリートに比べて圧縮強度が小さく、透気係数が大きいと報告されている。これは TSC を普通のコンクリートと比較して粗骨材量が多いため骨材界面に形成される空隙が強度・耐久性に大きな影響を与えたと考えられる。

このようにコンクリートの骨材界面に生じる空隙の改善方法として、深澤らの研究²⁾では C-S-H 系硬化促進剤を用いることで骨材界面の空隙を緻密化させる効果が報告されている。また膨張材を添加することで生成される水和物により骨材界面の空隙を埋めることができるのではないかと考えられる。

そこで本研究では、TSC の欠点となる骨材界面の改善を目的として、C-S-H 系硬化促進剤と膨張材を用いてその効果を確認した。

2. 実験概要

2. 1. 供試体概要

本研究のコンクリートの計画配合を表-1 に示す。TSC の比較対象として普通コンクリートも作製した。ここで用いるグラウト材のスラグ置換率が 40%であることから、普通コンクリートはスラグ置換率 40%のセメントを用いた。

C-S-H 系硬化促進剤(ACX)は単位水量 $W \times 5\%$ 添加したコンクリートを作製した。膨張材はエトリンガイト系(EX1)、複合系(EX2)、生石灰系(EX3)の 3 種類を TSC に 20kg/m^3 で添加した。しかし膨張材をコンクリートに使用する際は、膨張材をセメントと置換して使用するが、TSC はプレミックス材を使用しているためセメント

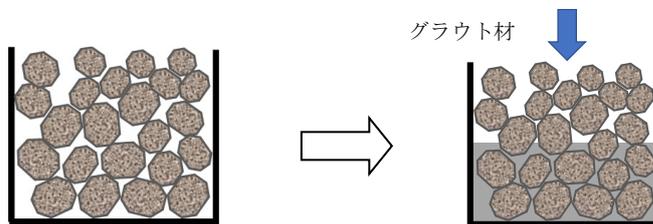


図-1 TSC の作成手順

表-1 コンクリートの計画配合

種類	使用材料		W/B	単位水量 W(kg/m ³)	混和剤 使用量 (kg)	混和材 単位重量 (kg/m ³)
	混和剤	混和材				
TSC	-	-	45%	-	-	-
	ACX	-		-	$W \times 5\%$	-
	-	EX1	44%	-	-	20
	-	EX2		-	-	20
	-	EX3		-	-	20
-	BB	-		-	20	
普通	-	-	45%	170	-	-
	ACX	-		170	$W \times 5\%$	-

に置換することはできない。そのため W/B が変動してしまい、TSC と直接比較することは不可能である。そこでスラグ置換率 40%の高炉セメント(BB)を膨張材と同じ分量の 20kg/m^3 で TSC に添加した供試体を作製した。なお TSC はグラウト材の充填性を向上させるために、10mm 以下の粗骨材は使用していない。

2. 2. 圧縮強度試験

$500 \times 200 \times 300\text{mm}$ の供試体を作製し、同一供試体での強度・耐久性を検討するために $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱のコアを採取して試験に用いた。コア採取後、28 日間水中養生し、養生後試験を実施した。

2. 3. 透気試験

水中養生 28 日後採取したコア供試体の両端 50mm をコンクリートカッターで切断し $\phi 100 \times 50\text{mm}$ の供試体を用いて行った。

3. 試験結果および考察

3. 1. 圧縮強度試験

図-2 に圧縮強度試験の結果を示す。普通コンクリートと TSC の結果を比較すると、普通コンクリートの強

度が大きく、両者とも ACX を添加することで強度が大きくなったが、TSC の方がその効果は大きかった。また膨張材の3種類では EX3 を添加した TSC が最も強度が大きかった。

3. 2. 透気試験

図-3 に透気係数と圧縮強度の関係を示す。TSC の透気係数は普通コンクリートよりも大きい結果になった。一方 ACX を TSC に添加すると透気係数が大きく改善され、普通コンクリートと同程度となった。これは ACX により C-S-H の種結晶が配置され、種結晶が核となり水和物が生成され空隙を緻密化したのではないかと考える。膨張材では、EX3 を添加した TSC は圧縮強度と透気係数が改善され普通コンクリートの値に近づいた。EX1 および EX2 を添加した TSC の透気係数は改善されたが、圧縮強度は改善されなかった。添加する膨張材の種類により TSC に与える効果が異なるという結果が得られた。この原因については今後検討していくが、TSC においても普通コンクリートと同様に圧縮強度が大きくなると透気係数が小さくなるという相関がみられた。

4. 骨材界面改善の考察

圧縮強度と透気係数の関係において強度と透気係数を改善したものと圧縮強度は改善されず透気係数のみを改善したものがあり、異なる傾向がみられた。この原因は骨材界面に形成される空隙に依存しているのではないかと考えた。これを検証するためにモルタルの圧縮強度試験を水中養生 28 日で φ50×100mm の供試体で実施した。図-4 にモルタルとコンクリートのコア供試体の圧縮強度を示す。モルタルとコンクリートの違いは粗骨材の有無である。普通コンクリートはモルタルの圧縮強度とコアの圧縮強度の差が小さいため、強度は骨材界面に依存せずモルタルに依存しているのではないかと考えられる。一方 TSC はモルタルの強度は大きいコアの強度は小さい。TSC は骨材界面の空隙に依存しているためコアの強度が小さくなったと考えられる。しかし ACX や EX3 を添加することでモルタルとコアで強度の差が小さくなった。これは骨材界面の空隙が改善されたためではないかと考えられるが、今後空隙量の調査やマイクロスコープによる骨材界面を直接観察で確認する予定である。

5. まとめ

(1)TSC は普通コンクリートよりも圧縮強度が低く、透

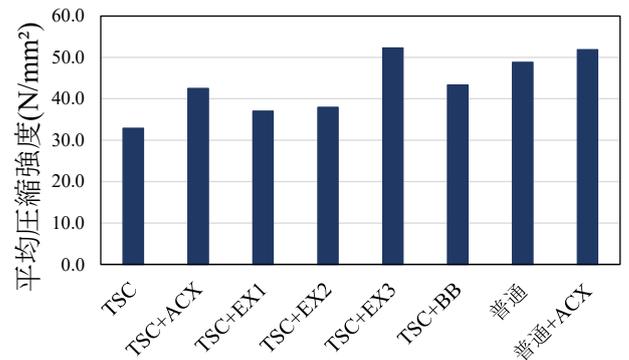


図-2 圧縮強度試験結果

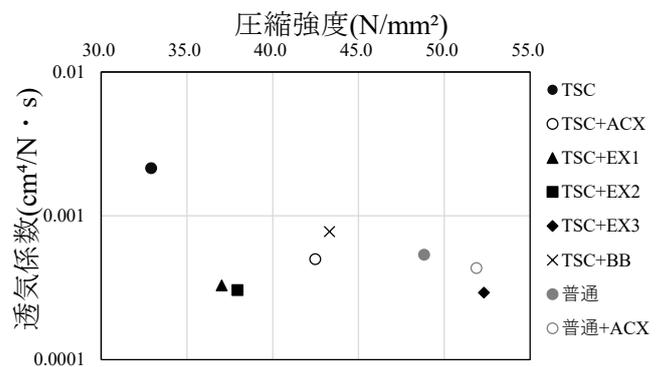


図-3 圧縮強度と透気係数

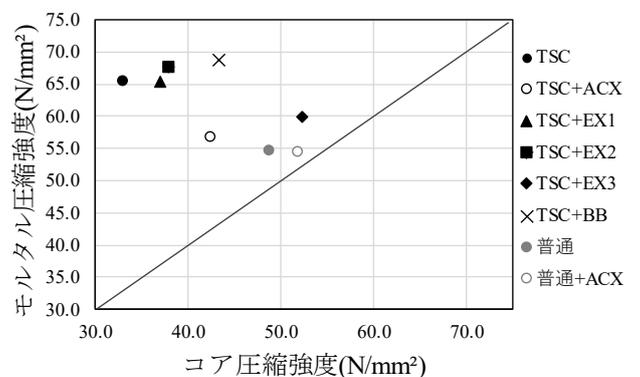


図-4 モルタルとコア供試体の圧縮強度

気係数は大きい。

(2)TSC に ACX や EX3 を添加することで圧縮強度と透気係数の改善効果が確認できた。

参考文献

- 1) 澁谷 亜香里, 大塚 朝陽, 伊代田 岳史:再生砕石や廃棄バラストを使用したプレパックドコンクリートの適用性の検討, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019,9
- 2) 深澤 英将, 杉山 知己, 伊代田 岳史:コンクリートの内部構造が C-S-H 系硬化促進剤に与える影響の検討, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019,9