

## TSC の充填度を向上させるグラウト材のフレッシュ性能の把握

芝浦工業大学 大学院  
芝浦工業大学

○内藤 雄也  
星野 雪菜  
伊代田 岳史

## 1. はじめに

Two Stage Concrete (以下 TSC)は、あらかじめ型枠に粗骨材を敷き詰め、上からグラウト材を流し込み、骨材間をグラウト材で充填するという特殊な工法で作製するコンクリートの総称である。TSC に用いるグラウト材は、セメント、細骨材、混和材のプレミックス材とすることで、現地では水と粗骨材を調達するだけでコンクリートの打込みが可能になるため、山間部や離島など生コンを届けることが困難な場所での施工に有効である。

既往の研究<sup>1)</sup>より、TSC の圧縮強度はグラウト材の強度に依存しない結果が示されており、グラウト材には高い強度を必要としないことが確認されている。また、圧縮した際の破壊形態からも、普通コンクリートではペースト部で破壊され、すべり面ができるのに対し、TSC では粗骨材界面で破壊が起き、粗骨材が露出していることがわかっている。このことから TSC の強度には粗骨材とグラウト材の間の空間が大きく関係していると考えられ、充填性の高いグラウト材を使用する必要がある。

以上のことから、充填性を確保したグラウト材の開発を目指し、TSC におけるグラウト材の充填性を向上させるために必要なフレッシュ性状を検討するとともに、そのフレッシュ性能を判断できる簡易なフレッシュ試験方法を検討することを目的とした。

## 2. グラウト材のフレッシュ性状

混和材料の添加や W/C などのグラウト材の配合の違いによってフレッシュ性状が大きく異なる。そのため、本研究では様々な配合のグラウト材を作製し、フレッシュ試験結果に与える影響を確認した。

## 2. 1 使用材料

本研究では、セメント種類は N、BB、BC をそれぞれ使用した。細骨材はグラウト材の流動性向上のために、粒径 1.2mm 以下のものを使用した。また、流動性向上のために高性能減水剤(SP)を、材料分離抵抗性のために粉体増粘剤(ASK)を、TSC にした際の骨材界面の空隙を緻密化するために膨張材(CSA)をそれぞれ用いた。

## 2. 2 試験項目

作製したグラウト材の流動性と粘性の確認のために、

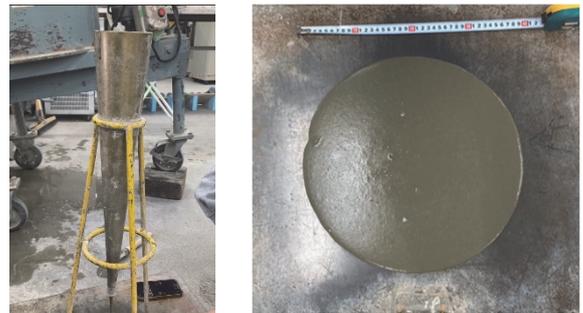


写真1 フレッシュ試験

(左：JP 漏斗試験 右：ミニスランプフロー試験)

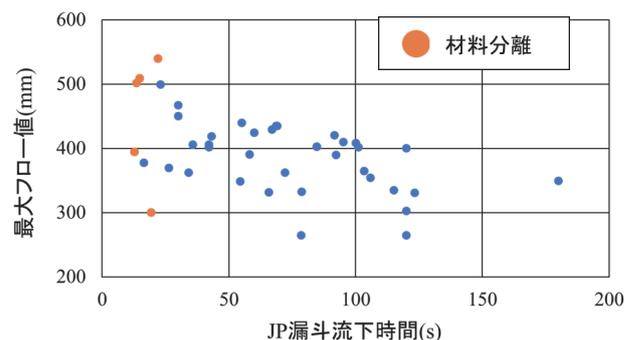


図1 フレッシュ試験結果

JP 漏斗試験とミニスランプフロー試験を実施した。写真1にフレッシュ試験の様子を示す

## (1) JP 漏斗試験

グラウト材の流動性と粘性を確認するために、JSCE-F531 1999に規定されているJP 漏斗を使用し、グラウト材の流下時間を計測した。また、本研究ではグラウト材が流出する途中で漏斗内に詰まってしまったものは不適切なグラウト材と判断した。

## (2) ミニスランプフロー試験

JIS A 1171 に準拠し、グラウト材練混ぜ後 5 分以内に試験を行った。グラウト材の最大直径とそれに直交する直径を計測し、その平均を最大フロー値とした。

## 2. 3 フレッシュ試験結果

図1はJP 漏斗流下時間とミニスランプフロー試験における最大フロー値を示したフレッシュ試験結果である。この結果から、JP 漏斗流下時間が短いグラウト材は材料

分離が起りやすいことがわかった。これは、W/Cの高い、もしくは材料分離抵抗性を高めるための ASK の使用量が少ないグラウト材であった。

また、既往の研究<sup>1)</sup>では、最大フローが400mm以上かつ最大フローに到達するまでの時間が75秒以上であれば適切なグラウト材と判断しているが、到達時間は計測の性質上、誤差が生じやすいため、誤差が少ないJP漏斗流下時間によるグラウト材のフレッシュ性能の評価を行うべく、本研究ではJP漏斗流下時間によってグラウト材の充填性を検討した。

### 3. JP 漏斗流下時間によるフレッシュ性能の評価

図1からJP漏斗流下時間が違う5種類のグラウト材を選定した。選定したグラウト材のフレッシュ試験結果を表1に示す。選定したグラウト材を用いてTSCを作製し、充填性を評価するために充填度の算出とTSCの外観によって評価した。なお、粗骨材は粒径10~40mmの建設廃材由来の再生砕石(RC40)を使用した。

#### 3. 1 充填度の算出方法

TSCは事前に粗骨材を敷き詰め、空間をグラウト材で充填する工法であるため、充填度によってグラウト材の性能を評価した。充填度を算出するために以下の式を用いた。

$$\text{充填度} = 100 - \frac{\text{使用したグラウト材の体積}}{\text{充填に必要な体積}} \times 100 \quad (1)$$

ここで、使用したグラウト材の体積は、実際にTSCを作製し、グラウト材が硬化した後に、アルキメデス法による全体の空隙率から粗骨材の空隙率を減じることで算出した。つまり、グラウト材自体の空隙とグラウト材と粗骨材間の空隙を算出し、充填に必要な体積から減じることで算出した。また、充填に必要な体積とは、粗骨材を敷き詰めた際にできる空間のことを指し、粗骨材の実積率を考慮して求めた。なお、グラウト材が全ての空間に充填した場合の充填度は100となるようにした。

#### 3. 2 TSCの外観

200×300×300mmのTSC試験体を作製した。TSCは施工の特性上、全体的に気泡が残留しやすいため、外観もTSCを使用する上で重要であると考えられる。作製したTSCを写真2と写真3に示す。写真から、グラウト材の種類によって仕上がりに差が生じることがわかった。

#### 3. 3 充填度とJP漏斗流下時間の関係

充填度とJP漏斗流下時間の関係を図2に示す。結果から、JP漏斗流下時間が55秒~85秒のグラウト材は充填度が高くなる結果が得られた。また、配合Dにおいて、最大フローが配合Cと同等にも関わらず、JP漏斗流下時間によって充填度に差が生じた。

以上より、TSCに使用するグラウト材は、JP漏斗流下時

表1 選定したグラウト材のフレッシュ試験結果

配合	最大フロー(mm)	JP漏斗流下時間(s)
A	350	180
B	403	85
C	440	55
D	451	30
E	435	69

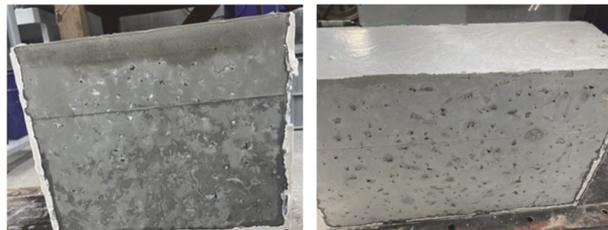


写真2 豆板や気泡の残留の多いTSCの外観  
(左: 配合A 右: 配合D)



写真3 豆板や気泡の残留の少ないTSCの外観  
(左: 配合B 右: 配合C)

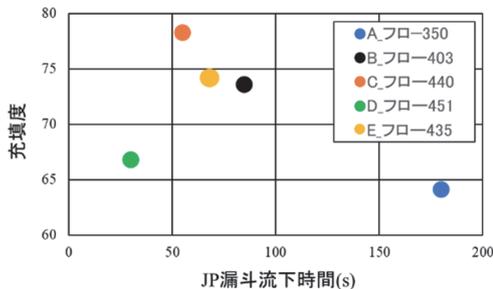


図2 充填度とJP漏斗流下時間の関係

間50~80秒程度のフレッシュ性能を持たせる必要があると考えられる。

### 4. まとめ

グラウト材の種類によってTSCの仕上がりに差が生じた。また、JP漏斗流下時間によって、グラウト材の充填性を把握することができ、外観の評価も行うことが可能であることがわかった。

#### 【参考文献】

- 野口優理香ほか：環境配慮型 Two Stage Concrete の実現に向けたグラウト材と粗骨材の提案, 日本コンクリート工学年次論文集 vol46, No.1, 2024