

# 気泡潤滑型自己充填コンクリート中の固体粒子間摩擦に及ぼす細骨材の影響

(株) ニュージェック 中村巴大

## 1. はじめに

1980年代にコンクリート構造物の早期劣化が問題となった。原因の一つとして、コンクリートの締固めを十分に行っていない施工不良が挙げられる。その問題を解決するため東京大学の岡村甫教授らにより、締固めを必要とせず、コンクリートの自重のみで型枠の隅々まで充填する高い流動性と材料分離抵抗性を兼ね備えたコンクリートである「自己充填コンクリート(SCC)」が開発された。

コンクリート中の材料容積比を図-1に示す。SCCは普通コンクリートに比べてセメント量が多いため単価が高くなる、必要以上の強度発現を生じるといった問題があるため、現在でもあまり普及が進んでいない。そこで、SCCの普及を促進させるために、高知工科大学の大内雅博教授らによって、微細な空気を一般的なコンクリートより多く連行することにより、セメント量を減らしつつ自己充填性を付与した「気泡潤滑型自己充填コンクリート(air-SCC)」が開発され、その実用化が進んでいる<sup>1)</sup>。その過程で使用する細骨材の物理的特性がコンクリートの自己充填性にどのような影響を与えているかを明らかにする必要がある。

本研究では、気泡を連行したフレッシュモルタルについて固体粒子(細骨材、セメント)間摩擦の主要因が細骨材の粗粒率であると仮定し、粗粒率を指標として、空気による固体粒子間摩擦の低減効果との関係を検討した。

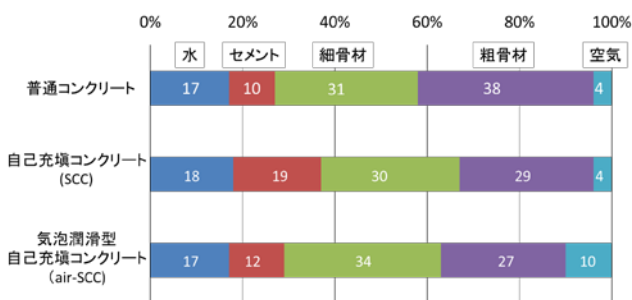


図-1 コンクリート中の材料容積比

## 2. 試験概要

石灰石砕砂、硬質砂岩砕砂、砂岩砕砂2種類、海砂2種類の計6種類の細骨材を使用した(表-1)。配合は、モルタル中の細骨材容積比を55%、水セメント比を45%、空気量は10%とした。これは、コンクリート中での空気量7%程度を想定している。

モルタルの練混ぜは、細骨材とセメントで空練りを30秒間行った後、高性能AE減水剤と水を半量投入し60秒間練混ぜ、その後、空気連行剤と残りの水を投入し60秒間練混ぜる方法である水分割練りを行った。モルタルのフロー値が250±15mmとなるように高性能AE減水剤の添加量を調整した。

モルタルの練上がり直後にフロー試験、漏斗試験および重量法による空気量試験を行った。固体粒子間摩擦の測定は、模擬粗骨材としてガラスビーズを用いた漏斗試験により試験を行った。10をモルタル単体の漏斗流下時間で除した値を相対漏斗速度比  $R_m$  とし、10を模擬粗骨材(ガラスビーズ)入りのモルタルの漏斗流下時間で除した値を相対漏斗速度比  $R_{mb}$  とし、模擬粗骨材による流動性低下率  $1-R_{mb}/R_m$  を固体粒子間摩擦の指標とした。この値が大きいほど、摩擦が大きいことになる(図-2)。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度 3.15g/cm <sup>3</sup>
細骨材	石灰石砕砂 粗粒率 2.62 粒径判定実積率 57.0%
	硬質砂岩砕砂 粗粒率 2.50 粒径判定実積率 51.4%
	砂岩砕砂(1),(2) 粗粒率 2.78, 3.01 粒径判定実積率 53.9%, 53.8%
	海砂(1),(2) 粗粒率 1.90, 2.55 粒径判定実積率 無し, 58.3%
水	上水道
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系 +増粘剤
空気連行剤	アルキルエーテル系 陰イオン界面活性剤

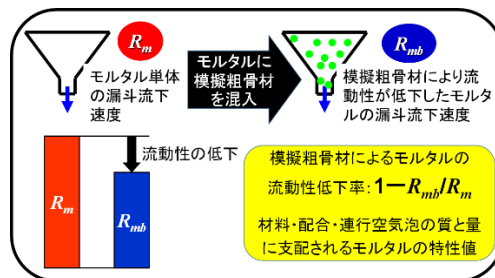


図-2 モルタルの固体粒子間摩擦試験法と指標

### 3. 試験結果

連行空気による摩擦低減効果を確認するためには、空気量以外の条件を同等にする必要がある。そこで、細骨材容積比55%のモルタルに10%の空気を連行することで実質の細骨材容積比を50%にして、空気を連行しない細骨材容積比50%のモルタルと同等の細骨材容積比で比較を行った。

図-3 に空気を連行することによる固体粒子間摩擦における使用細骨材の粗粒率の影響度合いを、図-4 に空気連行による固体粒子間摩擦低下量を示す。空気を連行しない場合より、空気を連行した場合の流動性低下率( $1-R_{mb}/R_m$ )が小さくなっていることから、空気のみによる摩擦低減効果が確認できた。空気を連行することで細骨材の粗粒率とフレッシュモルタル中の固体粒子間摩擦の相関はわずかに向上した。また、硬質砂岩砕砂および砂岩砕砂(1)(2)の固体粒子間摩擦の低下量が他の細骨材に比べて大きかった(図-4)。粒径判定実積率が低い細骨材の固体粒子間摩擦の低下量が大きいことから、空気を連行することによって粗粒率以外の要因(細骨材の形状)の影響を小さくできたと考えられる。

高性能 AE 減水剤の添加量に注目すると硬質砂岩、砂岩(1)(2)は他と比べて約2倍の添加量であった。既往の研究<sup>2)</sup>により、高性能 AE 減水剤中の増粘成分の増加により摩擦緩和効果が高まることがわかっている。そこで、増粘成分の入っていない高性能 AE 減水剤と混合することにより、高性能 AE 減水剤中の増粘成分の量を全て同程度にした(表-2)。結果、粗粒率と固体粒子間摩擦の相関が高くなった(図-5)。

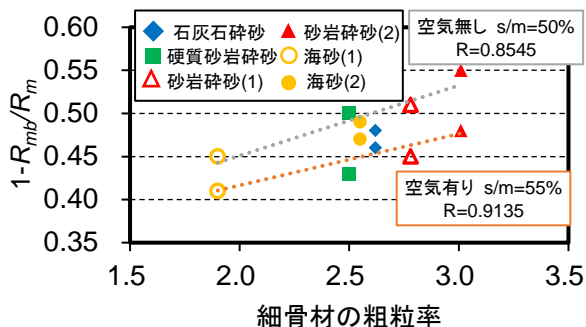


図-3 細骨材の粗粒率と固体粒子間摩擦の関係

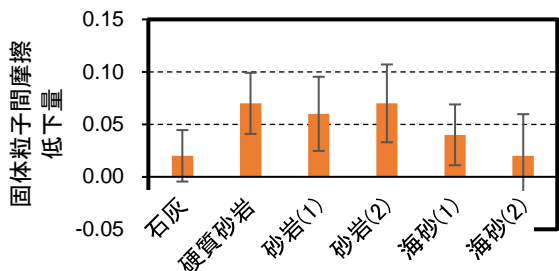


図-4 空気連行による固体粒子間摩擦低下量

表-2 増粘成分の添加量

細骨材の種類	石灰石砕砂	硬質砂岩砕砂	砂岩砕砂(1)
モルタル中の増粘成分の量(%)	2.0→1.5	3.0→1.4	3.1→1.5
細骨材の種類	砂岩砕砂(2)	海砂(1)	海砂(2)
モルタル中の増粘成分の量(%)	3.1→1.4	1.5	1.5

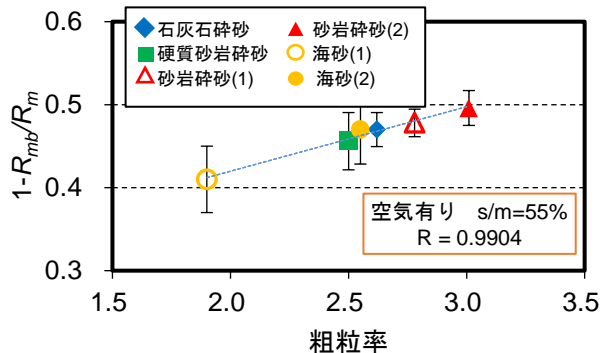


図-5 高性能 AE 減水剤中の増粘成分量をそろえた場合の細骨材の粗粒率と固体粒子間摩擦の関係

### 4. 結論

- (1) フレッシュモルタル中の実質細骨材容積比を一定にした、空気の有無による固体粒子間摩擦の比較から、空気を連行することで細骨材の形状の影響を小さくできることが明らかとなった。
- (2) 高性能 AE 減水剤に含まれる増粘成分量の違いが、空気を連行した場合の固体粒子間摩擦に影響した。一方、増粘成分量をそろえることで固体粒子間摩擦の差が細骨材の細骨材容積比と粗粒率のみで説明できることを示した。

### 参考文献

- 1) Attachaiyawuth, Rath, Tanaka, Ouchi: Improvement of self-compactability of air-enhanced self-compacting concrete with finer entrained air, Journal of Advanced Concrete Technology, Japan Concrete Institute, Vol. 14, pp.55-69, 2016.
- 2) 田中一徳: 増粘剤添加型・従来型高性能 AE 減水剤の添加量がモルタルの流動性低下の緩和効果に及ぼす影響, 高知工科大学学位論文, 2013年3月