

粒形改善砕砂に微石粉を多量混入したコンクリートの諸性質

コトブキ技研工業㈱　○正会員　賀谷隆人
広島工業大学　　　　　正会員　伊藤秀敏

広島工業大学　フェロー　米倉亜州夫
コトブキ技研工業㈱　河村　博
コトブキ技研工業㈱　住田秀一郎

1. はじめに

河川砂の枯渇・海砂採取禁止に伴い、それらに変わる代替材の開発が注目を集めている。
本研究は粒度、粒形の良い砕砂を生産出来る乾式製砂装置（BM7システム）により生産された粒形改善砕砂（以降、改善砕砂と記す）を使用したコンクリートを基に、副産物である微石粉の多量混入の可能性について、市販されている砕砂（以降、普通砕砂と記す）や海砂を使用したコンクリートと比較しながら品質を評価したものである。

2. 実験の概要

0.15mm以下の微石粉（以下微石粉）を多量に混入したコンクリートの品質を評価する為、表－1に示す水セメント比及び微石粉混入率や細骨材でスランプ値、ブリージング率、空気量、圧縮強度、弾性係数、乾燥収縮、中性化及び細孔径分布について測定した。使用材料は粗骨材（最大寸法：20mm、表乾密度：2.71g/cm³、

吸水率0.58%）、細骨材は改善砕砂（FM3.09、表乾密度：2.65 g/cm³、吸水率：1.69%）、普通砕砂（FM2.93、表乾密度：2.65 g/cm³、吸水率：1.69%、微石粉量7%）、海砂（FM2.33、表乾密度：2.59 g/cm³、吸水率：1.88%、微石粉量6%）、セメント（普通ポルトランドセメント、密度3.15 g/cm³、ブレン値：3300cm²/g）、微石粉（表乾密度：2.72 g/cm³、ブレン値：3280cm²/g）、粗骨材最大寸法は20mm、高性能AE減水剤を使用した。

3. 実験の結果及び考察

(1) スランプ

微石粉混入率の増加に伴いスランプ値が低下傾向にあった。これは微石粉混入により、比表面積が増加し、粘性が向上した為と考えられる。

微石粉多量混入により低下したスランプは、高性能AE減水剤を0.5%添加する事で約15cm増大し、大幅な減水効果が確認された。

(2) ブリージング

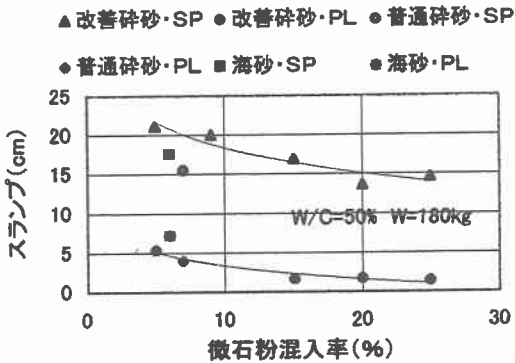
図－2は、W/C=50%の各種細骨材を用いた場合のコンクリートのブリージング率を示したものである。ブリージング率は微石粉混入率の増加に伴い減少した。その微石粉混入によるブリージング率の減少割合は、水セメント比が大きいほど大きくなった。

(3) 圧縮強度と弾性係数

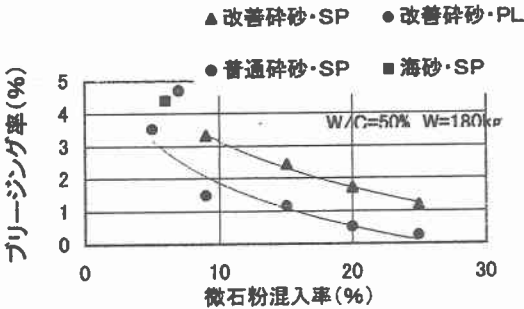
表－1：コンクリートのW/C比及び微石粉混入率

W/C	改善砕砂・微石粉混入率（%）					普通砕砂	海砂
	5	9	15	20	25		
30・SP	○	○		○			
50・SP	○	○	○	○	○	○	○
50・PL	○	○	○	○	○	○	○
65・SP	○	○		○			

（SPは高性能AE減水剤0.5%添加、PLはブレンコンクリートを示す）



図－1 微石粉混入率とスランプの関係



図－2 微石粉混入率とブリージングの関係

図-3は強度発現性について示したものである。微石粉混入率増加に伴い圧縮強度が上がる結果となった。これは、微石粉混入により、 $W/C=50\%$ の場合、ブリージング水が減少するため、ブリージングによって粗骨材下面に生じた欠陥部が減少したと高性能AE減水剤により粒子分散効果が増大し、水和面積が増え供試体内部が密になった為と考えられ、微石粉多量混入による弊害は認められなかった。 $W/C=30\%$ の場合、元々、セメント粒子が多いため、微石粉混入率の増大による圧縮強度の増加割合は $W/C=50\%$ の場合より小さかった。弾性係数は土木学会標準方書よりやや大きく、良好な結果であり、微石粉混入率を高めても弾性係数は影響が小さい事が確認された。

(4)乾燥収縮

4週間標準養生後、温度 20°C 、湿度 50% の室内で乾燥させたときの乾燥収縮は、改善砕砂の微石粉混入率 9% の場合は海砂、普通砕砂とほぼ同数値であったが微石粉混入率 20% 場合、若干歪みが大きくなる傾向であった。これは、微石粉混入率が高いほどコンクリート内部が密になる為、発生する毛細管張力がやや大きく発生したと考えられる(グラフ中の $\%$ は微石粉混入率を示す)。

(5)中性化

改善砕砂の場合は海砂、普通砕砂の場合よりも中性化深さは小さく、微石粉混入率が高いほどその傾向は強い。これは、微石粉混入によりブリージングが低下した為、空隙等による欠陥部が減少し、透気性が小さくなった為と考えられる。

(6)細孔径分布

微石粉を混入する事により微粉末効果により、コンクリートが密になる為、細孔容積が減少傾向にあった。又細孔径容積が減少すると圧縮強度が増加する傾向が確認された。

4. 結論

- (1)微石粉混入率の増加に伴いスランプは低下したが、高性能AE減水剤を 0.5% 添加することによって、スランプが大幅に増大した。この場合、材料分離は生じなかった。
- (2)微石粉混入率の増加に伴いブリージング率は低下した。
- (3)微石粉混入率の増加に伴い圧縮強度は増加し、微石粉多量添加による悪影響は生じなかった。
- (4)微石粉混入率 20% で若干歪みがやや大きくなった。
- (5)改善砕砂の方が海砂・普通砕砂より中性化に対する耐久性は良く、更に微石粉混入率が高いほどその傾向は高くなった。
- (6)細孔容積は微石粉を混入する事により減少する結果となった。

5. あとがき

本研究を行うに際し、広島県産業技術振興機構より助成金を賜った。ここに記して御礼申し上げる。

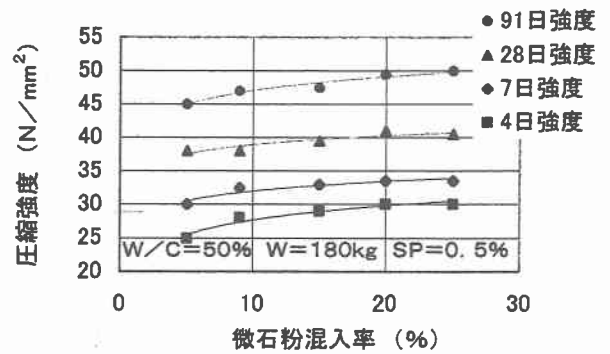


図-3 微石粉混入率と圧縮強度の関係

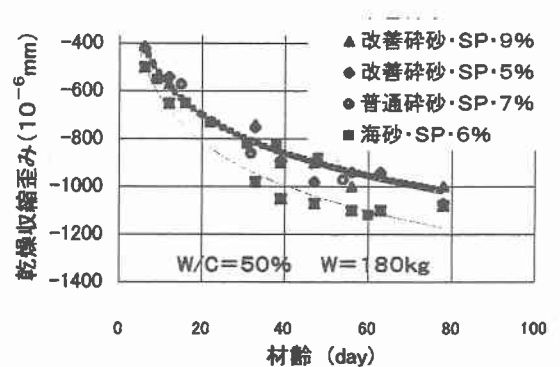


図-4 微石粉混入率と乾燥収縮歪みの関係

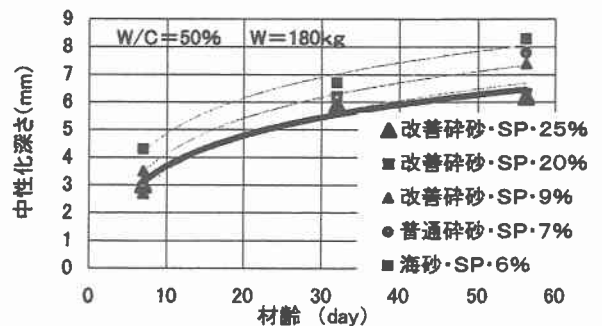


図-5 微石粉混入率と中性化の関係

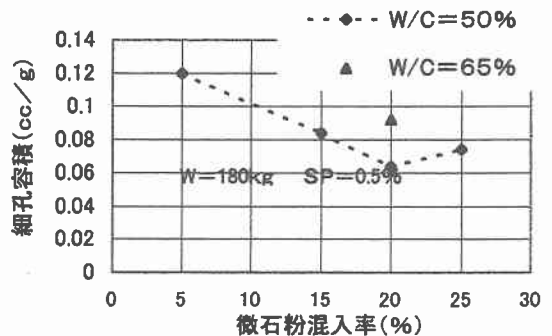


図-6 微石粉混入率と細孔径分布の関係