

モルタル複合理設型わくに用いる細骨材の検討

徳島大学大学院 学生会員 森内 誠司

阿南工業高等専門学校 正会員 堀井 克章

徳島大学大学院 正会員 川口 修宏

徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. まえがき

近年、コンクリート分野では、繊維、微粒子、高分子などの各種新素材に関する研究が盛んに行われている。また、型わく用の木材資源や骨材用の天然砂資源などの大量採取が起こす環境問題、塩害や炭酸化などで生じるRCおよびPC構造物の劣化問題、熟練工の確保や生産性の向上などに関わる労働問題などの改善策として、永久埋設型わくへの関心が高まりつつある。そこで、本研究では、埋設型わくをSA（スチレンアクリル）系ポリマーとガラス繊維ネットを用いたモルタル複合板で製作する際に不可欠となる細粒の骨材に着目し、琵琶湖産天然砂、けい岩砕砂、フェロニッケルスラグ砂の3種の砂が、型わく用モルタルのコンシステンシー、材料分離性、諸強度、体積変化、化学抵抗性などの諸性状に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

材料として用いた骨材は、琵琶湖砂（比重2.55, FM1.74）、けい砂（比重2.60, FM1.21）、フェロニッケルスラグ砂（比重3.13, FM1.74）の3種で、略号は順にNS, CS, SSとする。ポリマー混和材は、SA系水性エマルジョン（P：不揮発分質量は49%）で、ネットは、平面格子状にからめ織りされた耐アルカリガラス繊維（ $\phi 13 \mu\text{m} \times 1600$ 本、格子間隔1.2cm）をカチオン型アクリル系水性エマルジョンポリマーに浸漬後乾燥したもの（ネット中のPは30%）で、この処理は、繊維の耐アルカリ性、繊維間やモルタルとの結合力などを高める簡便な手法として考案した。その他、早強セメント、消泡剤（非イオン系界面活性剤）などを用いた。

モルタルの配合は、空気量を1%以下、砂セメント比のS/(C+P)を150%、ポリマーセメント比のP/(C+P)を10%、ネット積層数を2枚で一定とし、水セメント比のW/(C+P)を40, 45, 50%と変化させた。練りまぜは、ホバート型ミキサによる全材料一括投入法で行った。なお、比較用のコンクリートは、普通セメント、砕石、川砂、AE減水剤などの一般的な材料を用い、耐久性を考慮してW/Cを45%とした。供試体は、材齢7日まで20℃湿潤養生し、以後はポリマーフィルム形成のために試験材齢まで20℃乾燥養生（60%RH）した。

3. 実験結果と考察

PCグラウトを参考にしたモルタルのJAロート流下時間とブリージング率を表-1に示す。これより、いずれも、W/(C+P)の増加とともに流動性が高まり、モルタル複合板の試作実験などから定めた60～90秒の流下時間を得るためのW/(C+P)は、天然砂で45%、砕砂で50%、スラグ砂で40%となり、流動性の改善にスラグ砂が有効であることがわかる。これは、砂の比重、粒度、表面形状などに起因すると思われる。また、ブリージング率は、すべて約1%程度以下に収まり、材料分離の抑制にポリマーが有効といえる。なお、以後の実験では、ここで求めた3種のW/(C+P)を基本配合とした。

曲げ試験に供した4×4×16cm供試体の折片による圧縮および割裂引張強度を図-1および図-2に各々示す。これらより、スラグ砂モルタルの強度発現性が良いことがわかる。これは、スラグ砂が硬質で強靱なことや流動性から定めたW/(C+P)によるものと思われる。また、材齢91日で得られる高い引張強度は、ポリマーフィルム形成の効果と思われる。

工場での平板製品は、生産性や成形性を考慮した縦打ちが一般的だが、高流動モルタルでは材料分離が問題となる。 $\phi 5 \times 90$ cm供試体を8等分して得られた $\phi 5 \times 10$ cm円柱供試体の圧縮強度と打込み高さ位置との関

表-1 フレッシュ時の試験結果

略号	W/(C+P)	JAロート流下 時間 (S)	ブリージ ン グ 率 (%)
NS40	0.40	235	0.47
NS45	0.45	90	0.47
NS50	0.50	43	0.42
CS40	0.40	—	0.29
CS45	0.45	210	0.70
CS50	0.50	93	1.06
SS40	0.40	69	0.42
SS45	0.45	42	0.52
SS50	0.50	22	0.85

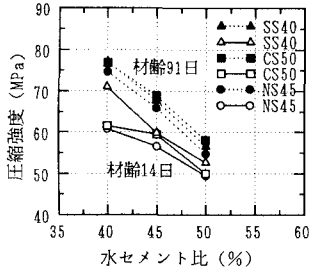


図-1 モルタルの圧縮強度

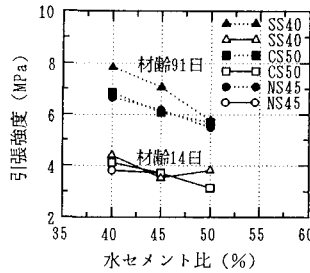


図-2 モルタルの引張強度

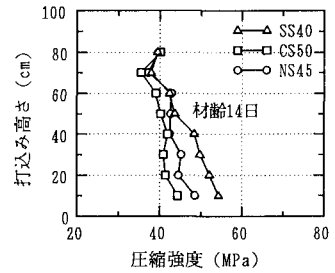


図-3 圧縮強度と打込み高さとの関係

係を図-3に示す。これより、どのモルタルでも底面に近いほど強度が高くなる分離傾向があり、比重の大きいスラグ砂ではそれが顕著となることがわかる。いずれにしても、高流動配合では、平打ち成形が良いと考えられる。

10×10×40cm供試体による支間30cmの鋼球落下試験（質量6.62kg，落下高さ15cm）で求めた破壊までの衝撃回数を図-4に示す。ここで用いた2.5cm厚モルタル板は、衝撃が直接加わる供試体上面と相対する下面とに埋設した。これより、ネットやポリマーを用いたモルタル板の埋設は、コンクリートの耐衝撃性の改善に極めて効果があり、スラグ砂の利用も有効といえる。

コンタクトゲージ法による2.5×5×50cmモルタル供試体（コンクリートのみ5cm厚）の気中での乾燥収縮率を図-5に、保温水中での熱膨張率を図-6に各々示す。これらより、モルタルの乾燥収縮はかなり大きい。スラグ砂の使用で抑制できること、モルタルの熱膨張はコンクリートよりも若干大きい。最小自乗法で求めた熱膨張係数が $9 \sim 11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲内で差のない値となることなどがわかる。なお、繊維混入率が小さいため、ネットの影響はあまりなく、乾燥養生中のひびわれや反りなどの変状はみられなかった。

材齢14日以降、水、2%塩酸水溶液および10%硫酸マグネシウム水溶液に浸漬、あるいは気中乾燥養生を続けた4×4×16cm供試体による支間10cmの中央集中載荷法での曲げ強度を図-7に示す。これより、コンクリートと比べてモルタルは、水中養生強度が劣るものの、乾燥養生強度は非常に高いこと、コンクリートでみられる塩酸や硫酸塩水溶液中での強度低下がみられず、良好な耐薬品性を有すること、スラグ砂の強度改善効果が高いことなどがわかる。このモルタルの良好な耐薬品性は、ポリマーフィルムの効果と思われる。

4. まとめ

本研究より、ネットとポリマーを使う埋設型わく用モルタルは、乾燥収縮が大きい。分離抵抗性、強度発現性、耐衝撃性、耐薬品性などが良好で、熱膨張係数はコンクリートと同程度となること、天然砂や砕砂に比べてスラグ砂は、モルタルの材料分離性を強めるが、流動性、強度発現性、耐衝撃性、耐薬品性、乾燥収縮低減性などの改善に有効となることなどが認められた。今後、石炭灰の有効利用、天然砂保護のためのポーラスコンクリートとの併用、型わく実用化のための成形法や組立法、耐久性などを検討する予定である。

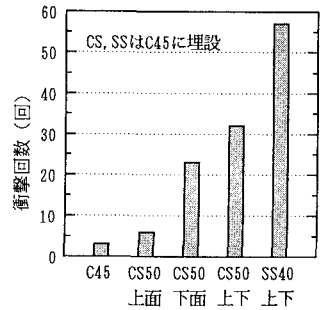


図-4 衝撃試験結果

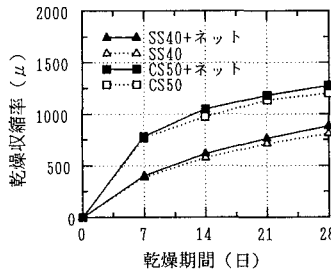


図-5 乾燥収縮試験結果

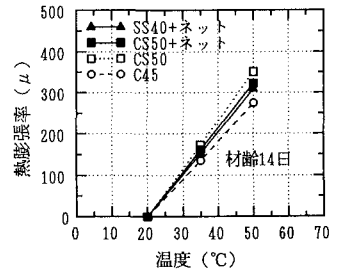


図-6 熱膨張試験結果

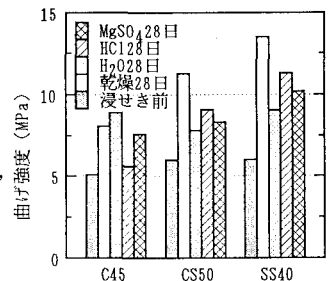


図-7 薬品浸漬試験結果