

千葉工業大学 正員 森 弘広
 東京大学生産技術研究所 正員 小林 一輔
 同上 正員 魚本 健人

1, まえがき その殆どが産業副産物である高炉水砕スラグ粉末と排煙脱硫石膏から成る様なセメントが有効に利用できれば、省資源のみならず省エネルギーにも寄与することになる。本文は以上の見地よりポルトランドセメントが、重量比で2%にとどまり、残りは高炉水砕スラグ粉末と石膏から成る様な結合材を用いたモルタル、コンクリートの特性について検討したものである。今回は特に水結合材比とモルタル又はコンクリートの強度との関係について重点的に検討したが、その他結合材成分の比率と圧縮強度との関係、及び骨材の種類が強度に及ぼす影響についてもこれを調べるための実験を行なった。

2, 実験の概要

2-1). 結合材成分と圧縮強度との関係を調べる実験：結合材成分はスラグ量を結合材に対する重量比で70%, 75%, 80%, 85%, 90%の5種類とした。従って、この場合石膏量は28%, 23%, 18%, 13%, 8%となる。水結合材比は40%, 50%, 60%の3種類とし、細骨材には標準砂または高炉水砕スラグ砕砂を用いた。以上の材料を組合せてモルタル供試体を製作し、所定材令まで水中養生、または空中養生を行ったのち圧縮強度試験に供した。

2-2). 水結合材比と圧縮強度との関係を調べる実験：水結合材比を35%, 45%, 55%, 65%, 75%の5種類、スラグ量を85%とし、骨材としては細骨材に川砂または高炉水砕スラグ砕砂、粗骨材に天然碎石を用いた。以上の材料を組合せてコンクリート供試体を製作し、所定材令まで水中養生を行なったのち圧縮強度試験を行なった。

2-3). 圧縮強度に及ぼす骨材の影響を調べる実験：結合材はスラグ量で80%, 85%, 90%の3種類、水結合材比を55%とし、骨材としては細骨材に川砂または高炉水砕スラグ砕砂、粗骨材に天然碎石及び徐冷スラグ砕砂を用いた。以上の材料を組合せてコンクリート供試体を製作し、所定材令まで水中養生を行なったのち圧縮強度試験を行なった。

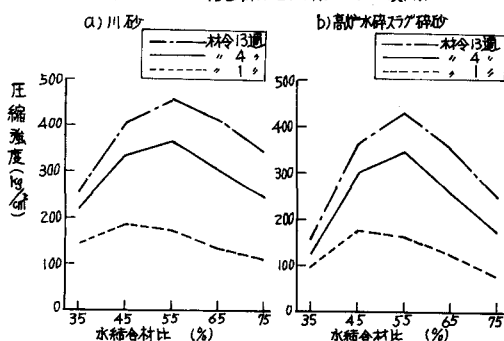
3, 実験結果

モルタルによる実験結果では、圧縮強度はスラグ量85%、石膏13%、ポルトランドセメント2%の場合に最も高い強度を示し、従来から明らかにされている実験結果とほぼ一致する結果が得られた。さらにこの実験では水結合材比を或程度小さくすると却って強度が低下することも確認され、ポルトランドセメントを用いた場合とは異なる性質を有していることを示した。以上の実験結果を参考として実施したコンクリートによる一連の実験結果を示すと以下の様である。

先ず、水結合材比と圧縮強度との関係は、図-1から明らかな様に、水結合材比45%, 55%の場合に圧縮強度が最大となり、モルタル試験による結果がコンクリートによっても確認された。またこのピークとなる配合の水結合材比は、材令の経過と共に大きくなる傾向が見られた。

以上の様に、圧縮強度が或水結合材比において最大値をとる原因を確かめるために、水銀圧入式ポロシメーターを用い結合材マトリックスの細孔径分布の測定を行なった。図-2は上記の水結合材比の試料について求めた細孔径分布及び全空隙量を示したものである。これによると全空隙量は水結合材比が55%の場合に最も小さく、続いて75%, 35%の順になる。圧縮強度の高いもの程空隙量も小さくなっていることが示されている。一方、細孔径分布を見ると、強度の高いもの程小さな空隙

図-1 水結合材比と圧縮強度の関係



(75~240 Å)の割合が大きく、強度が低くなるに従いより大きな空隙(240~750 Å)の割合が増加している。以上の結果、本研究で対象とした様な結合材を用いたコンクリートにおいて、その強度は水結合材比に関しては、ポルトランドセメントを用いた場合と違った傾向を示すが、そのポロシターとの関係はほぼ強度と対応していることが明らかとなった。そこで

水結合材比が35%の場合の全空隙量がこれよりも大きい水結合材比の空隙量よりも大きくなった理由を確かめるために、ポロシターを測定した場合と同じく、上記の水結合材比の試料についてX線回折試験を行なった。図-3はX線回折試験の結果を示したものである。この試験では試料中の骨材量が一定ではないので、一概には水和物の生成量を推定することはできないが、骨材のピークを除いたものについて回折強度の比較をすると、水結合材比が35%のものが他の水結合材比の場合に比べ石膏の回折強度が大きい結果となった。このことは水結合材比が35%の場合、水和反応が十分でなく、石膏がまだ残存していることを示すものである。即ち、水結合材比が35%の場合に、55%の場合よりも全空隙量が大きく、また細孔径分布においても粗大な細孔の比率が大きくなった理由は、未反応の石膏の存在によるものと思われる。

骨材の種類が圧縮強度に及ぼす影響に関しては、図-4から明らかな様に、細骨材に川砂を用いたコンクリートと比較して高炉水砕スラグ砕砂を用いた方が高い強度が得られている。これと同様な傾向は粗骨材に徐冷スラグ砕砂を用いた場合にも認められる。これは高炉水砕スラグ砕砂の潜在水硬性に起因するものと考えられるが、なお詳細については今後さらに検討を要する。

4. まとめ

普通ポルトランドセメントが2%で、残りが高炉水砕スラグ粉末と石膏によって構成されるような結合材の特性について検討した結果、次のことが明らかになった。

- (1). スラグ粉末量を結合材の重量比で85%とした場合に最も高い強度が得られ、従来から言われている実験結果に近い結果となった。
- (2). 水結合材比を変化させた場合、水結合材比が55%で最も高い強度が得られ、水結合材比が35%の場合にはこれよりも低い強度となった。この原因は水結合材比が著しく小さく、残存する未反応の石膏量が多くなることによるものと考えられる。
- (3). この結合材を用いたコンクリートでは用いる骨材によって強度差を生じ、骨材に高炉スラグ骨材を用いた場合には川砂のものより高い強度が得られる。

なおX線回折試験に関して御協力を頂いた、新日本製鉄化学工業株式会社に深謝する。

図-2 スラグ・石膏系結合材を用いたコンクリートの細孔径分布 (材令13週)

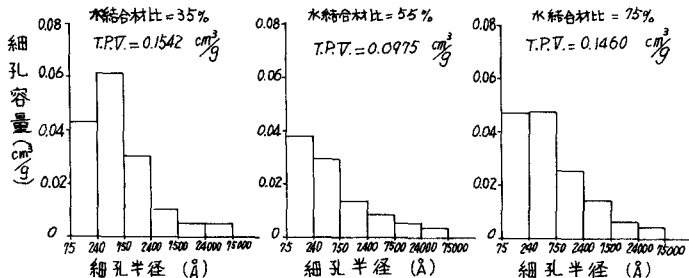


図-3 X線回折試験結果 (Target: Cu)

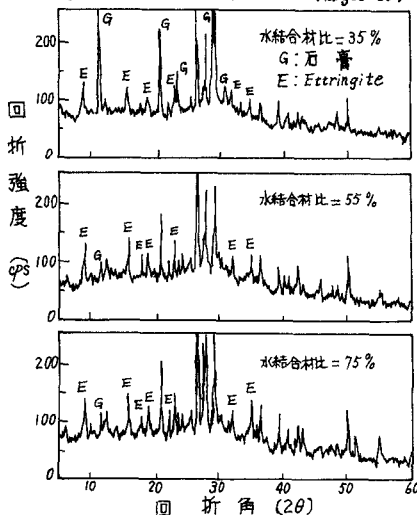


図-4 骨材の種類別にみた材令と圧縮強度との関係

