

V-328 高炉スラグ微粉末を用いたPCグラウトの配合選定

群馬大学大学院 学生員 浦野 真次
 群馬大学工学部 正会員 辻 幸和
 群馬大学工学部 正会員 池田 正志
 オリエンタルコンクリート 石川 浩子

1. まえがき

高性能減水剤と膨張剤を用いてPCグラウトを製造するに際し、分割練りませ方法を採用すると、流動性とブリージングの改善により、PCグラウトに要求される品質を満足する水セメント比と高性能減水剤の添加率との組合せが拡大した。しかしながら、分割練りませ方法を採用しても、圧縮強度においては改善効果はほとんど認められず、近年のPC構造物の高性能化に対応する高強度なPCグラウトは得られなかった。

本研究は、主として高強度化を目指し、高粉末度の高炉スラグ微粉末をセメントの一部と置換して、分割練りませ方法により製造するPCグラウトの配合選定について実験的に検討するものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料 セメントは、比重が3.16、ブレン値が3230cm²/gの普通ポルトランドセメント、混和材は、比重が3.00、ブレン値が9210cm²/gの高炉スラグ微粉末を使用した。混和剤は、主成分がアリスルホネートの高性能減水剤と反応遅延性のアルミニウム粉末の膨張剤を用いた。

(2) 配合 高炉スラグ微粉末の置換率(以下、スラグ置換率と称す)を{0, 30, 50, 70} %に変化させ、置換後の水/(セメント+高炉スラグ微粉末)(以下、水結合材比と称す)を32%から44%の範囲で5ケースに変化させた。高性能減水剤の添加率は、0%から3%の範囲で使用し、膨張剤の添加率は0.008%とした。なお、高性能減水剤および膨張剤の使用量は、結合材に対する重量比の添加率で示す。

(3) 練りませ方法および試験方法 練りませ方法は、一次練りませ時の一次水結合材比を22%として1分30秒練りませ、その後高性能減水剤を二次水と一緒に混入して1分30秒二次練りませを行う分割練りませ方法を用いた。製造したPCグラウトは、「PCグラウト試験方法(JSCE-1986)」に準拠し、流動性(JAロートによるロート方法)、ブリージング率および膨張率、圧縮強度の各試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 流動性 各水結合材比における、高性能減水剤を1%添加した場合の、流下時間とスラグ置換率の関係を図-1に示す。水結合材比に関わらず、スラグ置換率が増加すると流下時間も増加している。これは高粉末度の高炉スラグ微粉末と置換したために粘性が増したためと思われる。ただし、スラグ置換率が30%では、分割練りませ方法によって粒子が均一に分散し、0%の場合とほぼ同様の流動性を維持する場合が多い。

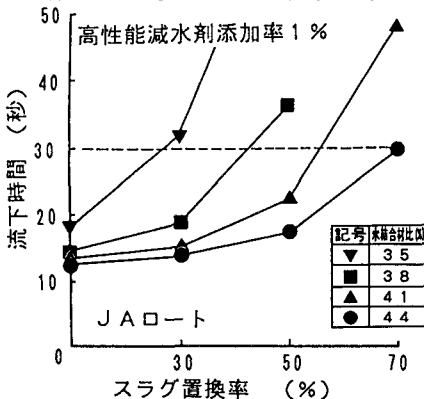


図-1 流下時間とスラグ置換率の関係

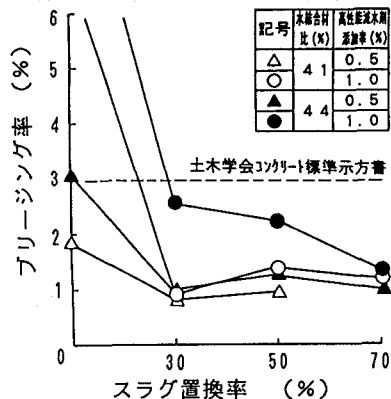


図-2 ブリージング率とスラグ置換率の関係

(2) ブリージング性状 ブリージング率とスラグ置換率の関係の一例を図-2に示す。図に示すように、いずれの配合においても、スラグを置換することにより、ブリージングが改善されている。ここで、スラグ置換率が50%あるいは70%と大きい場合は、ブリージングは改善するものの流動性は悪くなるという相反する性状を示している。これに対して、スラグ置換率が30%の場合は、0%の時とほぼ同様の流動性であることを考慮すると、ブリージングの改善効果が最も大きいと思われる。

(3) 膨張性状 図-3には、膨張率とスラグ置換率の関係の一例を示す。スラグ置換率が0%では、高性能減水剤の添加率によって、0.008%添加した膨張剤の影響が変化し、製造したPCグラウトは10%程度と高い膨張率を示したり、あるいは-2%と沈下収縮した。しかしながら、高炉スラグ微粉末を30%以上置換すると、膨張率は0~4%の安定した値となっている。

(4) 圧縮強度 高性能減水剤を1%添加した場合の、圧縮強度とスラグ置換率との関係を図-4に示す。分割練りまぜ方法で製造すると、高性能減水剤の添加率が1%では、著しい材料分離の影響により圧縮強度は低下し、土木学会の品質条件である200kgf/cm²を満たさない配合もあった。しかしながら、高炉スラグ微粉末で置換すると、圧縮強度は著しく増加し、いずれの配合においても500kgf/cm²前後まで増加している。これは、高炉スラグ微粉末のブレン値が9210cm²/gと高粉末度のために、セメントと緻密な構造を形成し、強度が増加したためと思われる。

(5) 配合選定 土木学会コンクリート標準示方書では、PCグラウトの品質条件を{流動性:JAルート15~30秒(参考),ブリージング率:3%以下,膨張率:10%以下,圧縮強度:材令28日200kgf/cm²以上,水セメント比:45%以下}と規定している。高炉スラグ微粉末で置換して製造したPCグラウトの各性状を考慮し、最も改善効果が得られたと思われるスラグ置換率30%の場合の、以上の品質条件を満足する配合を表-1に示す。品質条件を満足する配合の範囲は広くないものの、◎印で示したように、圧縮強度が500kgf/cm²以上、ブリージング率が1%以下と高品質なものが得られた。

4. おわりに

分割練りまぜ方法によりPCグラウトを製造するに際し、高粉末度の高炉スラグ微粉末をセメントの一部と置換すると、高性能減水剤を過剰に添加しない限り、ブリージングが減少して、圧縮強度が著しく改善される。特に、スラグ置換率30%の場合、高性能減水剤を適量添加することにより、良好な流動性を保ちながら他の性状も改善され、高品質なPCグラウトの配合が得られた。

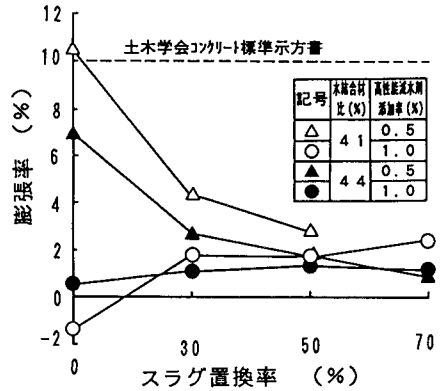


図-3 膨張率とスラグ置換率の関係

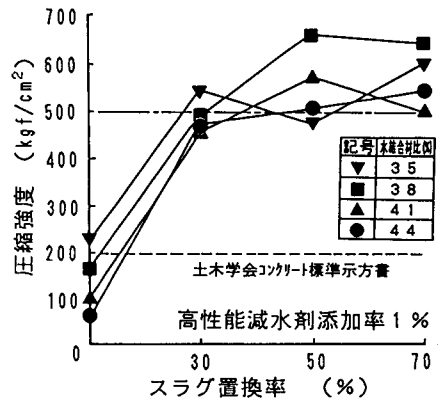


図-4 圧縮強度とスラグ置換率の関係

表-1 品質条件を満たす配合 (スラグ置換率30%)

	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4
0.0					◎
0.5				◎	◎
1.0		◎	○	○	△
2.0					

◎: 圧縮強度500kgf/cm²以上、ブリージング率1%以下
 ○: 圧縮強度400kgf/cm²以上、ブリージング率1%以下
 △: 圧縮強度400kgf/cm²以上、ブリージング率1~3%