

V-79

高炉スラグ微粉末を用いたRCDコンクリートの強度および発熱特性

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 佐々木洋介
 北海道開発局 開発土木研究所 岡村 武
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. まえがき

近年、ダム建設工事に於いて、超硬練りコンクリートを振動ローラーによって締め固めるRCD工法が数多く採用される気運にある。これらのダムに使用するセメントの多くは、中庸熱ポルトランドセメントにフライアッシュを混合したものであった。しかし、最近では良質のフライアッシュの産出が減少しており、これに変わるものとして高炉スラグを使用したセメントの需要が増してきている。遠藤ら¹⁾は単位セメント量320kg/m³程度で、高炉スラグ微粉末の種類、置換率、養生温度などを変化させたときの強度特性について報告している。本研究は、高炉スラグ微粉末（以下スラグと記す）および中庸熱ポルトランドセメント（以下ベースセメントと記す）の粉末度、スラグ置換率、養生条件を変化させたときのRCDコンクリートの圧縮強度と発熱特性を、中庸熱ポルトランドセメントにフライアッシュを30%混合したセメントを用いた場合のそれらと比較検討するものである。

2. 実験概要

検討項目を表-1に示す。セメントは、スラグ粉末度およびベースセメント粉末度を2種類、スラグ置換率を5種類とした。細骨材は北海道札内川産川砂（比重2.65、吸水率1.51%、F.M2.46）を、粗骨材は北海道札内川産川砂利（Gmax150mm、比重2.71、吸水率0.60%、F.M7.96）を使用した。なお、粗骨材は150～80、80～40、40～20、20～5mmの4群に分類し、混合比を28:24:20:28とした。混和剤は、A E減水剤遅延型を用いた。コンクリートの配合は、単位セメント量を120kg/m³として、目標VC値20±10秒となるように細骨材率を30%、単位水量を90kg/m³と一定にした。供試体は、容量150ℓのバグミル型強制練りミキサーを使用し、強度用の供試体は40mm以下にウェットスクリーニングして、φ15×30cmの型枠を用いて作成した。また、断熱温度上昇試験は、φ48×40cmの型枠に打ち込んだウェットスクリーニングしないコンクリートについて行なった。

3. 実験結果と考察

図-1にベースセメントおよびスラグの粉末度を変化させた場合の圧縮強度と断熱温度上昇試験の結果を示す。なお、ベースセメントの粉末度3000cm²/g、スラグの粉末度3000cm²/gの組み合わせたものについては、断熱温度

表-1 検討項目

シリーズ	スラグ 粉末度 (cm ² /g)	ベース 粉末度 (cm ² /g)	スラグ 置換率 (%)	養生温度 (℃)	試験項目
1	3000 4000	3000 3500	60	20	断熱温度上昇試験 圧縮強度試験
2	4000	3500	55 60 65 70 75	20 10 5	
3	3500 フライアッシュ	3500	30 フライアッシュ		

※シリーズ2、3の断熱温度上昇試験は20℃のみ行なった。

度上昇試験を実施していない。圧縮強度において、初期材令では粉末度による影響は小さく、材令7日以降にスラグの粉末度が大きいことによる強度の増進が見られる。また、断熱温度上昇量は、ベースセメントの粉末度の増大と共に増加しているが、その増加量は小さい。次に、スラグの置換率を変化させたときの圧縮強度と断熱温度上昇試験の結果を図-2に示す。圧縮強度については、スラグを使用したものはフライアッシュより初期材令での強度発現は遅いが、材令7から28日にかけてスラグを使用した場合の強度増進は著しい。また、初期材令においては置換率による強度差は顕著ではないが、長期において置換率が70%を越えると、若干強度の低下が見られる。断熱温度上昇試験については、置換率を大きくすることにより断熱温度上昇量は抑制されるが、置換率が70%以上では抑制効果に差がなくなるものと思われる。また、置換率が55%では、温度上昇量はフライアッシュより大きく、置換率75%と比較した場合5℃近い差が生じた。これは、

単位セメント量 $120\text{kg}/\text{m}^2$ 程度の貧配合であるRCDコンクリートでは、大きな差であると思われる。次に単位強度当たりの断熱温度上昇量を図-3に示す。各置換率においても、フライアッシュより単位強度当たりの断熱温度上昇量は小さく、置換率70%で最小となる。しかし、置換率を70%以上としても図-2で示したように、温度上昇の抑制効果は期待できず、また強度も低下していくものと思われる。そのため置換率70%を超えるスラグの使用は、効果的でないと思われる。図-4は圧縮強度について、対フライアッシュとの比率で表わしたものである。初期材令では、いずれもフライアッシュに対する強度発現は小さく、特に材令1日で、置換率65%以上において小さい。しかし、材令経過に伴ないスラグが上回る結果となった。次に標準養生（ 20°C ）に対する低温養生（ 10°C 、 5°C ）の圧縮強度比の関係を図-5に示す。低温における強度発現は標準養生に対して小さく、材令28日に至っても 10°C で約60～80%、 5°C では約60%の強度である。しかしながら、実際のマスコンクリートとしての発熱を考えると 5°C という条件はかなり厳しいものであること、低温養生においてもその強度は材令と共に大きくなることなどから、初期材令における養生を十分行なうことにより低温時での施工も問題はないと思われる。

4. まとめ
本実験によって得られた結果を、とりまとめて以下に示す。
（1）スラグ粉末度を大きくすることにより強度の増進が見られる。また、断熱温度上昇量はベースセメント粉末度の増大と共に増加しているが、その増加量は小さい。
（2）置換率を70%以上としても、断熱温度上昇量の抑制には変化はない。また、この場合材令28日における強度が若干低下する。
（3）スラグを用いたコンクリートは、フライアッシュと比較して長期材令での強度増進が大きい。
（4）低温養生における強度発現は、標準養生に比して小さい。

＜参考文献＞
1）遠藤、児玉、高田：高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの長期強度に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文報告集11-1 1989

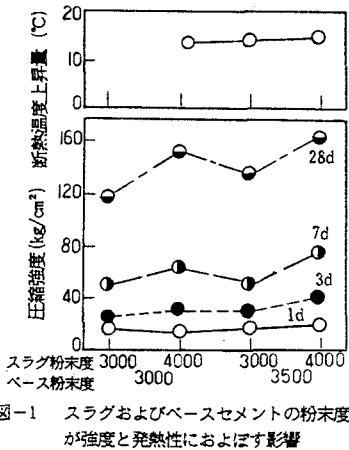


図-1 スラグおよびベースセメントの粉末度が強度と発熱性におよぼす影響

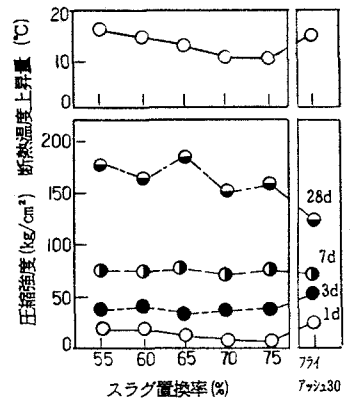


図-2 スラグ置換率が強度と発熱性におよぼす影響

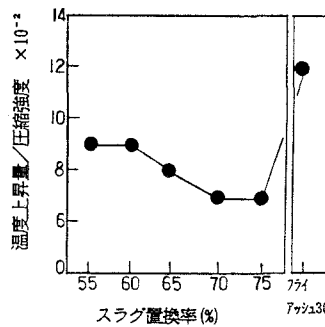


図-3 スラグ置換率が断熱温度上昇量強度比におよぼす影響

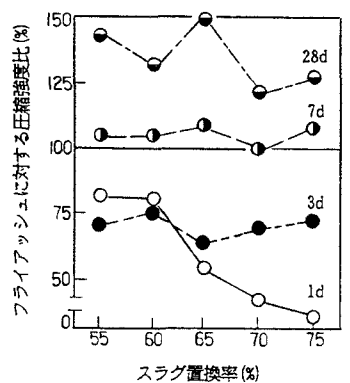


図-4 スラグ置換率とフライアッシュに対する圧縮強度比の関係

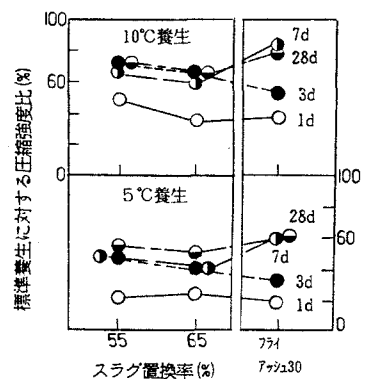


図-5 スラグ置換率と標準養生に対する圧縮強度比の関係