

V-9 細・粗骨材に高炉スラグを用いたコンクリートの諸特性に関する基礎的実験研究

関東学院大学 学生員 ○岩本直登
 関東学院大学 正会員 綾 亀一
 防衛大学校 正会員 加藤清志

1. まえがき

近年、骨材の枯渇および省資源・省エネルギーが強調され、産業副産物の有効利用が課題となっている中で高炉スラグを骨材に利用することは重要な位置をしめつつある。本研究は 細骨材・粗骨材ともに高炉スラグを用いたコンクリート（以下、スラグコンクリートと略記する。）の配合、減水剤の添加量による減水率および圧縮・引張・曲げ強度について実験を行なったので報告するものである。

2. 実験概要

1) 使用材料および配合 使用したセメントはN社製普通ポルトランドセメント（比重3.16）である。細骨材はS社製高炉スラグ砕砂で表乾比重2.67, 吸水率0.97%, 粗粒率2.56であった粗骨材はS社製高炉スラグ碎石（2505B）で表乾比重2.53, 吸水率3.48%, 粗粒率6.31のものである。配合は単位水量を153kgfと一定にし、水セメント比を30, 40, 50, 60%, 細骨材率を35, 45, 55, 60%とそれぞれ変化させ、混和剤としてK社製空気非連行型高性能減水剤をセメント重量の0.6%混入した。さらに、単位セメント量、細骨材率を一定とし、減水剤の添加量を0, 0.6, 1.0, 1.2%と変化させ、スランブ7±1cmとなる単位水量を求め、これより減水率を算出した。

2) 実験方法 公称容量35ℓの可傾式ミキサを用い、粗骨材、細骨材、セメント、混和剤を含む水（全容積15ℓ）の順序で投入し、5分間練りまぜを行なった。試料をミキサから排出後、1～2往復の切りかえしを行ない、その後スランブ試験を行なった。供試体はテーブルバイブレータで1分間締固めを行ないつつ成形し、所定の水中養生後（材令28日；20°±3°C）室内で24時間気乾させひずみゲージを張り付け、各強度試験を行なった。

3. 実験結果および考察

1) スラグコンクリートの諸特性 スラグコンクリートの単位水量と圧縮強度との関係を表-1に示す。高炉スラグ碎石コンクリート（単位水量153kgf, W/C=30～60%, s/a=35～60%, 減水剤はセメント重量の0.6%の配合）の圧縮強度は150～550kgf/cm²であり、そのスランブの範囲は約3～19cm^{1),2)}であった。しかしスラグコンクリートの場合、同一配合におけるスランブはほぼ0cmであった。このことは高炉スラグ砕砂の粒形が悪いこと、粒度の差異等に起因してワーカビリティが低下するものと思われる。なお、そのときの圧縮強度は323～685kgf/cm²であった。

表-1 スラグコンクリートの単位水量と圧縮強度

W (kgf)	W/C (%)	s/a (%)	減水剤 (%)	スランブ (cm)	圧縮強度 (kgf/cm ²)
153	30～60	35～60	0.6	0～2	323～685
162	37.2	45	1.2	7±1	541
165	37.9	45	1.0		541
176	40.4	45	0.6		476
196	45	45	0		386

2) 減水剤の添加量と減水率 スラグコンクリートに使用した減水剤の添加量と減水率との関係を図-1に示す。減水剤0.6～1.2%の使用範囲においてはほぼ直線的な関係があった。図-2に単位水量と減水剤の添加量ならびに圧縮強度との共有点を3次元座標の空間上に求めた。これより、強度的に望ましく、かつ、目標スランブ7±1cmに対する減水剤の添加量はセメント重量の1.0%, 単位水量165kgfとすればよいことがわかった。

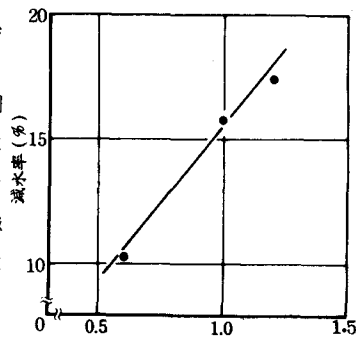


図-1 減水剤の添加量と減水率との関係

3) スラグコンクリートの強度特性 引張強度と圧縮強度、曲げ強度と圧縮強度との関係を図-3, 4に示し、相関式を求めた。なお、この場合の圧縮強度の範囲は300 ~ 700 kgf/cm^2 、比例限度の弾性係数は283~497 tf/cm^2 、ポアソン比は約0.25(1/4)の一定値となった。図-3より天然骨材を用いた普通コンクリートの場合、引張強度は圧縮強度の1/10~1/13、高炉スラグ砕石コンクリートの場合は約1/7~1/15¹⁾であるのに比し、スラグコンクリートの場合は約1/9~1/16であった。またスラグコンクリートの圧縮強度に対する引張強度は普通コンクリートより大きく本実験の範囲内で平均約5 kgf/cm^2 (約11~16%)増大していることがわかった。図-4より普通コンクリートの場合、曲げ強度は圧縮強度の1/5~1/8³⁾、高炉スラグ砕石コンクリートの場合は約1/4~1/11¹⁾であるのに比し、スラグコンクリートの場合は約1/6~1/10であった。吉田⁴⁾は高炉スラグ砕石コンクリートの場合、スラグ自体がもろいため60 kgf/cm^2 以上の曲げ強度に耐えないとしているが本実験のスラグコンクリートでは約71 kgf/cm^2 の大きい曲げ強度が得られた。

4. まとめ

高炉スラグ砕石自体の強度が小さい¹⁾にもかかわらず、スラグコンクリートの各強度が増大したのは、高炉スラグ砕石の比重が大きいこと、細・粗骨材の表面組織が粗であるためセメントペーストと骨材との付着強度が大きいことに起因されるものと思われる。またスラグが持つ潜在水硬性⁵⁾の影響もあるものと思われる。したがって減水剤を適量使用することにより強度、施工性において普通コンクリートと大差なく利用できることが明らかとなった。

5. あとがき

本研究を行なうにあたり、本学 建築学科 横谷栄二教授より試料の提供を受け、大内千彦・森島修院生ほか、柿沼宏行、丸山晴久、増田隆一君ら学部学生諸氏の助力を受けた。付記して謝意を表する。

6. 参考文献

- 1) 森島・綾・加藤：高炉スラグ砕石および高炉スラグ砕石コンクリートの強度特性に関する基礎的研究，関大研究報告，第23-2巻，1980.3，pp.35~43.
- 2) 大内・綾・佐藤：減圧処理された高炉スラグ砕石コンクリートに関する実験研究，第33回セメ技大会，1979.6，pp.214~215.
- 3) 西林新蔵：土木材料，朝倉書店，1975.10，pp.154~157.
- 4) 吉田弥智：高炉スラグを粗骨材として用いたコンクリートの強度に関する基礎的研究，セメント・コンクリート，No.296，1968.10，pp.20~26.
- 5) スラグ資源化委員会：鉄鋼のスラグ，日本鉄鋼連盟，昭和53年4月.

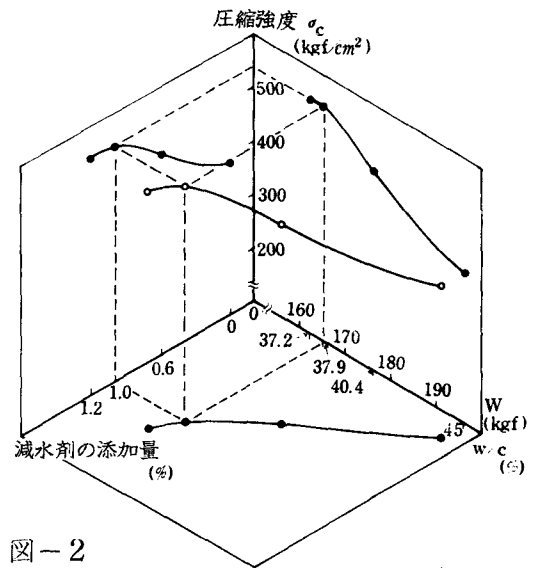


図-2 単位水量と減水剤の添加量ならびに圧縮強度との関係

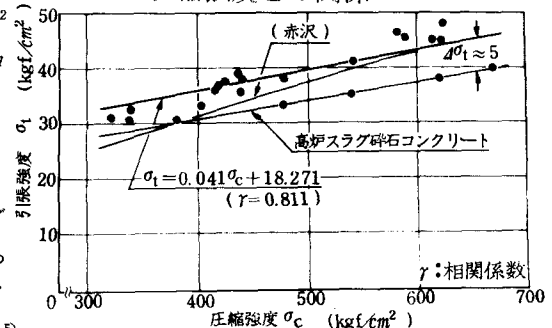


図-3 引張強度と圧縮強度との関係

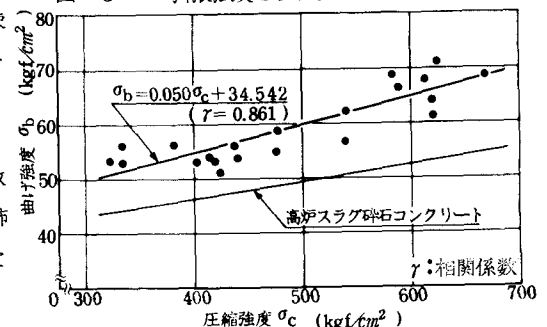


図-4 曲げ強度と圧縮強度との関係