

# フェロアロイスラグコンクリートの短・長期力学特性について

ハナ工業大学

正員 磯島 康雄

杉田 修一

ハナ工業高等専門学校

菅原 隆

## 1. まえがき

青森県八戸市の精錬工場では年間約100万トンの廃滓スラグが排出される。この大部分が埋立てに用いられるが野積放置されている状況にあり、これら未利用資源の有効利用の方法が模索されている。著者らはコンクリート用骨材としての利用の観点から、フェロアロイスラグ特にフェロクロムスラグ及びフェロニッケルスラグの粗骨材として、その適性を探るためこの数年來研究に取り組んで来ている。本報告は各スラグ混入コンクリートの力学特性について、その短期及び長期性状をスラグ混合割合、セメント種別、セメント中のアルカリ度等を変えて検討したのでここに報告する。

## 2. 実験概要

実験に使用した骨材の物理的性質を表-1に示す。

各スラグ骨材の特徴としてはCrの形状及び物理的性質は比較用砕石SGと類似しており、KGは小気泡が多数見受けられ、HGの形状は小球が幾つか固結した様な不規則な形状としていること、KGとHGのすり

へり減量及びBS破砕値が大きくなることなどが挙げられる。配合は、スランプ $8 \pm 2$  cm、空気量 $5 \pm 1$  %とし混和剤はAE剤(ヴィンソル)を用いた。スラグの配合上の留意点として、SG/Rsと基準配合として考えると、HGのS/Rは数%増かし、単位水量ではスラグ全種とも増しているが、HGが $+20$  kg/m<sup>3</sup>程度増と他に較べてはるかに大きい。これは骨材の形状の影響が考えられ、使用時にはこの点に注意が必要である。型枠は円柱状試体を圧縮、引張強度用として $10 \phi \times 20$  cm、曲げ強度用は $10 \times 10 \times 40$  cm 供試体と、それぞれ使用した。弾性係数はコンプレッソメーターとひずみゲージを使用して求めた。実験項目を大きく3つに分け、シリーズI、II、IIIとして、配合の種類と実験内容等の詳細を表-2に示す。

## 3. 実験結果及び考察

### (I)、シリーズI 短期力学特性及び経済性

強度特性: SG/Rsをベースコンクリートとして比較した場合、Cr混入の場合はSGと殆ど同等で、KGとHGは低配合では約1~2割低下傾向にある。経済性: 圧縮強度を単位セメント量を除いたkg/cm<sup>2</sup>で比較した場合SGコンクリートより全配合とも低下みであるが、水セメント比が高い程、低下が著しい。特にHG単味使用の場合で3~4割もの低下が認められた。

表-1

| 骨材の種類及び記号の説明  | 比重   | 吸水率(%) | FM   | 単位重<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | すりへり<br>(%) | BS破砕<br>(%) | 安定性<br>(%) |
|---------------|------|--------|------|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| RG: 川砂利       | 2.66 | 1.06   | 6.78 | 1.66                        | 19.8        | 13.8        | 7.8        |
| SG: 砕石        | 2.95 | 1.11   | 7.10 | 1.76                        | 21.9        | 13.6        | 4.9        |
| KG: フェロニッケル乾砕 | 2.72 | 2.42   | 6.75 | 1.56                        | 32.2        | 23.7        | 7.8        |
| HG: フェロニッケル風砕 | 2.73 | 1.61   | 6.30 | 1.36                        | 36.3        | 37.4        | 1.4        |
| Cr: フェロクロム乾砕  | 3.06 | 0.84   | 6.79 | 1.87                        | 15.9        | 13.6        | 1.0        |
| 細骨材 RS: 川砂    | 2.58 | 1.10   | 2.51 | 1.70                        | —           | —           | 4.8        |

表-2

| シリーズ       | 配 合          |     |    |    |     |     |         |    | 実 験 項 目                                                                                                                                      |
|------------|--------------|-----|----|----|-----|-----|---------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | 種 類          | W/C |    |    | 普 通 | 高 炉 | フ ラ ャ イ |    |                                                                                                                                              |
|            |              | 40  | 55 | 70 |     |     | N       | NH |                                                                                                                                              |
| I          | SG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  | コンクリートの短期強度物性にスラグ粗骨材の及ぼす影響を調べ、併せて経済性等も検討するため、SG/RSを基準配合としてスラグの5割混入と単味使用について、材令 3日、7日、28日における圧縮強度、引張強度、曲げ強度を測定した。                             |
|            | KG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (SG+SG)/RS   | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | HG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (SG+SG)/RS   | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | Cr/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
| II         | (SG+SG)/RS   | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  | セメントを普通、早強、高炉、フライアッシュセメントと4種類を使用した場合に、スラグコンクリートの物性変化の挙動を検討するため、材令 28日、224日、365日において圧縮強度、引張強度、弾性係数を測定した。                                      |
|            | SG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | KG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | HG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | Cr/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            |              | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
| III        | HG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  | スラグ成分中に起因する不安定な挙動が懸念され、スラグ使用コンクリートの長期安定性を把握するため、スラグ混入率及びセメント中のアルカリ度を変えて、水中浸漬ならびに屋外暴露試験を、材令 7日、28日、91日、180日、365日、730日において圧縮強度、引張強度、弾性係数を測定した。 |
|            | KG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (7R2+3R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (3R2+7R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | HG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (7R2+3R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (3R2+7R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | Cr/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (7R2+3R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (3R2+7R3)/RS | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | SG/RS        | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (SG+SG)/RS   | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
|            | (SG+SG)/RS   | *   | *  | *  | *   | *   | *       | *  |                                                                                                                                              |
| (SG+SG)/RS | *            | *   | *  | *  | *   | *   | *       |    |                                                                                                                                              |

N: Non alkali concrete

NH: High alkali concrete

## (2) シリーズⅡ セメント種別の影響

$\sigma_c/c$  による経済性比較の一例を図-1に示す。図-2は $E_c$ と $\sigma_c$ との関係図で各スラグ別に図示しているが、ACI式で計算した結果と比較して、Cr/RSは $E_c$ が大きく、逆にKg/RSは小さい傾向が明瞭に表われている。

図-2

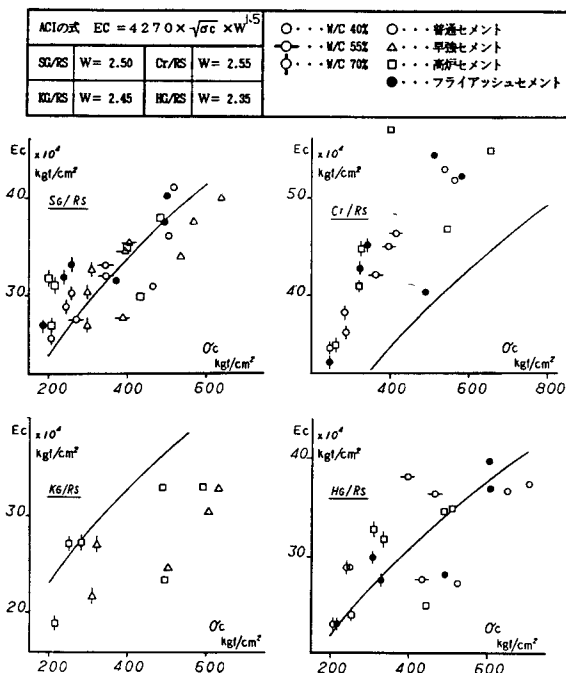
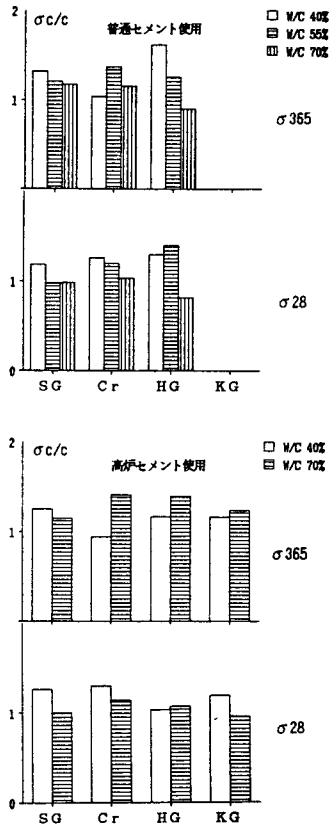


図-1



る。これは、スラグ骨材自体の弾性係数が大きく関係していると考えられる。セメント種別では、フライアッシュB種使用の場合、全般に良好な結果を与える。

## (3) シリーズⅢ 長期力学特性

一例として各スラグ単味使用コンクリートと $\sigma_c$ との関係を図-3に、更に $E_c$ との関係を図-4に示す。長期力学的特性で特に際立った異常は認められない様であるが、詳細については講演時に報告する。

図-3

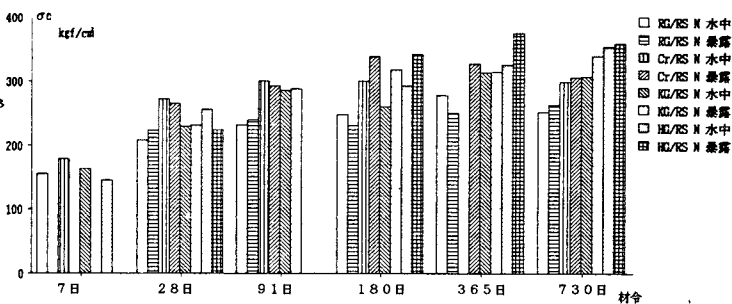


図-4

