

武蔵工業大学 学生員○仲田貞夫

武蔵工業大学 正会員 小玉克巳

## 1. まえがき

高炉水砕スラグ微粉末（以後スラグ微粉末と呼ぶ）を混和材として用い、コンクリート中のセメントの一部を置き換えることは、セメントの節減により省エネルギーおよび省資源を図ることができる。従って、スラグ微粉末を混和材としてコンクリートに利用する為に、スラグ微粉末の置き換えがコンクリートの諸性質に及ぼす影響を研究することはきわめて重要である。

本報告は、スラグ微粉末の置き換え率を30%および65%としたコンクリートの凍結融解に対する耐久性を、スラグ微粉末を用いないコンクリートと比較、検討し、さらに、これらコンクリートの気泡組織ならびにその測定方法についても検討したものである。

本研究について、國分正胤教授より多大の御指導を賜わった。ここに厚く御礼申し上げます。

## 2. 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。スラグ微粉末は、置き換え率が30%のとき、比重2.92、ブレン値 $3830\text{cm}^3/\text{g}$ のものを、置き換え率が65%のときは、比重2.92、ブレン値 $3300\text{cm}^3/\text{g}$ のものをを用いた。細骨材は、相模川産川砂（比重2.59）を用い、粗骨材は、八王子産砕石（比重2.66）を用いた。混和剤は、AE減水剤としてポゾリスNo.5Lおよび補助AE剤No.303Aを用いた。表-1 コンクリートの配合

## 3. コンクリートの配合および試験方法

コンクリートの配合は、表-1に示してある。凍結融解試験は、ASTM-C666に定めるA法に準じて行い、材令14日（一部の供試体は28日）まで $20^\circ\text{C}$ 水中養生の後試験を開始した。硬化したコンクリートの気泡組織の測定は、ASTM-C457に定めるリニヤートラバース法および修正ポイントカウント法を併用して行、た。

## 4. スラグ微粉末を用いたコンクリ

ートの気泡組織および耐久性

図-1は、スラグ微粉末の置き換え率30%、水結合材比52~58%、空気量4.3~8.6%のコンクリートおよびスラグ微粉末を用いない水セメント比57~59%、空気量4.7~6.0%のコン

| 粗骨材<br>の最大<br>寸法<br>(mm) | S/S+C<br>(%) | C+S<br>または<br>C<br>(kg/m³) | W<br>(kg/m³) | W/C+S<br>または<br>W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 空気量<br>(%) | スランプ<br>(cm) | 混和剤<br>(%) |       |
|--------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|------------|------------|--------------|------------|-------|
|                          |              | POZ.<br>NO.5L              | NO.303A      |                            |            |            |              |            |       |
| 20                       | 0            | 273                        | 160          | 59                         | 45         | 4.7        | 8.1          | 0.25       | 0.006 |
|                          |              | 274                        | 155          | 57                         | 45         | 6.0        | 9.2          | 0.25       | 0.011 |
|                          | 30           | 274                        | 159          | 58                         | 45         | 4.3        | 8.3          | 0.25       | 0.008 |
|                          |              | 276                        | 147          | 53                         | 45         | 5.8        | 7.8          | 0.25       | 0.013 |
|                          |              | 273                        | 143          | 52                         | 45         | 8.6        | 8.7          | 0.25       | 0.022 |
| 25                       | 0            | 200                        | 130          | 65                         | 38         | 6.4        | 4.3          | 0.25       | 0.030 |
|                          | 65           | 192                        | 125          | 65                         | 38         | 5.6        | 3.3          | 0.25       | 0.030 |

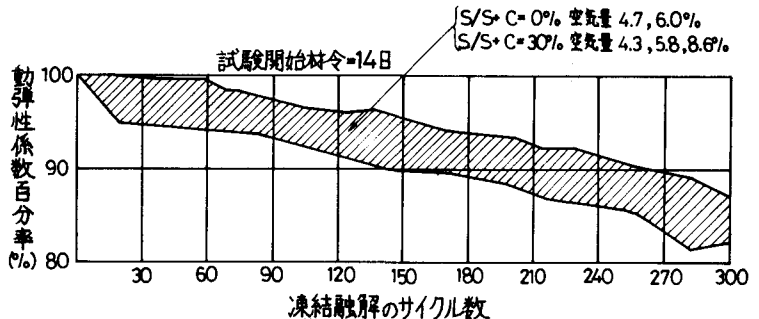


図-1 凍結融解のサイクル数と動弾性係数百分率の関係

弾性係数百分率の関係を示したものである。図より、スラグ微粉末の置き換えの有無、空気量の相違にかかわらず、300サイクルの耐久性係数は80%以上である。また、凍結融解に対する耐久性と密接な関連性のある気泡間隔係数と空気量の関係を示すと、図-2のごとくである。図より、空気量が同一であればスラグ微粉末を用いた

コンクリートも用いないコンクリートとほぼ同一の気泡間隔係数であり、気泡間隔係数はすべて200μ以下である。以上より、スラグ微粉末の置き換えは、硬化コンクリートの気泡に対し影響を及ぼさず、また、気泡間隔係数が200μ以下であれば、スラグ微粉末で30%置き換えたコンクリートは、用いないコンクリートと同等の十分な耐久性を有することが認められる。

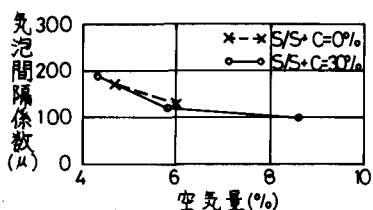


図-2 空気量と気泡間隔係数の関係

図-3は、スラグ微粉末の置き換え率65%、水結合材比65%、空気量5.6%のコンクリートおよびスラグ微粉末を用いない水セメント比65%、空気量6.4%のコンクリートの凍結融解サイクル数と動弾性係数百分率の関係を示したものである。図より、試験開始材令を14日としたものの300サイクルの耐久性係数は、スラグ微粉末を用いた場合37%、スラグ微粉末を用いない場合57%となっており、スラグ微粉末を用いた場合の方が耐久性が劣ることが示されている。

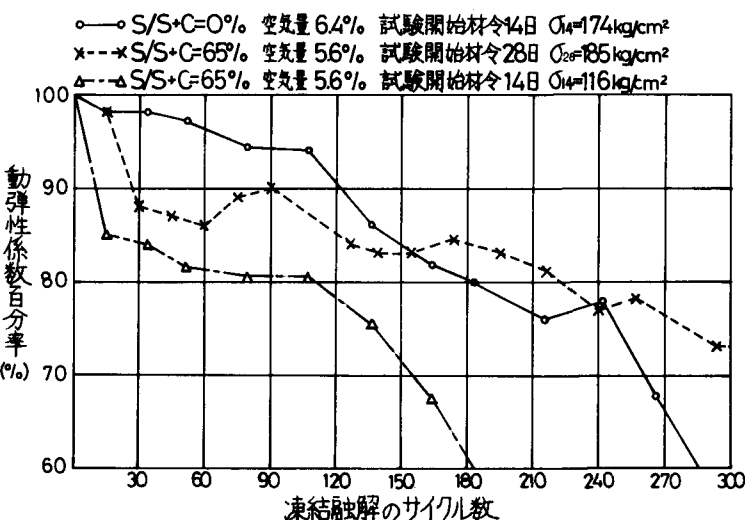


図-3 凍結融解のサイクル数と動弾性係数百分率の関係

これは、試験開始時の圧縮強度が、スラグ微粉末を用いた場合116kg/cm<sup>2</sup>であって、用いない場合の67%程度しかないということ等によると思われる。しかしながら、スラグ微粉末を用いた同一配合のコンクリートを材令28日（圧縮強度185kg/cm<sup>2</sup>）から試験を開始した300サイクルの耐久性係数は73%となった。これより、養生状態が良く、凍結融解作用にさらされる時期が1年ないし2年となるダムコンクリート等のマッシブなコンクリートへの利用を考えれば、スラグ微粉末の潜在水硬性が発揮され、実用上十分な強度が得られるので、耐久性も十分期待できるものと思われる。

## 5. 硬化したコンクリートの気泡組織の測定方法

表-2は、同一供試体における修正ポイントカウント法による気泡組織の測定誤差の1例を示したものである。表より、空気量はほぼ同一であるが、比表面積は205cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>、293cm<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>、気泡間隔係数は232μ、167μと大きく相違している。これは、測線上を通過する気泡の見逃し等によると思われる。そこで、測線上に現われるすべての気泡の弦長を測定するリニヤートラバース法と修正ポイントカウント法を併用し測定を行った。その結果を表-3に示す。表より、両方による測定値の差は小さく、両方を併用することが測定精度を増進させることが認められた。

## 6. むすび

スラグ微粉末の置き換え率が30%では、スラグ微粉末を用いないコンクリートと同等の十分な耐久性が得られ、置き換え率が65%の場合でもマッシブなコンクリートにおいては十分な耐久性が期待できるものと思われる。また、リニヤートラバース法と修正ポイントカウント法を併用することが、硬化したコンクリートの気泡組織の測定精度を増進させることが認められた。

表-2 修正ポイントカウント法による測定結果

| 実測空気量 4.3% |                                     |                                     |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 空気量        | 4.7%                                | 4.4%                                |
| 比表面積       | 205cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> | 293cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> |
| 気泡間隔係数     | 232μ                                | 167μ                                |

表-3 修正ポイントカウント法およびリニヤートラバース法を併用した測定結果

| 実測空気量 4.3% |                                     |                                     |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 測定方法       | 修正ポイントカウント法                         | リニヤートラバース法                          |
| 空気量        | 4.0%                                | 3.3%                                |
| 比表面積       | 249cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> | 299cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> |
| 気泡間隔係数     | 206μ                                | 188μ                                |