

## V-32

## 高炉スラグ高含有コンクリートの凍結融解抵抗性

和歌山工業高等専門学校 正会員 中本 純次  
同 上 正会員 戸川 一夫

## 1. まえがき

本研究は、高炉スラグ微粉末を単位結合材量の95%まで置換した高炉スラグ高含有コンクリートの凍結融解抵抗性について検討したものである。

## 2. 実験概要

高炉スラグ高含有コンクリートの凍結融解抵抗性を検討するために、次の3シリーズの実験を計画した。

シリーズⅠ：A E減水剤を用いた 表-1 (a) コンクリートの配合 (A E減水剤)

配合で、水-結合材比一定・単位結合材量一定としたときの凍結融解抵抗性の検討。このシリーズでは、各コンクリート間のスランブおよび圧縮強度を一定にしようとはしていない。

シリーズⅡ：A E減水剤を用いた配合で、スランブ一定・圧縮強度一定(単位結合材量を調整)としたときの凍結融解抵抗性の検討。

シリーズⅢ：高性能A E減水剤を用いた配合で、単位結合材量一定・スランブ一定・圧縮強度一定としたときの凍結融解抵抗性の検討。

セメントには、普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材には川砂（比重2.56、粗粒率

| シリーズ | 配合番号 | W/C+B (%) | B/C+B (%) | S/a (%) | C+B (Kg) | 水 (kg) W | セメント (kg) C | スラグ (kg) B | 細骨材 (kg) S | 粗骨材 (Kg) G |            | 水和剤 (CC) |         |
|------|------|-----------|-----------|---------|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|------------|----------|---------|
|      |      |           |           |         |          |          |             |            |            | 5~13 (mm)  | 13~20 (mm) | ※A E減水剤  | ※※A E助剤 |
| Ⅰ    | 1    | 57        | 0         | 44      | 280      | 160      | 280         | 0          | 817        | 520        | 520        | 2800     | 2300    |
|      | 2    | 57        | 70        | 44      | 280      | 160      | 84          | 196        | 811        | 516        | 516        | 2800     | 4200    |
|      | 3    | 57        | 85        | 44      | 280      | 160      | 42          | 238        | 810        | 515        | 515        | 2800     | 4600    |
|      | 4    | 57        | 95        | 44      | 280      | 160      | 14          | 266        | 809        | 514        | 514        | 2800     | 5000    |
| Ⅱ    | 5    | 63        | 70        | 44      | 259      | 163      | 78          | 181        | 816        | 521        | 521        | 2590     | 3800    |
|      | 6    | 57        | 85        | 44      | 299      | 171      | 45          | 254        | 789        | 504        | 504        | 2990     | 5100    |
|      | 7    | 45        | 95        | 44      | 382      | 172      | 19          | 363        | 754        | 482        | 482        | 3820     | 7400    |
| Ⅲ    | *8   | 46.4      | 0         | 44      | 360      | 167      | 360         | 0          | 780        | 498        | 498        | 3600     | 2300    |

表-1 (b) コンクリートの配合 (高性能A E減水剤)

| シリーズ | 配合番号 | W/C+B (%) | B/C+B (%) | S/a (%) | C+B (Kg) | 水 (kg) W | セメント (kg) C | スラグ (kg) B | 細骨材 (kg) S | 粗骨材 (Kg) G |            | 水和剤 (CC)  |          |
|------|------|-----------|-----------|---------|----------|----------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----------|
|      |      |           |           |         |          |          |             |            |            | 5~13 (mm)  | 13~20 (mm) | ※※※高性能A E | ※※※A E助剤 |
| Ⅲ    | 9    | 46.4      | 0         | 42      | 306      | 142      | 306         | 0          | 790        | 548        | 548        | 3672      | 0        |
|      | 10   | 50        | 70        | 42      | 306      | 153      | 92          | 214        | 772        | 544        | 544        | 3213      | 2000     |
|      | 11   | 45        | 85        | 42      | 306      | 138      | 46          | 260        | 787        | 542        | 542        | 4590      | 4000     |
|      | 12   | 33        | 95        | 42      | 306      | 101      | 15          | 291        | 827        | 542        | 542        | 7650      | 12000    |

(\*比較用コンクリート、\*4倍液、\*\*100倍液、\*\*\*原液使用)

2.84)、粗骨材には硬質砂岩砕石（比重2.61、最大寸法20mm）を用いた。用いた高炉スラグ微粉末は、比重2.89、比表面積8160cm<sup>2</sup>/gである。スラグ置換率（B/(C+B)）は、それぞれのシリーズについて0、70、85および95%とした。空気量は、すべての配合について4.5±0.5%になるようにA E助剤を用いて調整した。目標スランブ値は、シリーズⅠを除いて8±0.5cmである。コンクリートの配合を表-1 (a) および (b) に示す。凍結融解試験はASTM C666A法に従って行った。凍結融解サイクルの進行に伴うコンクリート供試体の劣化を評価するために、300サイクルまで30サイクル毎に、たわみ振動による1次共鳴振動数および質量を測定した。

## 3. 実験結果の考察

図-1には各種コンクリートの圧縮強度試験結果を示している。シリーズⅡおよびシリーズⅢともに、スラグ置換率が85%まではスラグ無置換の配合あるいは比較用コンクリートとほぼ同等の圧縮強度を得ることができるが、置換率が95%の場合には両シリーズとも、強度低下がないように配合設計することはなかなか困難な結果となった。

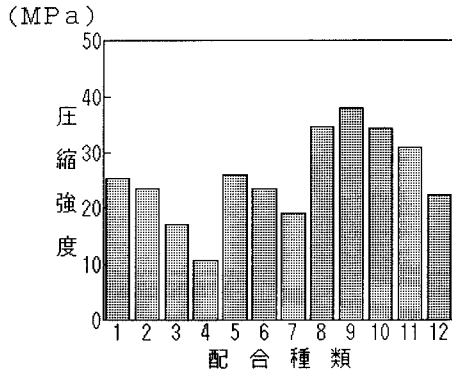


図-1 各種コンクリートの圧縮強度（齢14日）

図-2から図-4には各シリーズの凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係を示している。単位結合材量一定・水-結合材量一定（シリーズⅠ）の場合、スラグ置換率が70%まではスラグ無置換の配合より若干優れた凍結融解抵抗性を有するが、85%以上置換した場合、置換率が大きくなれば凍結融解抵抗性が著しく低下することがわかる。特に置換率95%については、30サイクルで軸方向にひびわれが貫通し破壊に至った。これらは、スラグ置換率の増加によって大幅に圧縮強度が低下するためと考えられる。なお、耐久性指数はそれぞれ46および2であった。

圧縮強度一定・スランブ一定（シリーズⅡ）の場合についてもシリーズⅠと同様にスラグ置換率が85%以上になると凍結融解抵抗性は大きく減少することが明らかである。これは、このシリーズでは単位結合材量を増加させて強度調整を行っているために、単位水量およびスラグ量がかなり増加したためと考えられる。なお、耐久性指数は置換率85%および95%の場合、それぞれ36および6であった。

高性能A Eコンクリート（シリーズⅢ）については、スラグ置換率にかかわらずサイクル数が増加しても相対動弾性係数の低下はみられない。このシリーズは、高性能A E減水剤を用いて単位水量を大幅に減じて強度調整を行なったものであり、本方法を用いれば高炉スラグ微粉末を多量に用いた場合でも、スラグ置換率にかかわらず耐凍結融解抵抗性の高いコンクリートを得ることが出来ることが明らかとなった。

本研究を行うにあたり、住友大阪セメント（株）長岡誠一氏に大変お世話になりました。ここに記して深く謝意を表します。

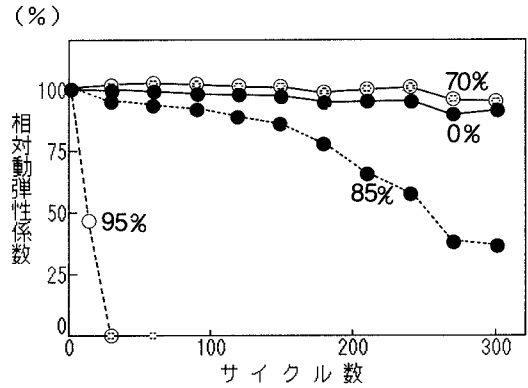


図-2 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係（Ⅰシリーズ）

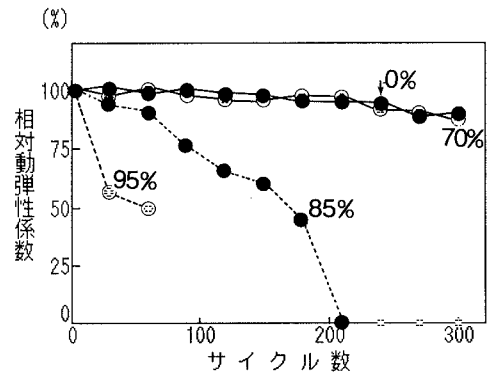


図-3 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係（Ⅱシリーズ）

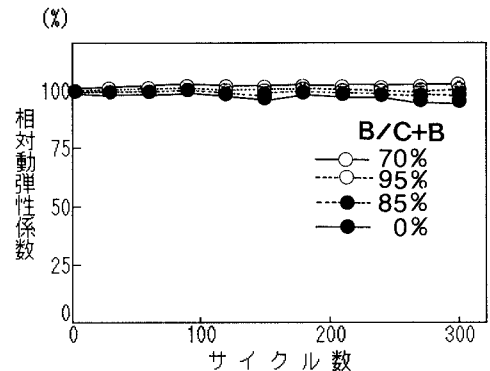


図-4 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係（Ⅲシリーズ）