

## V-3 鉄鋼スラグの構造用コンクリートへの適用性に関する研究

高松高専専攻科 学生会員 ○五嶋 邦宏  
高松高専 正会員 長友 克寛  
日本興業（株） 正会員 下村 誠一  
高松高専 松原 三郎

**1. 研究目的** 日本では、年間約2000万トンの鉄鋼スラグが副産物として産出されている。近年、主に急冷スラグを中心として、コンクリート用リサイクル骨材として利用され、コストダウンに貢献しているが、その大半が非構造部材への使用である<sup>1)</sup>。もし、鉄鋼スラグを使用した構造用コンクリートの力学的性能とそれを照査する手法が明らかになれば用途は大きく広がる。本研究の目的は、鉄鋼スラグをコンクリート用細骨材および粗骨材として使用したRCはりの曲げおよびせん断試験を実施し、その挙動を実験的に確認すると共に、実験値と土木学会示方書規定式による計算値との比較に基づき、規定式の使用の可否について検討することにある。

**2. 実験概要** 本研究では、普通砕石を徐冷スラグ粗骨材、普通砕砂を急冷スラグ細骨材で置換した4種類の配合を用い、各配合に対して曲げおよびせん断試験体をそれぞれ1体作製し、それらの破壊実験を行った。

**表-1, 2**にコンクリートおよび鉄筋の力学的性質を、そして**図-1, 2**に曲げおよびせん断試験体の形状・寸法をそれぞれ示す。曲げ試験体は、幅100 mm、高さ200 mm（有効高さ180 mm）、長さ2000 mmの単鉄筋長方形はりであり、主鉄筋としてD16を2本配置した。せん断試験体は、幅100 mm、高さ300 mm（有効高さ280 mm）、長さ1600 mmの単鉄筋長方形はりであり、主鉄筋としてD22を2本配置した。配合設計で採用した鉄鋼スラグによる普通骨材の置換率は質量比で0, 30, 60%であり、その表記方法を**表-1**欄外に示す。

### 3. 実験結果及びその考察

**3.1 荷重-たわみ曲線** **図-3, 4**に曲げおよびせん断試験体の荷重P-中央たわみ $\delta$ の関係をそれぞれ示す。曲げ試験体では、主鉄筋の降伏後、非常に靱性的な挙動を示して破壊に至っている。せん断試験体では、斜めひび割れの発生（ $P \approx 70$  kN）および成長とともにたわみ剛性は小さくなり、そのひび割れ先端のコンクリート圧縮部の破壊を契機として、Pが低下して破壊に至っている。曲げおよびせん断試験体共にスラグ無置（G00-S00）のはりのたわみ剛性が大きくなっているのは、同はり用コンクリートの弾性係数が小さかったためであり、スラグ置換率による全体挙動への影響は小さいものと考えられる。

**表-1 コンクリートの力学的性質**

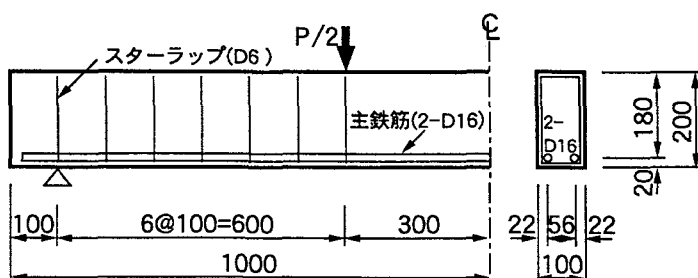
| 配合記号*   | 圧縮強度<br>$f_c'$ (MPa) | 弾性係数<br>$E_c$ (GPa) |
|---------|----------------------|---------------------|
| G00-S00 | 17.5                 | 14.2                |
| G30-S30 | 30.7                 | 20.4                |
| G30-S60 | 26.9                 | 21.3                |
| G60-S60 | 27.0                 | 22.2                |

\*: Gは粗骨材, Sは細骨材,

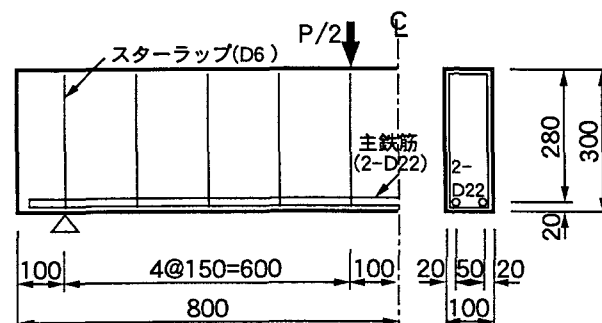
数値は鉄鋼スラグによる質量置換率(%)を表す。

**表-2 鉄筋の力学的性質**

|           | 降伏応力度<br>$f_y$ (MPa) | 引張強度<br>$f_u$ (MPa) | 弾性係数<br>$E_s$ (GPa) |
|-----------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 主鉄筋 D16   | 353                  | 517                 | 193                 |
| 主鉄筋 D22   | 370                  | 556                 | 194                 |
| スターラップ D6 | 348                  | 519                 | 205                 |



**図-1 曲げ試験体の形状・寸法 (単位 mm)**



**図-2 せん断試験体の形状・寸法 (単位 mm)**

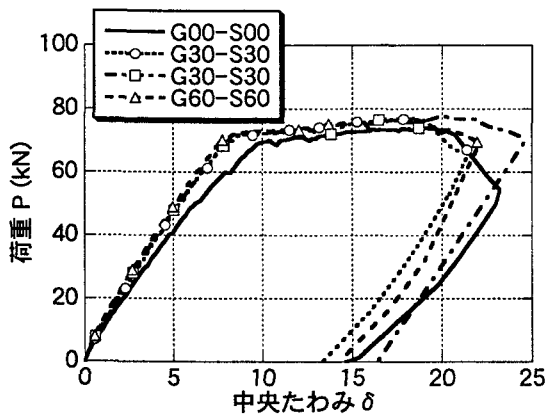


図-3 荷重-中央たわみ $\delta$ 関係(曲げ試験体)

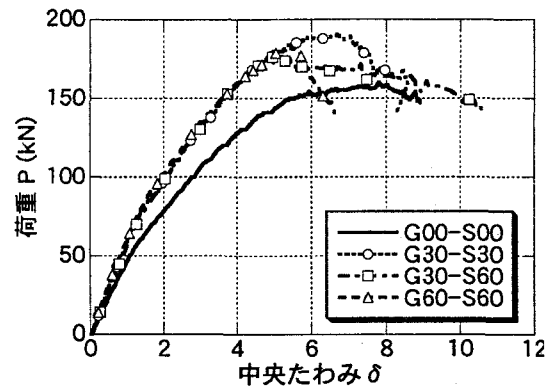


図-4 荷重-中央たわみ $\delta$ 関係(せん断試験体)

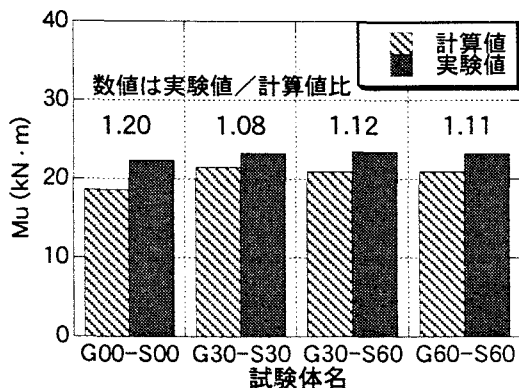


図-5 曲げ耐力  $M_u$

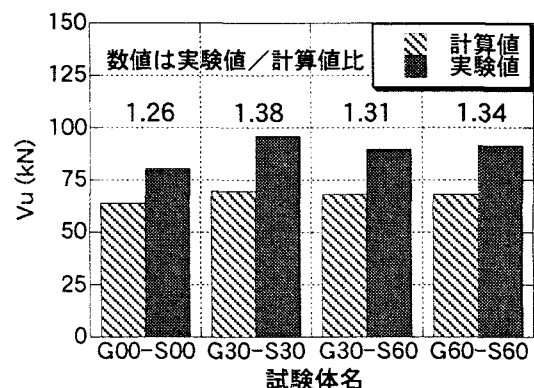


図-6 せん断耐力  $V_u$

以下では、土木学会示方書規定式<sup>2)</sup>において部分安全係数を1.0として求めた計算値と、実験値との比較により、はり試験体の構造性能の評価法について検討する。

**3.2 曲げ耐力** 図-5に各スラグ置換率の組合せに対する曲げ試験体の耐力 $M_u$ の実験値と計算値との比較を示す。同図中の数値は計算値に対する実験値の比を示している。比は1.08~1.20の範囲にあり、良好で安全側の評価が得られている。

**3.3 せん断耐力** 図-6に各スラグ置換率の組合せに対するせん断試験体の耐力 $V_u$ の実験値と計算値とを示す。同図中の数値は計算値に対する実験値の比を示している。比は1.26~1.38の範囲にあり、ここでも良好で安全側の評価が得られている。

図-5, 6の結果より、スラグによる骨材置換は、はりの耐力面からは全く問題はなく、かつその評価には土木学会示方書規定式を適用できると考えられる。

**3.4 ひび割れ分散性** 図-7に各スラグ置換率の組合せに対する曲げ試験体の曲げモーメント一定区間におけるひび割れ幅 $w$ の実験値と計算値とを示す。同図中の実線は計算値である。計算値は、ほぼ実験値と一致している。図示していないが、曲げたわみについても実験値と計算値とは良く一致した。以上のことから、使用限界状態に対する性能評価についても土木学会示方書規定式を適用できると考えられる。

**4. まとめ** 本研究の結果、鉄鋼スラグを構造用コンクリート骨材として使用する事は可能であること、スラグを用いた構造コンクリート部材の全体的力学挙動に及ぼす置換率の違いの影響は小さいこと、およびその力学的性能は土木学会コンクリート標準示方書の規定式を用いて評価できること等が明らかになった。

**参考文献** 1) 日本コンクリート工学協会九州支部：コンクリートにおける産業廃棄物利用研究委員会報告書，2000.11，2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），土木学会，2002

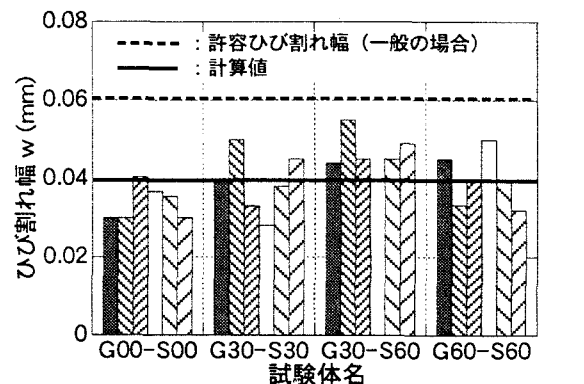


図-7 ひび割れ幅  $w$  ( $\sigma_s=100\text{MPa}$ 時)