

V-25 高炉スラグ骨材を使用したRCはりの屋外暴露後の力学特性

高松高専 正会員 長友克寛
高松高専専攻科 学生会員 五嶋邦宏
高松高専専攻科 学生会員○ 高橋恵子
高松高専 松原三郎

1. 研究目的 海砂，川砂などの良質な天然骨材の枯渇に加え，環境保全からの採取規制が年々厳しくなっていく中で，産業副産物である高炉スラグは，これらに代わる新しい骨材資源として評価されている¹⁾。本研究は，高炉スラグ骨材の構造部材への大量使用に関する可能性を検討することを目的とし，低品質の粗骨材および細骨材を高炉スラグ骨材で置換したコンクリートを用いてRCはりを作製し，約1年間屋外暴露後の構造コンクリートとしての適用性を，実験値と土木学会示方書規定式²⁾による計算値との比較を通して検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合 本実験では，低品質普通骨材を徐冷高炉スラグ粗骨材と急冷高炉スラグ細骨材とで置換した4種類の配合を対象とした。表-1に今回使用した粗骨材および細骨材の高炉スラグによる質量置換率の組合せと，その配合を示す。なお，表中の左端に示した配合記号のGは粗骨材，Sは細骨材，数値は高炉スラグによる質量置換率(%)を表している。コンクリートおよび鉄筋の力学的性質を表-2，3にそれぞれ示す。

2.2 試験体 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100mm，高さ200mm，スパン長1800mm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。中央にはひび割れ分散性を調べるため，600mmの曲げモーメント一定区間を設けた。せん断試験体は幅100mm，高さ300mm，スパン長1400mm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。試験は両試験体とも対称2点载荷によって行った。

表-1 RCはり試験体の示方配合

配合記号	粗骨材の 最大寸法 (mm)	目標 スランプ (cm)	W/C (%)	目標 空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							高性能 減水剤 Ad (cm ³ /m ³)
						水 W	セメン ト C	細骨材		粗骨材 (mm)			
								砕砂 S	急冷 スラグ Ss	砕石 Gc 20-15	砕石 Gf 15-5	徐冷 スラグ Gs	
G00-S00	20	10	60	1.5	51	150	250	931	0	607	404	0	2232
G30-S30			46		47	150	326	598	256	443	296	317	2232
G30-S60			49		47	150	306	360	540	442	295	315	2232
G60-S60			51		48	150	304	361	541	250	166	624	2307

表-2 コンクリートの力学的性質

配合記号	圧縮強度 f _c ' (MPa)	弾性係数 E _c (GPa)
G00-S00	23.5	10.9
G30-S30	44.0	18.7
G30-S60	45.2	21.5
G60-S60	42.9	22.6

表-3 鉄筋の力学的性質

	降伏応力度 f _y (MPa)	引張強度 f _u (MPa)	弾性係数 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

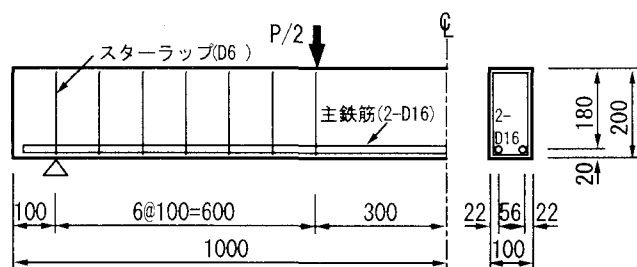


図-1 曲げ試験体の形状・寸法 (単位mm)

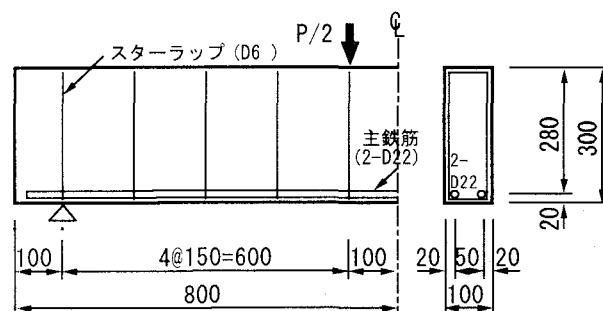


図-2 せん断試験体の形状・寸法 (単位mm)

2. 3 評価方法 以下では、RCはりの主要な力学特性に関する実験値と土木学会コンクリート標準示方書の規定式に基づくその計算値との比較により、高炉スラグの構造コンクリート用骨材としての適用性を検討する。その際、計算値を小さく評価するため、規定式に含まれる部分安全係数は全て1.0として計算する。

3. 実験結果および考察

3. 1 破壊状況 写真-1は、曲げ試験体の中央部における破壊状況の一例である。まず、曲げモーメント一定区間に曲げひび割れがほぼ等間隔に発生し、次第にその本数と長さが増加した。そして主鉄筋の降伏後、この曲げひび割れは大きく成長し、最終的にコンクリート圧縮域の破壊によって耐力に至った。

写真-2にせん断試験体のせん断スパンにおける破壊状況の一例を示す。まず、中央の曲げモーメント一定区間に曲げひび割れが発生し、次いでせん断スパンにも小さな斜めひび割れが生じ始めた。その後、この斜めひび割れが大きく成長することで耐力に至った。

3. 2 耐力 図-3に各スラグ置換率の組合せにおける曲げ耐力Muの実験値と計算値との比較を示す。全ての骨材置換率の組合せにおいて両者は良好な一致をみており、計算値は安全側の評価が得られている。

図-4に各スラグ置換率の組合せにおけるせん断耐力Vuの実験値と計算値との比較を示す。ここでも、全ての骨材置換率の組合せにおいて計算値は安全側の評価となっている。

これより、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、示方書の規定式で評価できると考えられる。

3. 3 ひびわれ幅 図-5に主鉄筋の引張応力度 $\sigma_s = 100\text{MPa}$ 時における曲げモーメント一定区間でのひび割れ幅wの計算値と実験値との比較を示す。ここで、棒グラフは6個の π ゲージによる実験値を表しており、各測定値を標点間に発生した曲げひびわれの本数で割ることにより求めた。図中の実線は、計算値を表しているが、これを求める際の σ_s は、はり中央断面の主鉄筋に貼付した歪ゲージの読みから算出した。計算値は実験値とほぼ一致しており、使用限界状態での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 本研究より、(1) 高炉スラグの構造用コンクリート骨材としての使用は、一年間屋外で暴露した後においても問題はないこと、(2) RCはりの場合、低品質骨材を高炉スラグ骨材で置換することでむしろその力学的品質改善が図れること、(3) その使用および終局の両限界状態における力学的性能は土木学会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。

5. 謝辞 本研究は、(社) 四国建設弘済会技術開発支援制度の助成を受けて実施したものである。ここに、関係各位に謝意を表します。

6. 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会報告書，2001. 11， 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），土木学会，1996

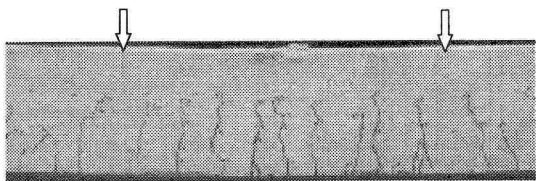


写真-1 曲げ試験体の破壊状況の一例

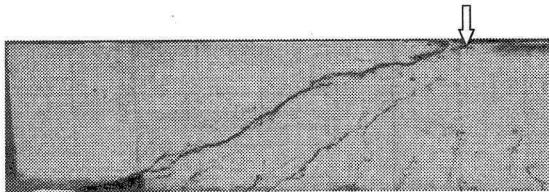


写真-2 せん断試験体の破壊状況の一例

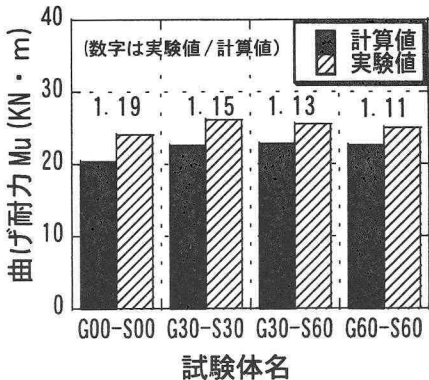


図-3 曲げ耐力 Mu

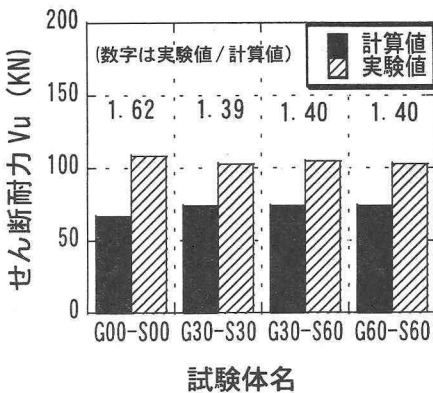


図-4 せん断耐力 Vu

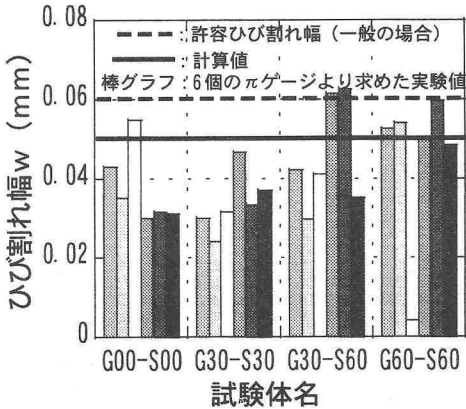


図-5 ひび割れ幅 w ($\sigma_s = 100\text{MPa}$ 時)