

焼却灰溶融スラグを用いたコンクリートの RC 部材への適用の可能性の検討

鳥取大学大学院 学生会員 ○山本 進 鳥取大学 正会員 井上 正一
鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 黒田 保
鳥取大学大学院 学生会員 可児 知大

1. はじめに

一般廃棄物の大半は焼却後に埋め立てられているが、埋立地の残余容量の不足から減容化・再資源化が求められ、その有効技術の一つに溶融固化がある。本研究では溶融固化施設より発生する焼却灰溶融スラグ粗骨材の構造用コンクリートへの適用性を検討するために、焼却灰溶融スラグ粗骨材を用いて RC はりを作製し、その耐力や変形特性を普通コンクリートはりのそれと比較・検討し、併せて設計上の取り扱いについて考察した結果について述べる。

2. 実験概要

本研究では表-1 に示す溶融スラグないしは砕石を用いた 2 種類のコンクリート（それぞれ、スラグコンクリートと普通コンクリートと称す）で表-2 に示す RC はりを作製した。な

お、コンクリートに使用した材料は粗骨材以外は同一で、細骨材には普通砂(表乾密度 2.64g/cm³, 吸水率 1.57%, FM 2.82)を、セメントには普通ポルトランドセメント、混和剤には AE 減水剤と、AE 助剤を使用した。コンクリートの配合条件は、いずれのコンクリートも W/C=55%, スランプ 5±1cm, 空気量 5±1%で、試練りに基づいて決定された。

示方配合を表-3 に示す。RC はり供試体に使用した主鉄筋は、SD345 の D19, ないしは D16 の異形鋼棒で、スターラップには SR245 の φ9 の普通丸鋼を使用した。

RC はりに選んだ試験要因は、主鉄筋量とせん断補強鉄筋の有無で、せん断補強をする場合にはせん断耐力が曲げ耐力を上回るように設計した。(図-1 参照)

RC はりの載荷試験は、スパン 150cm の 3 等分点載荷で行い、所定の載荷重において曲げスパン内コンクリート上縁ひずみと主鉄筋ひずみ、スパン中央たわみと支点沈下を測定した。また、主鉄筋位置での曲げひび割れ間隔とひび割れ幅を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 破壊様式：RC はりの破壊様式は、せん断補強をした場合スラグ、普通はりともに主鉄筋が降伏した後に、コンクリート上部が圧潰する曲げ引張破壊を、せん断補強しない場合には斜め引張破壊をし、コンクリートの種類の違いが破壊様式に及ぼす影響は見られなかった。

3.2 せん断および曲げ耐力：円柱供試体(φ10×20cm)によ

表-1 骨材の物理試験結果

骨材	呼び名	物性値			
		表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	F.M.	破砕値 (%)
粗骨材	砕石	2.69	0.88	6.87	11.3
	溶融スラグ	2.80	0.60	6.78	39.0

表-2 RC はりの種類

名称	コンクリートの種類	主鉄筋の種類		SD345 鉄筋の種 降伏点強度	スターラッ プの有無
		鉄筋の種	降伏点強度		
普通19-S	普通コンクリート	2D19	380.0N/mm ²	有り	
普通19-N		2D19	380.0N/mm ²	無し	
普通16-S		2D16	371.4N/mm ²	有り	
スラグ19-S	スラグコンクリート	2D19	380.0N/mm ²	有り	
スラグ19-N		2D19	380.0N/mm ²	無し	
スラグ16-S		2D16	371.4N/mm ²	有り	

表-3 示方配合

コンクリート	溶融スラグ混入率	G _{max}	W/C	s/a	W	C	S	G
スラグ	100%	20mm	55%	43	158	287	796	1117
普通	0%	20mm	55%	40	152	277	724	1152

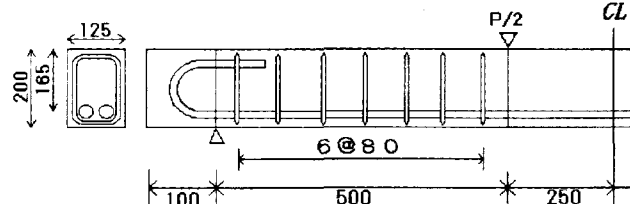


図-1 RC はり断面の詳細図

表-4 試験時のコンクリートの強度

コンクリートの種類	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
普通	39.4	3.5	30.9
スラグ	35.3	3.0	27.4

表-5 耐力の実験値と計算値

はりの種類	せん断耐力			終局曲げ耐力		
	実験値	計算値	耐力比	実験値	計算値	耐力比
普通19-S	58.80	59.20	0.99	31.85	30.26	1.05
スラグ19-S	49.00	57.07	0.86	30.63	29.61	1.03
普通16-S	52.92	52.38	1.01	23.03	21.73	1.06
スラグ16-S	51.94	50.50	1.03	22.30	21.43	1.04
普通19-N	53.90	59.20	0.91	-	-	-
スラグ19-N	50.96	57.07	0.89	-	-	-

る圧縮強度と静弾性係数はスラグコンクリートの方が若干小さいため、(表-4 参照)以下においては耐力そのものおよび耐力比で考察することにする。表-5 に、各はりに対する耐力の実験値と計算値、および耐力比を示す。なお、土木学会コンクリート標準示方書において部分安全係数を1とし、せん断耐力は、せん断補強鋼材を用いない棒部材のせん断耐力式、曲げ耐力は、等価応力ブロックの考え方をそれぞれ用いて算定した。表-5 より、せん断耐力の実験値(せん断補強筋がある場合には斜めひび割れ発生荷重)は、普通はりよりもスラグはりでやや小さいが、耐力比はほぼ同じ値を示しており、設計計算の上からは、スラグ粗骨材は RC はりのせん断耐力の低下に影響を及ぼさないといえる。一方、終局曲げ耐力は、本研究における RC はりの破壊が主鉄筋降伏先行型であることもあって、同一鉄筋量においてはスラグと普通はりは曲げ耐力、および耐力比ともに近い値を示している。

3.3 荷重～ひずみ関係：図-2 に荷重～コンクリート上縁ひずみ関係を、図-3 に荷重～鉄筋ひずみ関係を示す。主鉄筋量が同一の場合、同一荷重におけるひずみ関係はスラグはりと普通はりでほぼ等しい挙動を示しており、スラグ粗骨材が RC はりの荷重～ひずみ関係に及ぼす影響はないといえる。

3.4 荷重～スパン中央たわみ関係：図-4 に、荷重～スパン中央たわみ関係を示す。図より、主鉄筋降伏後に再度降伏点荷重に近づく近傍からの荷重降下は、スラグはりが普通はりよりも大きいという特徴があるが、主鉄筋が降伏するまではスラグと普通はりの荷重～スパン中央たわみ関係はきわめて類似していることがわかる。

3.5 曲げひび割れ性状：図-5 に、最大曲げひび割れ幅と主鉄筋ひずみとの関係を、表-6 に、ひび割れ間隔を示す。図中の計算値は、参考のために $\varepsilon'_{csd}=150 \times 10^{-6}$ とし、コンクリート標準示方書に基づいて算定したものである。表-6 より、曲げひび割れ間隔の最大値および平均値は、鉄筋量が多いほうが小さくなっていること、鉄筋量同一の場合には、スラグと普通はりで大差がなく、さらに、同一鉄筋ひずみにおける最大ひび割れ幅は、 1000×10^{-6} 程度までは、スラグと普通はりで差がないことが分かる。

4. まとめ

焼却灰溶融スラグを使用したコンクリートで作製した RC はりの耐力および変形性状は、普通はりとほぼ等しく、溶融スラグを構造用コンクリートに適用できる可能性のあることが明らかにされた。

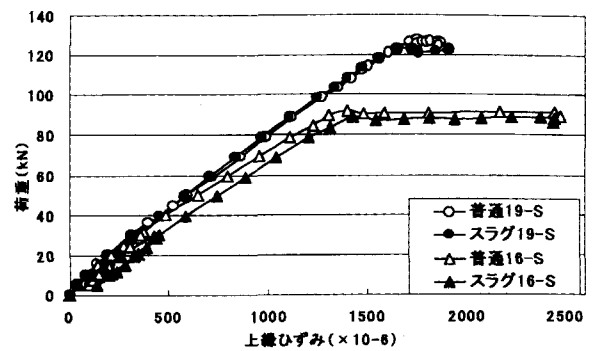


図-2 荷重～コンクリート上縁ひずみ関係

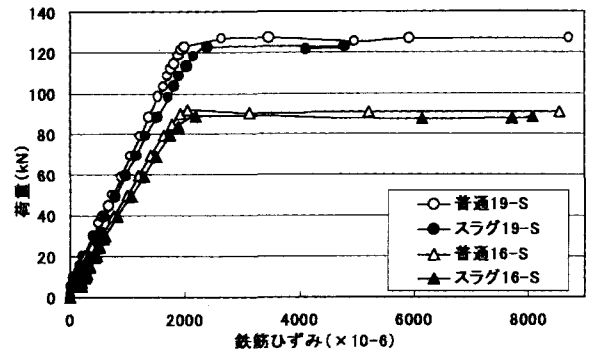


図-3 荷重～主鉄筋ひずみ関係

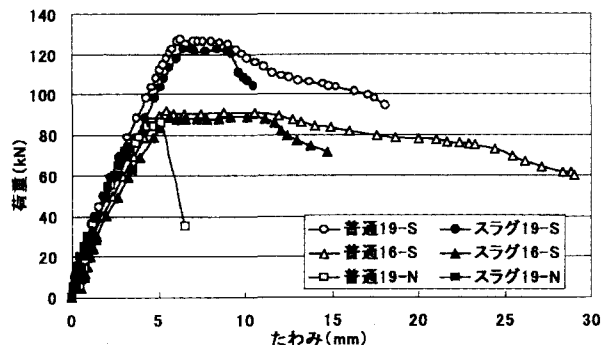


図-4 荷重～スパン中央たわみ関係

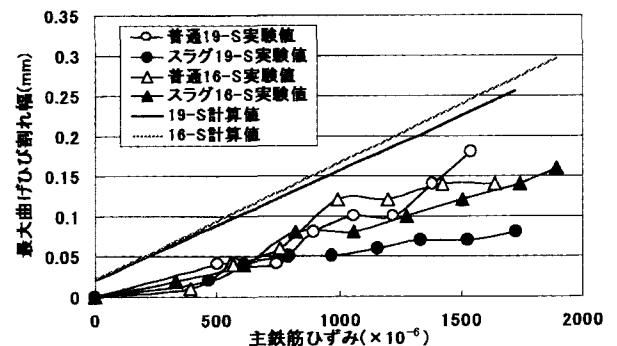


図-5 曲げひび割れ幅～主鉄筋ひずみ関係

表-6 曲げひび割れ間隔と本数

実験値	最大値	スラグ19-S	普通19-S	スラグ16-S	普通16-S
		10.5	11.8	11.8	12.3
計算値(cm)	平均値	8.8	9.1	10	9.9
		12.3	12.1	13.2	12.9