

真砂土あるいは溶融スラグを用いたRC部材の強度と変形状

鳥取大学大学院 学生会員 ○安井 睦人 鳥取大学 正会員 井上 正一
鳥取大学 正会員 黒田 保 鳥取大学 正会員 吉野 公

1. はじめに

近年、良質なコンクリート用骨材の不足とそれに伴う骨材の低品質化が大きな問題と成って入る。そのため、低品質から高品質まで種々の品質を有する骨材を合理的かつ効率的に使用することが望まれている。低品質骨材として、資源の有効利用の観点から、建設残土としての真砂土あるいは焼却灰溶融スラグの構造用コンクリート骨材への適用の可能性を検討した。すなわち、これら骨材を用いたコンクリートからRCはりを作製し、RCはりの強度、変形状を普通コンクリートはりのそれらと比較、検討した結果について述べる。

2. 実験概要

セメントには高炉セメントB種、骨材として普通コンクリートには碎石と普通砂を使用し、真砂土コンクリートには碎石と細骨材に真砂土を、スラグコンクリートは普通砂と粗骨材には溶融スラグを、それぞれ使用した。コンクリートの配合条件は、28日目強度 30 N/mm^2 、スランプは $5 \pm 1.0 \text{ cm}$ 、空気量 $5 \pm 1.0 \%$ で試し練りに基づいて決定した表-2に示す示方配合のコンクリートからRCはりを作製した。なお、使用した混和剤は普通コンクリートとスラグコンクリートではAE減水剤を、真砂土コンクリートでは高性能AE減水剤を用いた。

はりに選んだ要因は、コンクリートの種類と主鉄筋量で、スターラップはせん断耐力が曲げ耐力を上回るように設計・配置した。

はりの載荷試験は、スパン 150 cm の3等分点載荷 ($a/d = 3.03$: 図-1 参照) で行った。試験における測定項目は、はり曲げスパン内における上縁コンクリートひずみと主鉄筋ひずみ、スパン中央と載荷点たわみ、主鉄筋位置でのひび割れ幅とひび割れ間隔である。

3. 実験結果および考察

1) 破壊様式 破壊様式は、コンクリートの種類（普通、真砂土およびスラグコンクリート）、主鉄筋量の多少に関わらず、全てのはりは主鉄筋が降伏した後に曲げスパン内上部のコンクリートが圧潰する、曲げ引張破壊をした。この結果より、コンクリートの種類の相違が破壊様式に及ぼす影響は無いといえる。

表-1 骨材の物理的性質

		粗粒率 F.M	表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	洗い損失 (%)
細骨材	混合砂	2.78	2.64	2.59	1.84	3.34
	真砂土*	3.99	2.52	2.44	3.07	4.20
粗骨材	溶融スラグ	6.51	2.55	2.53	1.00	-
	碎石	6.85	2.73	2.72	0.80	-

*真砂土：東郷ダムから排出された真砂土

表-2 示方配合

コンクリートの種類	Dmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				AE減水剤 C×%	空気量 (%)
				W	C	S	G		
溶融スラグ(T)	20	50	43	159	318	780	999	C×0.25%	4.5
真砂土(M)	20	55	44	175	318	741	1025	C×0.15%	5.2
普通(N)	20	55	43	145	264	780	1138	C×0.25%	4.8

表-3 供試体の種類と試験時のコンクリートの強度

はりの名称	試験時のコンクリート強度			主鉄筋		せん断補強鉄	
	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)	As (mm^2)	fy (N/mm^2)	Aw (mm^2)	s (mm)
D19M	38.6	3.13	27.0	2D19 =573	386	127.2	100
D19T	42.3	2.57	24.3				
D19N	30.7	3.02	28.6				
D16M	40.1	3.22	29.3	2D16 =397	384	127.2	120
D16T	39.0	2.29	28.6				
D16N	34.3	2.89	31.1				
D10M	40.1	3.22	29.3	3D10 =214	408	63.3	125
D10T	34.7	1.85	25.2				
D10N	41.0	3.40	32.6				

凡例：D16N, D16：主鉄筋径 N, M, T：コンクリートの種類

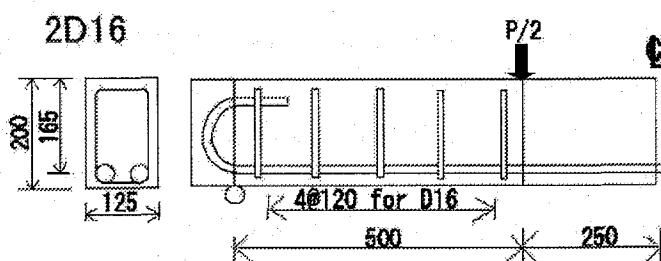


図-1 はりの断面図

表-4 はりの耐力

はりの種類	曲げひび割れ耐力 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)				終局曲げ耐力 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)			
	f_{bck}	実験値	計算値	耐力比	実験値	計算値	耐力比	
D19M	5.60	6.13	6.10	1.00	31.4	30.5	1.03	
D19T	4.60	5.39	5.13	1.05	31.3	31.1	1.01	
D19N	4.32	5.24	4.83	1.08	31.4	28.7	1.09	
D16M	5.76	5.88	5.77	1.02	23.9	22.4	1.07	
D16T	4.10	4.90	4.12	1.19	24.5	22.4	1.10	
D16N	5.17	5.88	5.13	1.15	24.3	22.4	1.08	
D10M	5.76	5.39	5.33	1.01	14.8	13.5	1.10	
D10T	3.31	4.09	3.06	1.34	14.4	13.4	1.08	
D10N	6.86	5.64	5.57	1.01	13.7	13.5	1.01	

f_{bck} : 曲げひび割れ強度

2) 曲げひび割れと終局曲げ耐力 はりの載荷試験時(材齢90日以上)における使用材料の強度を表-3に、RCはりの耐力を表-4に示す。表中の耐力比は実験値と計算値の比で、曲げひび割れ耐力の計算値は、RCはり下縁の引張応力が曲げひび割れ強度 f_{bck} に達した時の耐力として算定した。また、終局曲げ耐力の計算値は、部材安全係数を全て1とし、土木学会における等価応力ブロックの考え方に基き算定したものである。表より、主鉄筋量が同一のRCはりの曲げひび割れ耐力比および終局耐力比は、ほぼ等しい値を示し、コンクリートの種類の違いが耐力に及ぼす影響は無いといえる。また、いずれの耐力比も1.0に近いことから、コンクリートの種類に関係なく、普通コンクリートはりと同様に、これらの耐力は土木学会の考え方によって精度よく算定できるといえる。

3) 荷重～ひずみ関係 (図-2、図-3) 載荷初期から最大荷重前後までの荷重～ひずみ関係を図-2、3に示す。主鉄筋量が同一の場合の荷重～コンクリート上縁ひずみ関係、および荷重～鉄筋ひずみ関係は、コンクリートの種類の相違によらずほぼ一致しており、コンクリートの種類の相違が荷重～ひずみ関係におよぼす影響はほとんど無いといえる。

4) 荷重～たわみ関係 (図-4)

主鉄筋量が同一の場合各はりの荷重～スパン中央たわみ関係は、主鉄筋にコンクリートの種類によらず載荷初期から最大荷重に至るまで類似の挙動を示していることがわかる。しかし、降伏点荷重を越えた後に再び降伏点荷重に達するときのたわみ(終局たわみ: 表中の δ_u) は、主鉄筋にD10を用いた真砂土、スラグコンクリートはりで普通コンクリートのそれよりもやや小さくなっており、これらのコンクリートでは、大変形時における変形性能が普通コンクリートのそれよりやや劣る可能性があることがうかがわれる。

6) ひび割れ性状 (図-6)

図-6は、最大曲げひび割れ幅を示したもので、図中の計算値は、土木学会コンクリート標準示方書において $\varepsilon'_{\text{csd}}=0$ として算定したものである。この図さらには最大と平均のひび割れ間隔においてもコンクリートの種類による差が無かったことより、主鉄筋量が同一のはりにおいては、コンクリートの種類の違いがひび割れ性状に及ぼす影響は無いといえる。

4. まとめ

ひび割れや曲げ耐力および最大荷重にいたるまでの変形性状、ひび割れ挙動の観点より、真砂土および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示された。しかし、真砂土や溶融スラグを骨材に用いたコンクリートはりでは、大変形時に対する荷重保持性能が普通コンクリートはりよりも劣る可能性もあり、この点については今後検討する予定である。

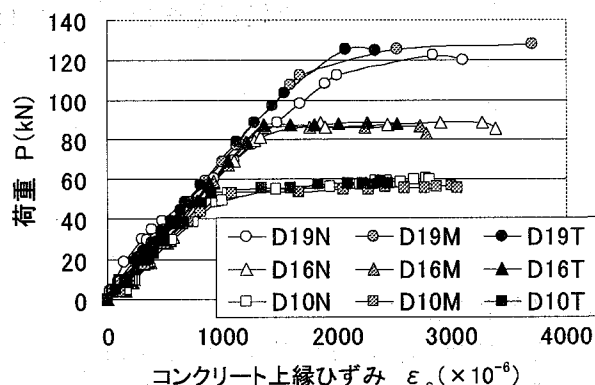


図-2 荷重～上縁ひずみ関係

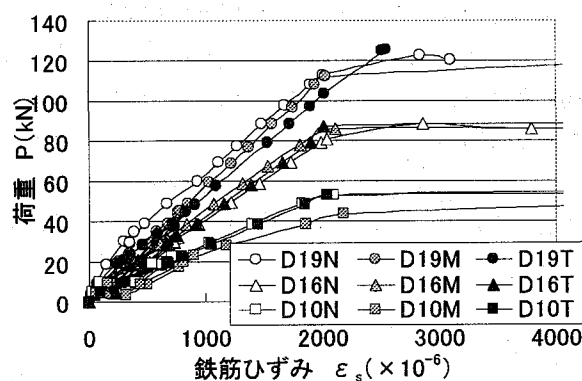


図-3 荷重～鉄筋ひずみ関係

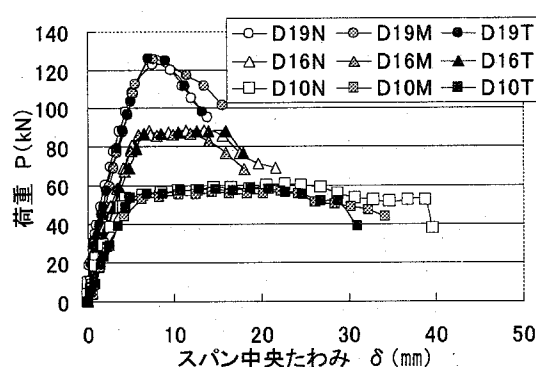


図-4 荷重～たわみ関係

表-5 終局たわみ

はりの種類	δ_u
D19M	10.67
D19T	9.89
D19N	10.26
D16M	14.02
D16T	15.90
D16N	15.54
D10M	25.24
D10T	23.68
D10N	27.79

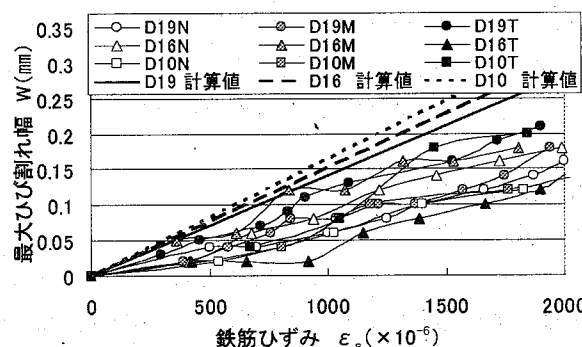


図-6 最大ひび割れ幅～鉄筋ひずみ関係