

真砂土を用いた RC 部材の強度と変形性状

鳥取大学大学院 学生会員 ○野依 康平 大成建設(株) 正会員 山口 善久
鳥取大学 正会員 井上 正一 鳥取大学 正会員 黒田 保
(財)鳥取県建設技術センター 賛助会員 松井 信作

1. はじめに

近年、骨材資源の枯渇化が深刻化しており、将来にわたってコンクリートを安定供給していくためには骨材をいかに確保するかということが緊急課題となってきた。本研究では、細骨材として真砂土を用いたコンクリート構造物への適用の可能性を探るために、品質の異なる2種類の真砂土を用いて RC はりを作製し、強度、変形性状を通常のコンクリートはりのそれと比較、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、粗骨材には碎石を用い、細骨材には、鳥取県内15ヶ所から採取した真砂土の中から、洗い損失と強熱減量の多少に着目して、品質の異なる2種類の真砂土(高品質:MH,低品質:ML,表-1参照),および普通砂を用いて表-2に示す示方配合のコンクリートにて RC はりを作製した。コンクリートの配合条件は、28日目強度 30 N/mm^2 で、スランプ $5 \pm 1.0 \text{ cm}$,空気量 $5 \pm 1.0 \%$ である。はり供試体に選んだ試験要因は、真砂土の品質を含めた細骨材の種類、主鉄筋量およびせん断補強鉄筋の有無で、せん断補強を施す場合にはせん断耐力が曲げ耐力を上回るように $\phi 9$ の鉛直スターラップを配置した。スターラップ間隔は、D13, 16, 19に対して、 $S=15, 12, 10 \text{ cm}$ 間隔である。はりの載荷はスパン 150 cm の3等分点載荷($a/d=3.03$:図-1参照)で行い、測定項目は、はり曲げスパンの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

RC はりの破壊様式は、普通、真砂土コンクリートとも、せん断補強鉄筋を配置した場合には、主鉄筋が降伏した後に、曲げスパン内のコンクリートが圧潰する曲げ引張破壊を、せん断補強鉄筋の無い場合には、

表-1 骨材の物理的性質

		粗粒率	表乾密度	絶乾密度	吸水率	洗い損失	強熱減量
		F.M.	(g/cm^3)	(g/cm^3)	(%)	(%)	(%)
碎石		6.67	2.69	2.67	0.88	—	—
真砂土	MH	3.99	2.52	2.44	3.07	4.2	1.67
	ML	3.15	2.51	2.45	2.26	11.2	2.71
普通砂		N	2.81	2.64	2.60	1.57	—
JIS規格		—	—	2.5以上	3.0以下	7.0以下	—

表-2 示方配合

コンクリートの種類	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				AE減水剤	AE助剤	
		W	C	S	G	(%) *	(%) *	
普通	N	55	145	264	796	1120	0.25	0.015
真砂土	MH	55	175	318	729	995	0.20	0.011
	ML	55	175	318	599	1137	1.50	0.018

* 混和剤の使用量=セメント量 $C \times \%$

表-3 供試体の種類と試験時のコンクリート強度

はりの名称	主鉄筋		はり載荷試験時のコンクリート強度		
	As	f _y	圧縮強度	引張強度	弾性係数
	(mm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(kN/mm^2)
普通	N13-S	2D13=253	400		
	N16-S	2D16=397	390		
	N19-S	2D19=573	389	36.4	3.28
	N16-N	2D16=397	390		
	N19-N	2D19=573	389		
真砂土	MH13-S	2D13=253	400		
	MH16-S	2D16=397	390		
	MH19-S	2D19=573	389	36.8	3.06
	MH16-N	2D16=397	390		
	MH19-N	2D19=573	389		
土	ML13-S	2D13=253	400		
	ML16-S	2D16=397	390		
	ML19-S	2D19=573	389	36.5	3.36
	ML16-N	2D16=397	390		
	ML19-N	2D19=573	389		

凡例: N13-S, 13:主鉄筋量(2D13), スターラップ有り(-S), 無し(-N)

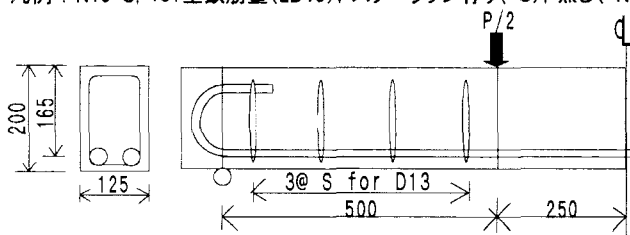


図-1 はりの断面図

表-4 はりの耐力

はりの種類	せん断耐力(kN)			終局曲げ耐力(kN・m)			破壊様式
	実験値	計算値	耐力比	実験値	計算値	耐力比	
N13-S	21.1	22.0	0.96	15.9	15.4	1.03	曲げ破壊
MH13-S	22.1	22.0	1.00	15.5	15.4	1.01	
ML13-S	21.1	22.0	0.96	15.5	15.4	1.01	
N16-S	27.4	25.5	1.07	22.7	22.5	1.01	
MH16-S	27.4	25.6	1.07	22.4	22.5	1.00	
ML16-S	23.0	25.5	0.90	22.5	22.5	1.00	
N19-S	33.3	28.8	1.16	31.0	30.4	1.02	
MH19-S	30.4	28.9	1.05	31.1	30.4	1.02	
ML19-S	33.3	28.9	1.15	30.0	30.4	0.99	
N16-N	36.3	25.5	1.42				せん断破壊
MH16-N	30.4	25.6	1.19				
ML16-N	31.9	25.5	1.25				
N19-N	39.2	28.8	1.36				
MH19-N	35.3	28.9	1.22				
ML19-N	40.2	28.9	1.39				

斜めひび割れの進展による斜め引張破壊を呈し、細骨材の種類や真砂土の品質の違いは破壊様式に影響を及ぼさなかった。

2) 終局耐力

使用材料の強度を表-3 に、RC はりの終局耐力を表-4 に示す。表中の耐力比は実験値と計算値の比で、せん断耐力(せん断補強鉄筋がある場合は斜めひび割れ発生荷重)および終局耐力の計算値は、部分安全係数を全て 1 とし土木学会コンクリート標準示方書に基づき算定したものである。表より、主鉄筋量が同一の RC はりの終局耐力はほぼ等しい値を示しており、細骨材の相違は RC はりの終局耐力に影響を及ぼさないといえる。

3) 荷重～ひずみ関係 (図-2, 図-3)

同一主鉄筋量ごとの、荷重～コンクリート上縁ひずみ関係、荷重～鉄筋ひずみ関係は、載荷初期から破壊近傍までほぼ一致しており、細骨材の種類や真砂土の品質の違いが荷重～ひずみ関係に及ぼす影響はない。

4) 荷重～スパン中央たわみ関係 (図-4)

同一主鉄筋量ごとの、荷重～スパン中央たわみ関係は、主鉄筋が降伏するまでは、いずれの RC はりもほぼ等しい挙動を示し、主鉄筋降伏後、真砂土を用いた RC はりの荷重低下は、普通砂を用いた RC はりのそれに比べ、やや大きくなっている。

5) モーメント～曲率関係 (図-5)

同一主鉄筋量ごとの、モーメント～曲率関係は、主鉄筋が降伏するまでは、いずれの RC はりもほぼ等しい挙動を示し、主鉄筋降伏後、真砂土を用いた RC はりは、普通砂を用いた RC はりに比べモーメントの低下がやや大きくなっている。

6) 曲げひび割れ性状

図-6 は、最大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 $\epsilon'_{csd} = 0$ として算定したものである。同一鉄筋ひずみにおける最大ひび割れ幅は、主鉄筋量が同一のはりでは真砂土と普通コンクリートはりでほぼ等しい値となっていることが分かる。

4. まとめ

真砂土を細骨材に用いた RC はりの強度と変形状は、普通砂を用いた RC はりのそれと同等であることが明らかになった。このことは、真砂土を細骨材として用いた RC 部材の設計においても、現行のコンクリート標準示方書に基づいて構造設計ができる可能性があるといえる。

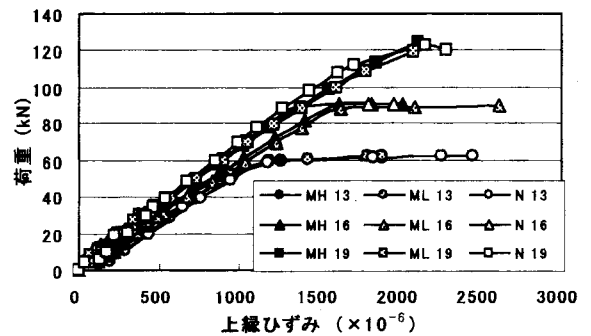


図-2 荷重～上縁ひずみ関係

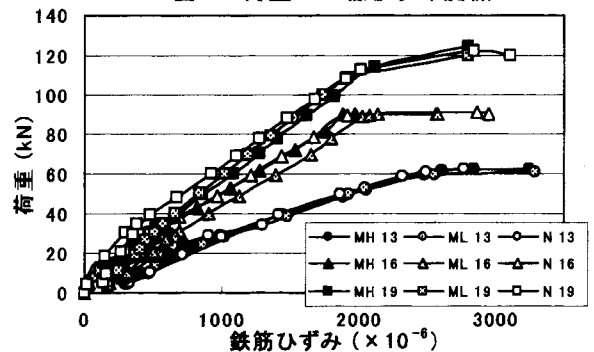


図-3 荷重～鉄筋ひずみ関係

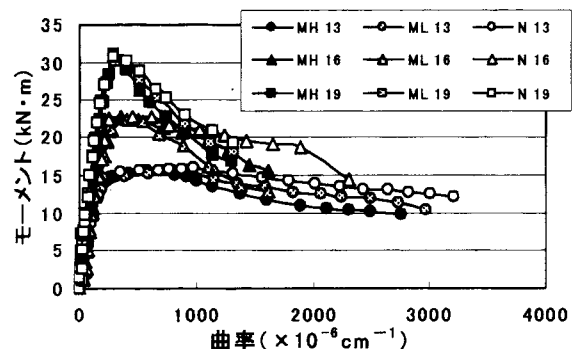


図-4 モーメント～曲率関係

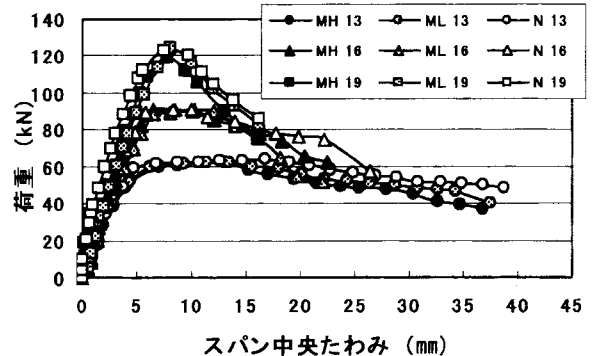


図-5 荷重～スパン中央たわみ関係

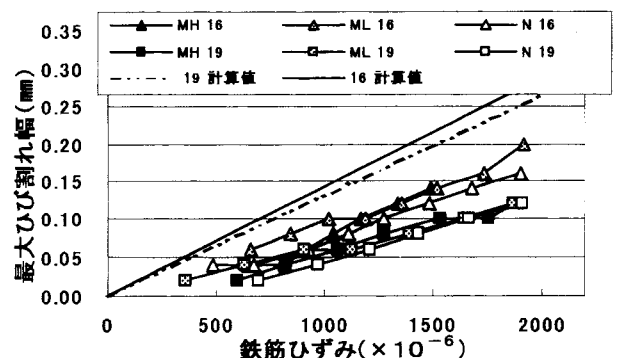


図-6 最大ひび割れ幅～鉄筋ひずみ関係