

真砂を用いたコンクリートのRC部材の静的および疲労性状

鳥取大学大学院 学生会員 ○野依 康平 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
 鳥取大学大学院 学生会員 山口 善久

1. はじめに

近年骨材資源の枯渇が問題化しており、将来に渡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の課題となってきた。本研究では、中国地方に大量に埋蔵する真砂土を細骨材として用いた真砂土コンクリートの構造物への適用の可能性を探るために、品質の異なる2種類の真砂土でRCはりを作製し、その耐力、変形、疲労性状について通常のコンクリートはりと比較・検討した結果について述べる。

2. 実験概要

鳥取県内15ヶ所から採取した真砂土の中から2種類の真砂土（高品質：MH，低品質：ML；表-1 参照）を細骨材として用いた真砂土コンクリート，砂を用いた普通コンクリートでRCはりを作製した。（表-2 参照）セメントには高炉セメントB種，粗骨材には砕石を用いた。コンクリートの配合条件は，28日目標強度30 N/mm²，スランプ5±1.5 cm，空気量5±1.5 %で，その示方配合を表-3に示す。なお，真砂土コンクリートのスランプは，遅延型の高性能AE減水剤量で調整した。はり供試体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，有の場合にはせん断耐力が曲げ耐力を上回るようにスターラップを配置した。はりの荷重はスパン150 cmの3等分点荷重（a/d=3.03：図-1 参照）で行った。なお，疲労試験は繰返し荷重速度3 Hz，下限荷重は各はりの静的終局耐力の実験値（ P_u ）の10 %と一定とし，上限荷重を P_u の60～80 %の間で3水準設定した。測定項目は，はり曲げスパンのコンクリートひずみと主鉄筋ひずみ，スパン中央と荷重点たわみ，支点沈下，主鉄筋位置でのひび割れ幅とひびわれ間隔である。

3. 実験結果及び考察

1) 破壊様式（表-4 参照）：静的試験における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曲げ引張破壊を，せん断補強鉄筋を配置しない場合には斜め引張破壊をし，破壊様式に及ぼすコンクリートの種類の相違の影響はなかった。

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
		F.M.	(g/cm^3)	(g/cm^3)	(%)	(%)
砕石		6.67	2.69	2.67	0.88	—
真砂土	MH	3.99	2.52	2.44	3.07	4.2
	ML	3.15	2.51	2.45	2.26	11.2
砂		2.81	2.64	2.67	0.88	—

表-2 供試体の種類と試験時のコンクリート強度

試験の種類	はりの名称		主鉄筋		スターラップの有無	試験時のコンクリート強度		
			As (mm ²)	fy (N/mm ²)		圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
静的試験	普通	N13-S	253	392	有	30.7	3.02	28.6
		N16-S	397	371				
		N19-S	573	380				
		N19-N						
	真砂土	MH13-S	253	392	有	33.2	3.16	26.2
		MH16-S	397	371				
		MH19-S	573	380	有	329.9	3.31	25.1
		MH19-N						
		ML16-S	397	371	有	329.9	3.31	25.1
		ML19-S	573	380				
疲労試験	普通	N19-S	573	380	有	33.8	3.63	29.9
	真砂土	MH19-S				32.4	3.04	26.2

表-3 示方配合

コンクリートの種類		W/C	単位量 (kg/m ³)			
		(%)	W	C	S	G
普通	N	55	147	267	793	1116
真砂土	MH	55	175	318	729	995
	ML	55	175	318	599	1128

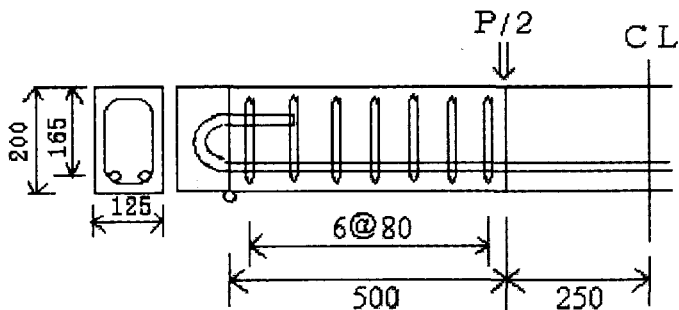


図-1 はりの断面

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	22.5	22.3	1.01	18.2	15.2	1.20	曲げ
MH13-S	20.6	21.3	0.97	16.8	15.0	1.12	
N16-S	29.4	24.1	1.22	23.7	21.0	1.13	
MH16-S	26.5	24.7	1.07	22.1	21.2	1.04	
ML16-S	27.0	24.7	1.09	22.3	21.2	1.05	
N19-S	29.4	27.2	1.08	31.4	28.7	1.09	
MH19-S	31.4	28.0	1.12	29.9	29.2	1.02	
ML19-S	29.4	27.9	1.05	30.4	29.2	1.04	
N19-N	40.1	27.2	1.47	—	—	—	せん断
MH19-N	35.8	28.0	1.28				
ML19-N	34.3	27.9	1.23				

2) 耐力：使用材料の強度を表-2 に、RC はりの耐力を表-4 に示す。表中の耐力比とは実験値と計算値との比で、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）および終局曲げ耐力の計算値は、部分安全係数を 1 として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。真砂土コンクリートはりの耐力比は、普通コンクリートはりよりもやや小さく、せん断においてその傾向は大きい。MH13-S を除き耐力比は 1 以上を確保していること、MH と ML はりの比較より真砂土の品質は耐力に影響を及ぼさないことがわかる。

3) 荷重～ひずみ関係：実験における、荷重～コンクリート上縁ひずみ関係を図-2 に示す。いずれのコンクリートで作製したはりも同一鉄筋量におけるプロット点はほぼ一致しており、コンクリートの種類が荷重～ひずみ関係に及ぼす影響はほとんどないといえる。

4) 荷重～スパン中央たわみ関係（ $P-\delta$ 関係：図-3 参照）：いずれのはりにおける $P-\delta$ 関係も、主鉄筋が降伏するまではほぼ直線状に、主鉄筋降伏後はたわみのみが増加する挙動を示し、主鉄筋量が同一の場合においては真砂土と普通コンクリートはりの $P-\delta$ 関係に差異はないといえる。

5) ひび割れ性状：最大ひび割れ幅と鉄筋ひずみとの関係（図-4 参照）において、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。同一主鉄筋ひずみにおける最大ひび割れ幅は、真砂土コンクリートが普通コンクリートよりやや大きくなったが、ひび割れ間隔の最大値と平均値、ひび割れ本数については真砂土と普通コンクリートとで差異がなかった。この矛盾点については今後検討していきたいと思う。

6) 疲労特性：疲労試験を行った普通、真砂土（MH）コンクリートはりともに、上限荷重比 $p_s = 70, 80\%$ で曲げスパン内の主鉄筋の疲労破断によって破壊し、 $p_s = 60\%$ では載荷回数 200 万回で破壊しなかった。図-5 より、上限荷重 P_{max} - N 関係は両コンクリートはりで差異はなく、また、図-6 から載荷回数の増加に伴うスパン中央たわみの増加も両コンクリートで差異はないといえる。

4. まとめ

真砂土コンクリートはりの耐力、変形、疲労性状は普通コンクリートはりとはほぼ同一で、真砂土を細骨材として用いても現行のコンクリート標準示方書に基づいて構造物が設計できる可能性があるといえる。

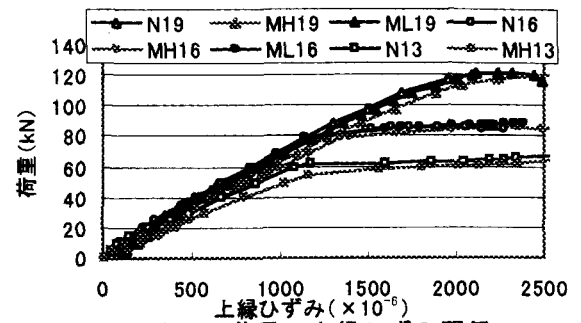


図-2 荷重～上縁ひずみ関係

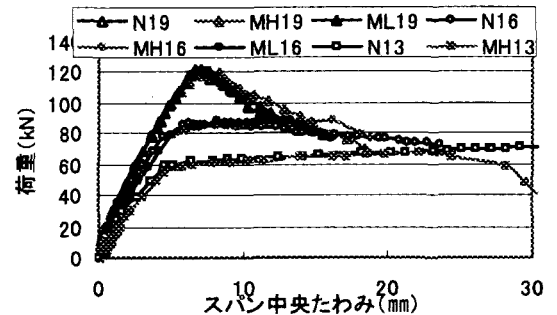


図-3 荷重～スパン中央たわみ関係

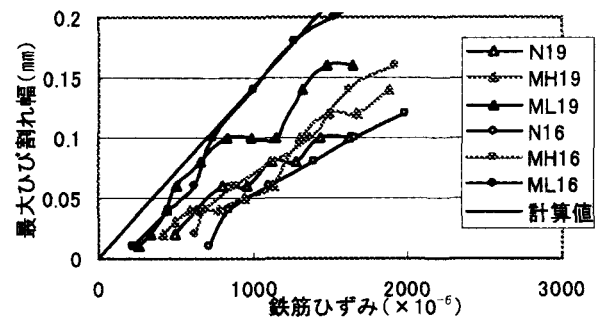


図-4 最大ひび割れ幅～鉄筋ひずみ関係

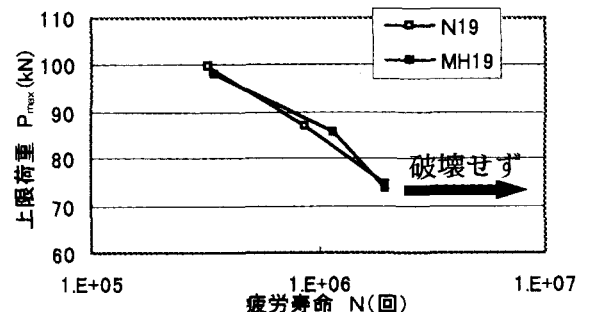


図-5 上限荷重～疲労寿命関係

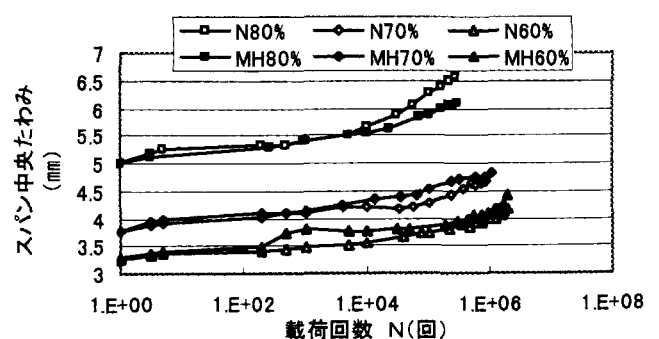


図-6 スパン中央たわみ～載荷回数関係