

走行荷重を受けるRCはりの限界状態設計法

日本大学 学生員 ○水口和彦 日本大学 正会員 木田哲量
日本大学 正会員 阿部 忠 日本大学 正会員 澤野利章

1. はじめに

本研究では、同一支間長を有するはり部材3種類用いて、①静荷重による曲げ試験②走行荷重による曲げ試験を行い、走行荷重がRCはりに及ぼす影響を耐荷力で評価する。さらに、限界状態設計法における終局曲げ耐力に対する理論式の適合性について検討する。

2. 供試体材料および寸法

(1) 使用材料

供試体のコンクリートには、普通ポルトランドセメントと最大寸法20mmの粗骨材(密度2.63g/cm³)を使用した。また、鉄筋はSD295A, D16を使用した。コンクリートの圧縮強度および鉄筋の降伏・引張強度を表-1に示す。

表-1 材料試験結果

供試体	コンクリート 圧縮強度 N/mm ²	鉄筋 (SD295, D16)		
		降伏点 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 k N/mm ²
Aタイプ	38.5	368	568	195.5
Bタイプ	41.5			
Cタイプ	30.0	374	544	200

(2) 供試体寸法および鉄筋の配置

走行荷重がはりの曲げ耐力に及ぼす影響を評価することから、供試体は3タイプ用いるものとする。各供試体の寸法および鉄筋の配置を図-1に示す。

3. 実験方法

3.1 静荷重による曲げ試験(供試体: MS)

静荷重による曲げ試験は、最大曲げ応力が生じる支間中央に車輪を停止した状態での曲げ試験とする。荷重は0kNから5.0kNずつ供試体が破壊するまで増加させる。

3.2 走行荷重による曲げ試験(供試体: MM)

走行荷重による曲げ試験は、荷重が供試体上を一往復走行した後に支間中央で車輪を停止させた状態での曲げ試験である。荷重は車輪を支間中央に静的に載荷させ、支間中央を起点に左右100cmを18sec(平均走行速度22cm/sec)で走行させる。荷重の大きさは1走行ごとに5.0kNずつ増加させるものとし、供試体が破壊するまで荷重の増加と走行を繰り返す。

4. 限界状態設計法における終局曲げ耐力

本実験における支間中央の圧縮鉄筋および引張鉄筋の荷重とひずみの関係を見ると、破壊時における引張鉄筋は降伏するが、圧縮鉄筋は降伏していない。したがって、限界状態設計法における終局曲げ耐力 M_u は式(1)として与えられる。また、耐荷力 P_u は式(2)より導いた。

$$M_u = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot \sigma_s \cdot (d' - a/2) \quad , \quad \sigma_s = E_s \cdot (d' - x) \cdot \epsilon_{cu}' / x \quad (1)$$

$$P_u = 4M_u / (L \cdot \gamma_b) \quad (2)$$

ここで、 M_u : 終局曲げ耐力、 P_u : 耐荷力、 L : 支間、 A_s : 引張鉄筋断面積、 A_s' : 圧縮鉄筋断面積、 f_{yd} : 鉄筋の降伏強度、 E_s : 鉄筋のヤング係数、 ϵ_{cu}' : コンクリートの終局ひずみ(=0.0035)、 d : 有効高さ、 d' : 圧縮縁から圧縮鉄筋の図心までの距離、 x : 中立軸の位置、 a : 等価応力ブロックの高さ

キーワード: 走行荷重, RCはり, 曲げ耐力, 限界状態設計法

連絡先: 〒275-8575 習志野市泉町1-2-1 TEL 047(474)2459 FAX 047(474)2459

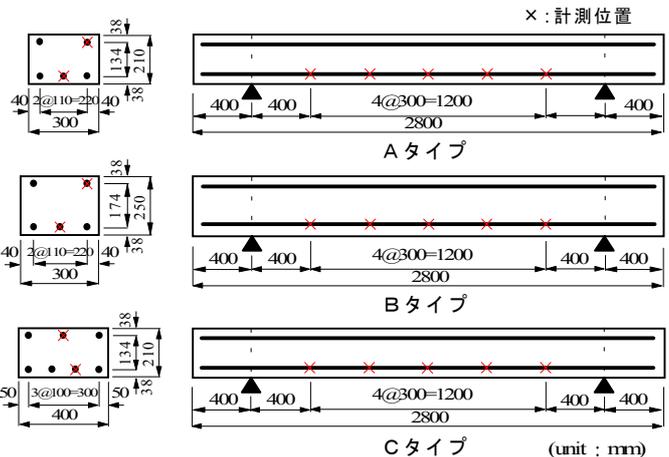


図-1 供試体寸法および鉄筋配置

表-2 耐力

供試体	実験最大耐力 (kN)	MM/MS (平均値)	鉄筋の降伏強度 (N/mm ²)	鉄筋の弾性係数 (N/mm ²)	理論曲げ耐力(kN)				鉄筋の引張強度 (N/mm ²)	破壊時の鉄筋強度 (N/mm ²)	鉄筋強度引張強度
					$\gamma_c=1.30$ $\gamma_b=1.15$	実験値 理論値	$\gamma_c=1.0$ $\gamma_b=1.0$	実験値 理論値			
MSA-1	80.9	—	368	195.5	60.2	1.34	71.7	1.13	568	420	0.74
MSA-2	85.1					1.41		1.19		449	0.79
MSA-3	80.4					1.34		1.12		420	0.73
MMA-1	68.9	0.84				1.14		0.96		346	0.61
MMA-2	69.6					1.16		0.97		352	0.62
MMA-3	67.5					1.12		0.94		341	0.60
MSB-1	105.6	—			76.0	90.1	1.39	1.17		439	0.77
MSB-2	100.1						1.32	1.11		415	0.73
MSB-3	105.2						1.38	1.17		439	0.77
MMB-1	84.6	0.84					1.11	0.94		341	0.60
MMB-2	89.8						1.18	1.00		364	0.64
MMB-3	85.7						1.13	0.95		346	0.61
MSC-1	105.4	—	374	200.0	78.8	93.5	544	1.34	1.13	424	0.78
MSC-2	104.2							1.32	1.11	419	0.77
MSC-3	109.3							1.39	1.17	441	0.81
MMC-1	88.5	0.85						1.12	0.95	348	0.64
MMC-2	89.2							1.13	0.95	348	0.64
MMC-3	94.1							1.19	1.01	375	0.69

5. 結果および考察

5.1 実験および理論耐力

実験より得られた耐力と限界状態設計法における理論耐力を表-2に示す。限界状態設計法における理論耐力は、コンクリートの材料係数 γ_c と部材係数 γ_b を変えた場合について示した。

$\gamma_c=1.3$ と $\gamma_b=1.15$ を適用した場合は、理論耐力に対し静荷重の場合 1.32~1.41 倍であり、走行荷重の場合は 1.11~1.19 倍で安全側となった。次に、 $\gamma_c=1.0$ と $\gamma_b=1.0$ では、理論耐力に対し静荷重の場合は 1.11~1.19 倍と安全側になるが、走行荷重の場合は 0.94~1.01 となり理論耐力が危険側となった。

5.2 静荷重の場合の実験終局曲げ耐力

コンクリート標準示方書・設計編における限界状態設計法の終局曲げ耐力の算出では、鉄筋の降伏強度を用いることを原則としている。しかし、本実験では破壊時の鉄筋強度が降伏強度以上となっており、理論値と実験値に差が生じた。よって、本実験の終局曲げ耐力 M_U の算出には表-2に示す供試体破壊時の鉄筋強度と引張鉄筋の比のうちで最も危険側にある 0.73 を適用するならば、式(1)は式(3)として与えられる。

$$M_{us} = A_s \cdot (f_y \cdot 0.73) \cdot (d-a/2) + A_s' \cdot \sigma_s \cdot (d'-a/2) \quad (3)$$

表-3 実験値および耐力

5.3 走行荷重の場合の実験終局曲げ耐力

走行荷重が作用した場合の実験値は危険側となっていることから式(1)および式(3)を適用することは不都合であると考えられる。そこで、静荷重に対する走行荷重の耐力比(=MM/MS)は A, B タイプともに 0.84, C タイプで 0.85 となり、走行荷重の曲げ耐力が 15~16%低下していることから、この低下率を荷重修正係数として式(3)に乗じることとする。したがって、走行荷重による終局曲げ耐力 M_{um} は荷重修正係数(=0.84)を適用することにより式(4)として与えられる。

$$M_{um} = M_{us} \cdot 0.84 \quad (4)$$

5.4 実験終局曲げ耐力に対する評価

式(3),(4)より得た終局曲げ耐力を式(2)に適用した場合の耐力を表-3に示す。同表の値を用いて実験値との比較を行うと、各タイプともに実験値と理論値が近似した結果を得た。さらに、走行荷重が作用する場合の耐力は、実験値が理論値の 1.00~1.07 倍となり、安全側となった。

参考文献) 阿部忠ほか：走行荷重および変動荷重が作用する RC はりの耐力と動的影響, 構造工学論文集, pp313~320, 2001.3

供試体	耐力 (kN)		実験値 理論値
	実験値	理論値	
MSA-1	80.9	80.21	1.01
MSA-2	85.1		1.06
MSA-3	80.4		1.00
MMA-1	68.9	67.22	1.02
MMA-2	69.6		1.04
MMA-3	67.5		1.00
MSB-1	105.6	99.96	1.06
MSB-2	100.1		1.00
MSB-3	105.2		1.05
MMB-1	84.6	83.97	1.01
MMB-2	89.8		1.07
MMB-3	85.7		1.02
MSC-1	105.4	99.96	1.07
MSC-2	104.2		1.06
MSC-3	109.3		1.11
MMC-1	88.5	83.97	1.05
MMC-2	89.2		1.06
MMC-3	94.1		1.13