

B-31

RC 骨組の地震時と地震終了時における長期荷重による梁の曲げ性状に関する解析的研究
その2 解析結果の検討

Analytical Study on Flexural Behavior of Beams in Reinforced Concrete Frames Subjected to Vertical Load
Part 2 Discussion of Analytical Results

○姜建毅¹, 菱田優介², 福井剛³, 浜原正行³

*Jianyi Jiang¹, Yusuke Hishida², Tsuyoshi Fukui³, Masayuki Hamahara³

Abstract : This paper discussed the analytical results obtained from the parametric study. On the basis of the discussions, equations for predicting bending moment at residual displacement were proposed.

1. はじめに

本報告は前報その1で述べたシリーズI, IIの骨組の解析結果を示し, その考察と検討を行う。

2. 解析結果および考察

2.1 シリーズI

Table 1は, 梁降伏型骨組の層せん断力 Q_b -スパン中央(節点4)のモーメント M_c 関係, ピーク部材角 R_p -梁中央(節点4), 両側載荷点位置(節点3, 5)のたわみ δ 関係, ピーク部材角 R_p -残留変形時における梁中央(節点4), 両側載荷点位置(節点3, 5)の曲げモーメント M_r 関係の典型例を示したものである。これらの図より以下のことが指摘できる。

- 1) 降伏ヒンが梁両端に発生した骨組は, 降伏以降においては M_c が M_o 保持し, δ は定常状態となっている。これらの骨組のうち, $M_u/M_o = 6.88$ の骨組では, 節点3, 5の残留変形時の曲げモーメントが M_o を超えている。
- 2) スパン内に降伏ヒンジが発生した骨組の M_c は, M_o に達することはなく, せん断力の変化に伴って変動

している。また, この骨組は δ は R_p の上昇に伴って増加が持続し, 定常状態になっていない。

2.2 シリーズII

Table 2は, 柱降伏型骨組についてTable 1と同じ諸項目の関係を示したものである。これらの図より以下のことが指摘できる。

- 1) いずれの骨組も降伏以降 M_c は残留変形時も含めて M_o 保持しており, δ は定常状態となっている。
- 2) 残留変形時の曲げモーメントはスパン中央以外の部位(節点3, 5)は M_o 以下となっている。

3. 残留変形時における梁の曲げモーメント分布

Table 3は, Table 1, Table 2に示した骨組についてピーク部材角2%経過後の残留変形時における梁曲げモーメント分布を示したものである。図中赤い破線は M_o を示している。これらの図より以下のことが指摘できる。

Table 1 Bending Moment and Vertical Displacement of Series I ($d_b=700\text{mm}, L_x=10d_b, L_y=0.75L_x$)

ヒンジ	諸要因	$Q_b - M_c$ 関係	$R_p - \delta$ 関係	$R_p - M_r$ 関係	
梁両端	m_u	0.075			
	M_u/M_o	3.44			
	Q_u/Q_o	2.02			
	m_u	0.15			
	M_u/M_o	6.88			
	Q_u/Q_o	4.09			
スパン内	m_u	0.05			
	M_u/M_o	1.39			
	Q_u/Q_o	0.85			

1) この表に示した曲げモーメント分布は **table 1, table 2** の R_p - M_r 関係によく対応しており, $M_u/M_o = 6.88$ の骨組は節点 3 のモーメントが M_o を超えている.

2) 梁端部の曲げモーメントについては, 同じ梁部材と同荷重条件の下で, 梁降伏型であるシリーズ I より柱降伏型のシリーズ II の方が相対的小さい.

4. 残留変形時の梁の正側最大モーメント

2 節, 3 節の検討では, 両端にヒンジが生じる梁の残留変形時における正側曲げモーメントは, ピーク部材角 1~2% 経過後定常状態になること, スパン中央では M_o に等しいこと, 節点 3, または節点 5 では M_o を上回るケースがあることを示した. このことから, 骨組の経験最大層間変形角を考慮した長期設計用正側曲げモーメント M_D は下式で与えればよいことが分かる.

$$M_D = \max(M_o, M_{3(s)}) \dots\dots\dots(1)$$

Fig. 1(a), (b) は, それぞれシリーズ I, II の全データより梁スパン内にヒンジが形成された骨組を除いたデータについて M_u とピーク部材角 2% 経過後 M_3 を M_o で無次元化したものの相関性を示したものである. 図より M_u/M_o と M_3/M_o の間には高い相関性があることが分かる. これらの関係を最小二乗法によって近似すると **(2) 式** と **(3) 式** のようになる.

梁降伏型: $M_{b3} = 0.09M_u + 0.51M_o \dots\dots\dots(2)$

柱降伏型: $M_{c3} = 0.05M_u + 0.62M_o \dots\dots\dots(3)$

ここに, M_u = 梁の降伏モーメント

M_o = 単純梁のスパン中央モーメント

図中の赤い直線は上記の式を表したものである.

5. まとめ

本報告では前報その 1 で述べたシリーズ I, II における骨組の梁の地震時および残留変形時の曲げモーメント分布と残留変形時のたわみ分布を解析的に明らかにした. また, 残留変形時のスパン中央以外に M_o を超えてしまう可能性に対する設計用正側最大曲げモーメントの推定式を提案した.

Table 3 Bending Moment Distribution at Residual Displacement

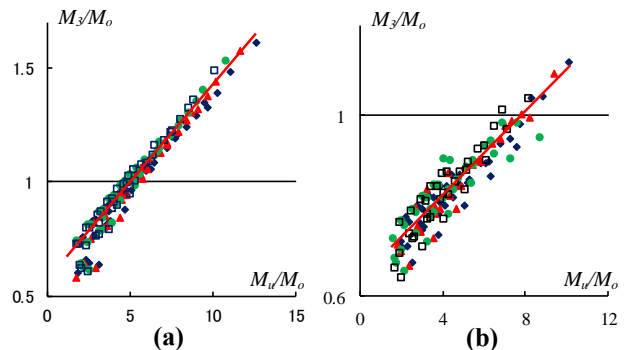
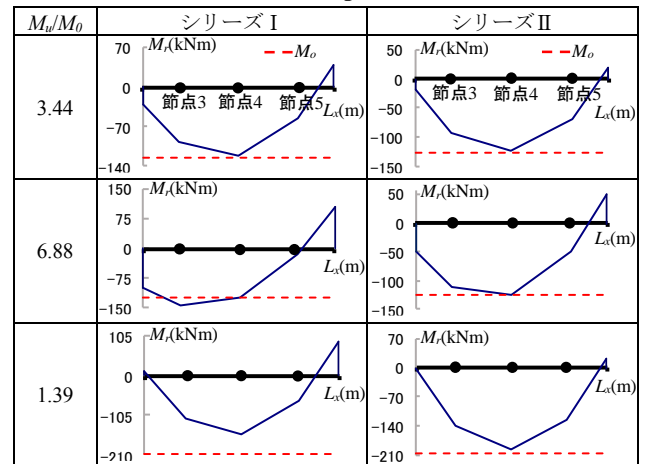


Fig. 1 Correlation between M_u/M_o and M_3/M_o

Table 2 Bending Moment and Vertical Displacement of Series II ($d_b=700\text{mm}$, $L_x=10d_b$, $L_y=0.75L_x$)

ヒンジ	諸要因	$Q_b - M_c$ 関係	$R_p - \delta$ 関係	$R_p - M_r$ 関係
柱頭・柱脚ヒンジ	m_u	0.075		
	M_u/M_o	3.44		
	Q_u/Q_o	1.62		
	m_u	0.15		
	M_u/M_o	6.88		
	Q_u/Q_o	3.24		
	m_u	0.05		
	M_u/M_o	1.39		
	Q_u/Q_o	0.68		