

V-94

RC 2層ラーメン構造物の地震時挙動に及ぼす部材剛比の影響

東北大学 学生員 澤田石 貞彦
 東北大学 正 員 鈴木 基行
 東北大学 正 員 尾 坂 芳夫

1. まえがき 宮城県沖地震の際、東北新幹線RCラーメン高架橋中層梁に被害が多く発生し、設計上数多くの問題点を投げかけた。一般に、RC 2層ラーメン構造物の中層梁は、柱の上下端の断面における曲げモーメントを低減させる効果がある。しかし、中層梁の力学的特性が、地震時における構造物の応答に及ぼす影響には不明な点がある。そこで本研究ではこの点を明らかにすることを主眼とし、特に、履歴吸収エネルギーに着目しRC 2層ラーメンの耐震性を検討する。

2. 解析モデル及び解析方法

a) 解析対象ラーメン 解析対象ラーメンの形状寸法及び諸元をそれぞれ図-1、表-1に示す。変動要因は中層梁の断面寸法や鉄筋比で、他の諸元は全く同一である。中層梁と柱の降伏モーメントの比はR1, R2, R3でそれぞれ、0.7, 0.2, 1.4であり、また、部材が降伏に至る点までの剛比はそれぞれ、0.7, 0.2, 1.9である。

b) 材料特性 コンクリート及び鉄筋の応力-歪関係を図-2に示す様に仮定した。

c) 部材の荷重変位関係

①曲げによる荷重-変位関係 材料特性及び平面保持の仮定より、断面の曲げモーメントと曲率の関係を求めて、これを、図-3に示すように3直線でモデル化した。図中のC点は曲げひび割れ発生点、Y点は引張側鉄筋降伏点、U点は終局時（コンクリート圧縮歪みが3500 μ となる点）である。

②せん断力による荷重変位関係 せん断ひび割れ発生荷重及びせん断耐力は、大野-荒川式を用いて算定した。変位量については、せん断ひび割れ発生前は、せん断弾性係数を用いて算定し、せん断ひび割れ発生後は、F. レオンハルトの提案した剛性式²⁾を基に算定した。これを図-4に示すようにモデル化した。図中のC点は、せん断ひび割れ発生点、U点は、せん断力による部材終局時を示す。

d) 部材のモデル化 各部材は、図-5に示す材端バネモデル³⁾を用いてモデル化した。部材の弾塑性曲げ性状は、弾性材及びその両端にある曲げバネにより、また、弾塑性せん断性状は中央にあるせん断バネによって表される。これを、図-6のように組み込み解析対象ラーメンを作成した。

e) 部材の復元力特性 曲げを受ける部材の復元力と変位の履歴曲線及びせん断を受ける部材の復元力と変位の履歴曲線は図-7及び図-8に示した。

f) 入力地震波 入力地震波は、1978宮城県沖地震の際の国鉄仙台管理局地下1階東西成分を基に、その最大加速度を150~500galまで変化させたものである。

3. 解析結果及び考察

a) 履歴吸収エネルギー 図-9は構造物全体の履歴吸収エネルギーWと入力加速度との関係を、図-10は構造物全体の履歴吸収エネルギーに対する各部材の履歴吸収エネルギーの割合と入力加速度との関係を示している。まず、中層梁の降伏モーメントの小さいR2では、150gal程度で最初に中層梁が降伏に至るため、中層梁の履歴吸収エネルギー

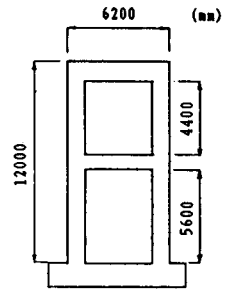


図1 解析対象ラーメン形状寸法

表1. 解析対象ラーメン諸元

		R1	R2	R3
柱	断面 (cm)		100*100	
	軸方向鉄筋比 (%)		1.93	
	降伏モーメント (t-m)		380	
中層梁	断面 (cm)	100*80	100*80	100*108
	軸方向鉄筋比 (%)	2.41	0.64	3.53
	せん断補強筋 (%)		0.265	
	降伏モーメント (t-m)	260	73	525

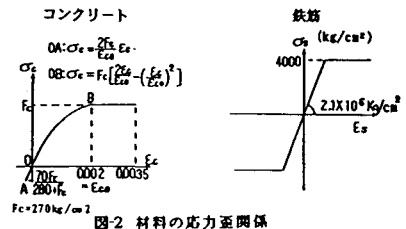


図2 材料の応力歪関係

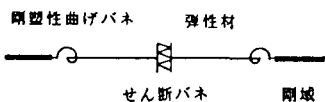


図5 材端バネモデル

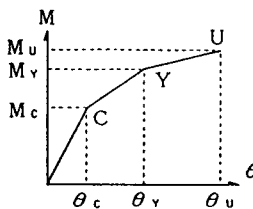


図3 曲げによる荷重変位関係

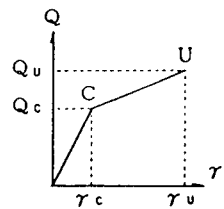


図4 せん断による荷重変位関係

一の割合が非常に高く、入力加速度が大きくなると、中層梁の降伏モーメントが小さい為に吸収エネルギー量が頭打ちとなり柱により吸収される量が多くなり、柱の損傷が大きくなる。また、中層梁の降伏モーメントが大きいR3では、300gal程度では部材が降伏に至らず、履歴吸収エネルギーは殆ど無い。しかし、入力加速度が大きくなると下柱が降伏に至り下柱の履歴吸収エネルギーが大きくなり、下柱への損傷が集中する。

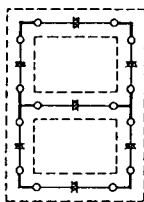


図6 解析モデル

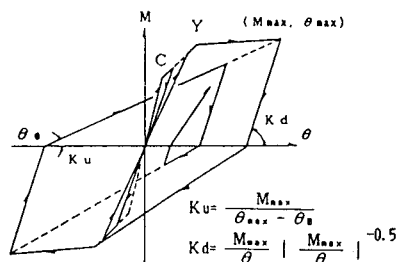


図7 曲げバネの復元力モデル

R1では、各部材の履歴吸収エネルギーの割合はほぼ一定であり、特定の部材に損傷が集中することがなく、構造物全体が一定の割合で損傷が進展すると考えられる。

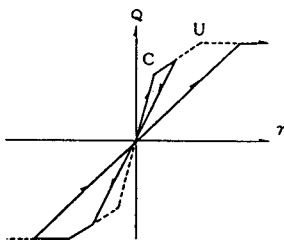


図8 セン断バネの復元力モデル

b) 最大せん断力 中層梁に作用する

最大せん断力をスケルトンカーブに示す(図-11)。尚、中層梁に設けたせん断補強鉄筋量はR1, R2, R3で同一である。まず、R1では、入力加速度が200gal程度ではせん断ひび割れは発生せず、入力加速度を大きくすると、中層梁に作用する最大せん断力はせん断耐力に近づくが、500galでもせん断破壊しない。R2では、入力加速度が200gal程度ではせん断ひび割れは発生せず、入力加速度が大きくなっても、中層梁に作用する曲げモーメントが上昇しないため中層梁に作用する最大せん断力は大きくならない。しかし、R3では、200galで既にせん断ひび割れが発生し、中層梁に作用する曲げモーメントが入力加速度を大きくするに従い、中層梁に作用する最大せん断力も大きくなるため、400gal以上では中層梁がせん断破壊する。

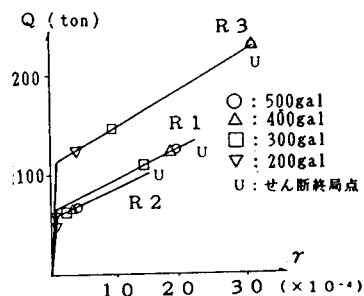


図11 中層梁に作用する最大せん断力

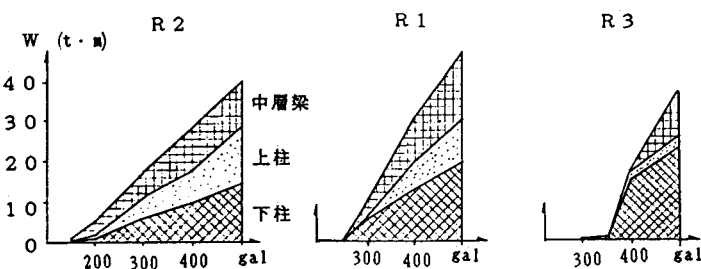


図9 履歴吸収エネルギー

従って、中層梁の降伏モーメントを大きくする場合、中層梁のせん断破壊を防ぐためにせん断補強鉄筋量を増大させてせん断耐力も大きくする必要がある。

4. あとがき 中層梁の降伏モーメントが小さく、せん断耐力が、曲げ耐力時に中層梁に作用するせん断力より大きい場合、曲げによる損傷が中層梁

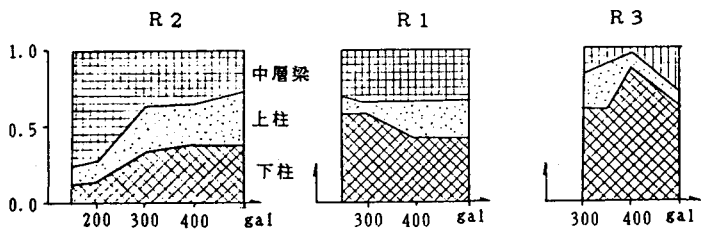


図10 履歴吸収エネルギー比

及び柱に表れ、特に中層梁の損傷が著しい。逆に、中層梁の降伏モーメントが大きく、せん断耐力が、曲げ耐力時に中層梁に生じるせん断力より小さい場合、中層梁がせん断破壊に至り、柱は、曲げによる損傷を受ける。従って、構造物の特定の部材への損傷を避け、より耐震的な構造物にするためには、柱と中層梁の降伏モーメントの比を適切に与え、更に中層梁のせん断耐力が、中層梁の曲げ耐力時に生じるせん断力を上回るよう、せん断補強筋を配筋する必要がある。

参考文献 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説書1982 2) レオンハルトのコンクリート講座 ①鉄筋コンクリートの設計：F. レオンハルト 3) 志賀敏男、柴田明徳、渋谷純一、高橋純一：東北大学建設系建物における強震応答の実例と解析(その2) 日本建築学会大会学術講演梗概集1979