

V-370

各部材の靱性を考慮したRC2層ラーメン橋脚の地震時弾塑性応答

埼玉大学工学部 学生会員 貞末 和宏
 埼玉大学工学部 正会員 睦好 宏史
 埼玉大学工学部 正会員 町田 篤彦

1. はじめに

近年、道路橋、鉄道橋ともにRCラーメン高架橋が数多く建設されている。独立柱式RC橋脚においては、構造物の塑性変形能を取り入れた耐震設計法が確立されつつある。しかし、ラーメン橋脚においては、靱性の概念を如何に耐震設計に取り入れるか、あるいは各部材の靱性、耐力、剛性をどのように配置するかということに関してはほとんど検討されていない。本研究は、RC2層ラーメン橋脚を対象として、各部材の靱性能が構造物全体の挙動、並びに変形性能に及ぼす影響を解析的に明らかにしたものである。

2. 対象構造物

応答解析に用いた構造物は、図-1に示すようなRC2層ラーメン橋脚を模した小型供試体である。本供試体を用いた理由は、過去において、振動実験および仮動的実験が行われており、各部材および構造物全体の応答性状が得られているからである。

3. 材端弾塑性バネモデルを用いた弾塑性応答解析

RC2層ラーメンの構造物全体の挙動、変形能を構成部材レベルから明らかにするために、部材レベルの復元力特性から構造物全体の応答を求める手法を採用した。構成部材の力学モデルとしては、材端弾塑性バネモデルを用いた。これは、図-2に示すように、各部材に逆対象モーメント分布を仮定し、曲げによる回転変形を弾性線材の変形と両端に位置している塑性バネの回転変形との和で表し、せん断変形を部材中央部に設けた弾性せん断バネで表したものである。

各構成部材の復元力モデルはTAKEDAモデル系のものを用いた。また、スケルトンカーブは終局後の耐力低下が考慮できる耐力低下型復元力モデルを用いた【1】。数値計算には、NEWMARKのβ法に基づく増分法を用い、 $\beta=1/6$ とした。

応答解析手順は以下に従った。各構成部材の瞬間剛性マトリクスから、構造物全体の瞬間水平剛性マトリクスを作成し、あるステップにおいて応答計算を行った。次に、計算された応答値について、部材の剛性変化があったかどうかのチェックを部材の復元力特性に基づいて行い、部材の剛性変化がある場合には、部材の瞬間剛性マトリクスからラーメン全体の瞬間水平剛性マトリクスを再度作成して、応答計算を順次行った。

入力地震波にはBL-CENTRO 1940 NS成分を用いた。

構成部材の靱性率はスケルトンカーブの耐力が低下し始める終局回転角と降伏回転角の比により表した。本研究では、主に中層梁に着目して、中層梁の靱性率が構造物全体の变形性能にどのような影響を及ぼすの

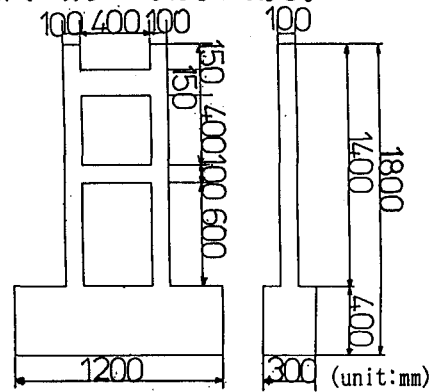
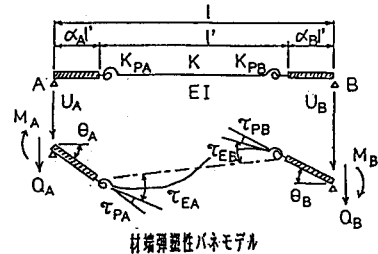
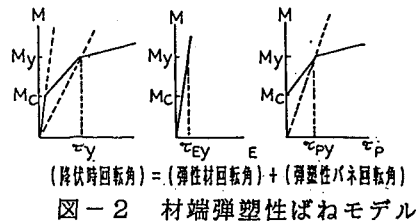


図-1 供試体の形状・寸法



材端弾塑性バネモデル



(降伏時回転角) = (弾性材回転角) + (弾塑性バネ回転角)
 図-2 材端弾塑性ばねモデル

かを調べた。解析要因は柱および上層梁に同じ大きさの靱性率を与え、中層梁の靱性率を変化させることによって解析を行った。この場合、各部材の耐力の相違が全体の応答性状に及ぼす影響を小さくするため、すべての梁、柱の耐力を、ほぼ同一の値とした。

3. 解析結果および考察

図-3は、ベースシヤ-ー応答変位曲線の一例を示したものである。この図から構造物全体の靱性率を求めた。この場合、降伏変位は部材が初めて降伏して傾きが変わったときの変位とし、終局変位は最大ベースシヤ-ーの80%に達したときの変位とした。構成部材の降伏順序は、中層梁、柱・上層梁の靱性率の大きさに拘らず、1層柱下端、中層梁両端、そして、2層柱下端であった。また、構成部材が崩壊する順序は、中層梁、柱、上層梁の靱性率の大きさによって変わることが認められた。例えば、1層柱から崩壊する場合は柱と上層梁の靱性率が4.0で中層梁の靱性率が5.0以上の時、または柱と上層梁の靱性率が3.0で、中層梁の靱性率が4.0以上の時で、それ以外の組み合わせのときは、中層梁から崩壊した。図-4は、中層梁の靱性率と構造物全体の靱性率の関係を示したものである。また、図中の黒丸は、東北新幹線で供用されている代表的な実RC 2層ラーメン橋脚から得られる靱性率を用いた計算結果を示したものである。図に示すように中層梁の靱性率が上昇すれば、構造物全体の靱性率も上昇しており、相関関係が認められる。例えば、中層梁の靱性率が2.0の時と5.0の時とを比較してみると、柱および上層梁の靱性率が5.0, 4.0, 3.0の時、構造物全体の靱性率は、それぞれ約2.6, 2.4, 1.7倍となっている。また、中層梁の靱性率が小さい場合には、柱および上層梁の靱性率の大きさに関わらず構造物全体の靱性率の差はほとんど認められない。

4. まとめ

本研究の範囲内で以下のことが明らかとなった。(1)RC 2層ラーメン橋脚において、1層柱下端および中層梁両端が降伏しやすい可能性があるので両部材には十分な靱性能を付与することが必要である。(2)中層梁の靱性率の大きさが構造物全体の変形性能に大きな影響を及ぼすことが明かとなった。

今後は、構造物の降伏あるいは崩壊形式、各部材の耐力、靱性能の適切な配置等を明らかにし、合理的なRC/ラーメン構造の耐震設計を目指したい。

参考文献

- 【1】町田篤彦・陸好宏史・鶴田和久：「地震力を受ける鉄筋コンクリートラーメン構造の弾塑性応答に関する研究」，土木学会論文集 378号/V-6, 1987, 2
- 【2】石橋忠良・吉野伸一・斉藤俊彦・渡邊忠朋：「鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形性能を考慮するためのノモグラム」，土木学会論文集, 414号/V-12, 1990, 2
- 【3】日本道路協会：「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」，1990, 2

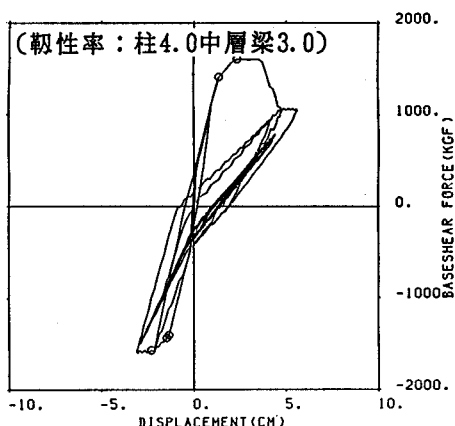


図-3 ベースシヤ-ー応答変位曲線

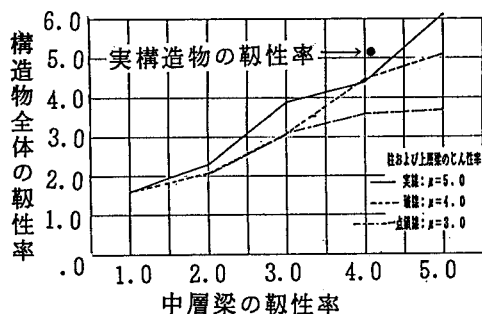


図-4 中層梁の靱性率と構造物全体の靱性率の関係