

ファイバーモデルを用いたピアアバットの耐震補強検討

中央コンサルタンツ(株) 札幌支店 正会員 中元 英樹
 同 上 正会員 太田 雅仁
 同 上 鈴木 雅之

1. はじめに

昨今、新潟中越地震をはじめ頻繁にエネルギー規模の大きな地震が発生しており、地震国日本における既設橋梁耐震補強対策は、ますます重要な位置を占めるといえる。

耐震補強設計で対象となる部位の多くは既設橋脚であるが、既設構造物の形状や配筋状況などを十分把握し、補強設計条件に取り込むことが重要となる。

本論で取上げる既設橋脚は昭和48年竣工のピアアバット(図-1)であり、橋梁の伸長計画により橋脚構造への改変が必要となったものである。既設ピアアバットは橋台としての土圧抵抗構造を反映し、図-2に示す通り軸方向主鉄筋の配筋量が柱前背面で非対称となっていた。

ここでは、橋脚柱正負方向の保有耐力をほぼ同等にして、道路橋示方書で示される曲げモーメント-曲率関係モデル(以下 M-モデル)で補強設計を行った既設橋脚(RC巻立て25cm)に対し、非対称配筋の影響として懸念される変位応答、エネルギー吸収効果等について、ファイバーモデルを用いた時刻歴応答解析を行い設計の妥当性を検証したものである。合わせて、補強後の正負方向耐力比が比較的大きなケースを想定し、補強設計への適用性について検討したものである。

2. 解析概要

2.1 ファイバーモデル検討

解析手法は、部材断面を小分割し各要素の応力~ひずみ関係を求め、非対称性を考慮できるファイバーモデルとした。対象橋脚の概略図と解析骨組みモデルを図-1に、補強鉄筋配置およびファイバーモデルセル分割を図-2、3に示す。塑性ヒンジ区間は2次元ファイバー要素(4@0.210m)、それ以外は線形梁要素とした。(コンクリート強度 24 N/mm²)

前述の通り既設配筋量が躯体断面中心軸に対して非対称であるため、柱の正負方向の保有水平耐力が同程

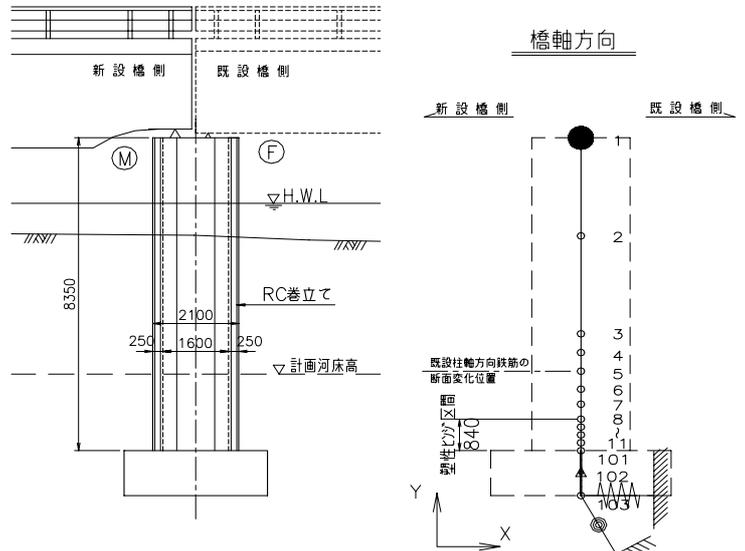


図-1 補強概略構造と解析骨組みモデル

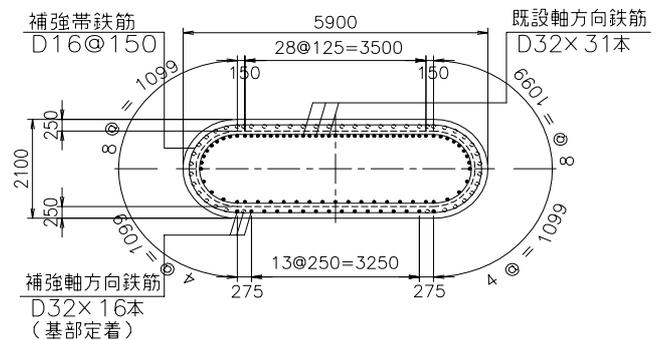


図-2 柱付け根部の配筋

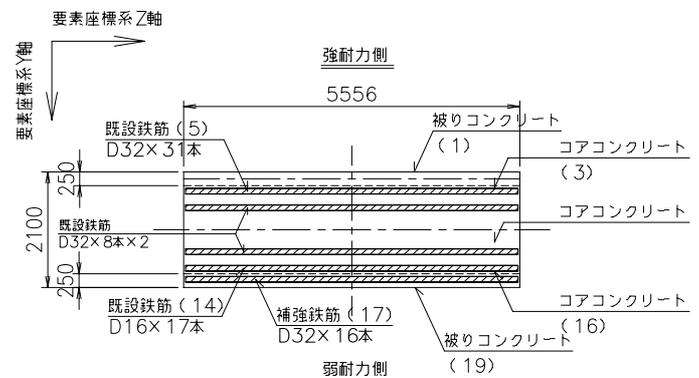


図-3 柱断面のファイバー用セル分割

キーワード 動的解析, ファイバーモデル, 正負方向柱耐力比

連絡先 〒060-0034 札幌市中央区北4条東1丁目2-3 TEL 011-233-2541

度になるよう補強主鉄筋を配置した。

補強前後の柱耐力比は以下の通りである。

補強前 強耐力側：弱耐力側 = 1.0 : 0.15

補強後 強耐力側：弱耐力側 = 1.0 : 0.88

モデル別の比較検討ケースは以下を実施した。

- ・ M - モデルの骨格曲線検証 ~ 橋脚天端に強制的な水平変位を静的漸増させたプッシュオーバー解析。
- ・ 計算モデル別の応答値比較 ~ M - モデル，ファイバーモデルでの時刻歴応答解析結果比較（タイプ2地震動による3波平均）

柱基部の曲率応答により耐震性能を検証。

2.2 耐力非対称橋脚の検討

橋脚柱の正負方向保有耐力比を 1.0 : 0.5 に仮定し，M - モデルによる時刻歴応答解析を行い，非対称性を有する補強設計の適用性を検討した。

3. 解析結果と考察

3.1 ファイバーモデル解析結果

プッシュオーバー解析の柱付け根位置に着目した結果として，図 - 4 (a)(b)に曲げモーメント～曲率関係を示す。各計算モデルの結果を比較すると，強耐力側，弱耐力側ともにひび割れ限界から降伏限界までの間で応答特性はほぼ一致している。一方，降伏後の曲げモーメントがファイバーモデルでは大きくなるが，これは被りコンクリートの圧縮抵抗の影響が考慮された結果と考えられる。

この結果から，M - モデルにおける初期剛性，二次剛性設定は良好な精度で行われていると判断される。

次にタイプ2地震動による3波平均での時刻歴応答解析結果を表 - 1 に示す。ファイバーモデルの応答はM - モデルに比べ，基部の曲げモーメントが15%程度大きくなり，曲率は逆に15%程度小さくなっている。何れも被りコンクリート考慮の影響と考えられるが，M - モデルは安全側の設計となり，設計の妥当性に問題はないものといえる。

3.2 耐力非対称橋脚検討結果

正負方向保有耐力比を 1.0 : 0.5 と仮定し，M - モデルで時刻歴応答解析を行った結果を表 - 1 に合わせて示す。本ケースの耐震性能は満足し，既設鉄筋量が多く柱初期耐力が大きい条件下では，過度な補強を施すことなく補強を完了させることも可能と判断される。

4. まとめ

参考文献) 1) 堺、川島：ファイバーモデル要素を用いた鉄筋コンクリート橋脚の地震応答解析 構造工学論文集 Vol45.A.H 1999年

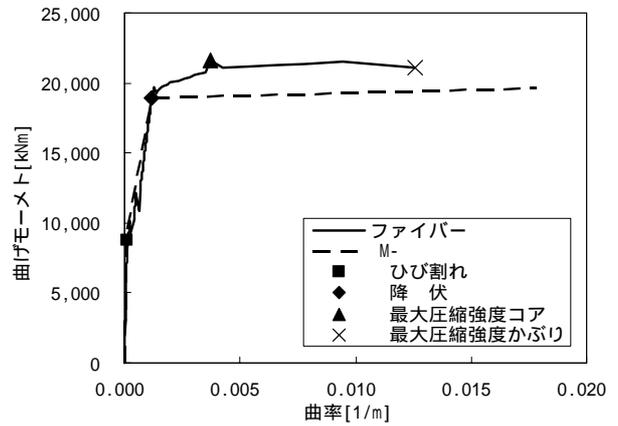


図 - 4 (a) 曲げモーメント～曲率関係（強耐力側）

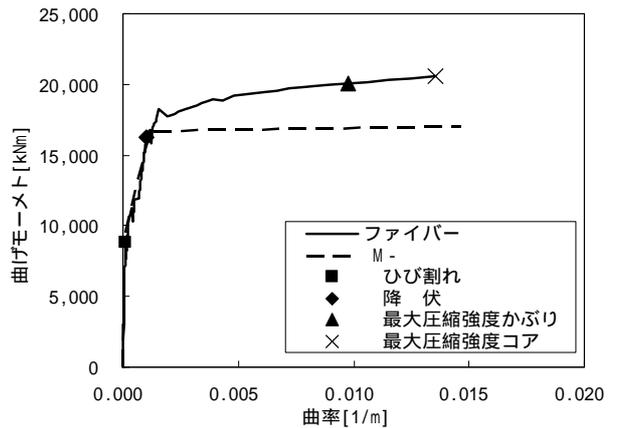


図 - 4 (b) 曲げモーメント～曲率関係（弱耐力側）

解析結果一覧表(タイプ 3波平均 耐震性能3 弱耐力方向)

モデル		M -	fiber	M -
耐力比		0.88	0.88	0.5
柱基部最大せん断力	応答値 kN	2910	3030	3010
	許容値 kN	4320	4320	4220
	比率	0.674	0.701	0.713
柱基部最大曲げモーメント	応答値 kN・m	18900	22000	21000
	応答値 1/m	2.241E-03	1.868E-03	5.515E-03
	応答塑性率	1.924	1.603	5.032
柱基部最大曲率	許容塑性率	12.906	12.906	12.963
	比率	0.149	0.124	0.388

表 - 1 解析結果一覧

・解析応答値はM - モデル，ファイバーモデルとも近似した結果が得られ，10%程度の耐力比ではM - モデル適用に問題はないと判断された。

・正負方向保有耐力比が試算ケースのように大きい場合も，適切な解析モデルで検討することにより，過度な補強を避ける配慮が可能である。

今後は，ファイバーモデルにより，補強コンクリート強度の変更、補強工法別の応答特性把握，地震入力方向の検討などを行うことで，より精度が高く且つ経済的な補強設計が可能になると考えられる。