

(I - 23) 剛体-バネ系モデルによる偏載荷重を受けるT型橋脚の破壊挙動解析

清水建設技術研究所

正会員 吉武 謙二

University of California, Davis 正会員 John E. Bolander

1. 序論

T型橋脚を用いた橋梁において、交通需要などの関係から片側車線のみ暫定的に施工する場合、橋脚に偏載荷重が作用し隅角部に非常に大きなモーメントが生じる。このようなRC構造物の破壊挙動を精度良く解析するには、RC構造物の非線形特性を適切に評価することが重要である。本研究ではボロノイ分割を用いた2次元剛体-バネ系モデルを用いることにより、コンクリートの引張軟化挙動や圧縮弾塑性挙動また鉄筋とコンクリート間の付着すべり効果などを考慮して、偏載荷重を受ける配筋の異なる2つのタイプのT型橋脚の載荷試験をシミュレートし、荷重-変位関係やひび割れパターン、またひび割れ幅の観点からモデルの有効性を検証した。

2. 解析手法

鉄筋コンクリートは、図-1に示すようにコンクリート要素と鉄筋要素に離散的にモデル化し、鉄筋とコンクリート間の付着すべり挙動を表現するためリンク要素を用いる。コンクリート要素はひびわれの要素依存性を低減させるためボロノイ多角形に分割し、各要素を剛体と仮定し要素内の重心点に2次元剛体変位の3自由度を配す。要素の境界辺に垂直バネとせん断バネからなるバネ系を設け、バネに集中化したエネルギーを評価する。ひび割れは全てのコンクリート要素のバネに対して図-2に示す $r = \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_t^2}$ と r_t との比

$$R = r / r_t \quad (1)$$

を計算し、 $R \geq 1$ で最大のバネのみ発生するとし、ひび割れ発生後は図-3に示す弾塑性破壊モデルに従うと仮定する。鉄筋は、1次元はり要素でバイリニアモデルに従うものとして、またコンクリートと鉄筋間の付着挙動は、実験結果に基づく付着すべり挙動に従うものとしてモデル化する。

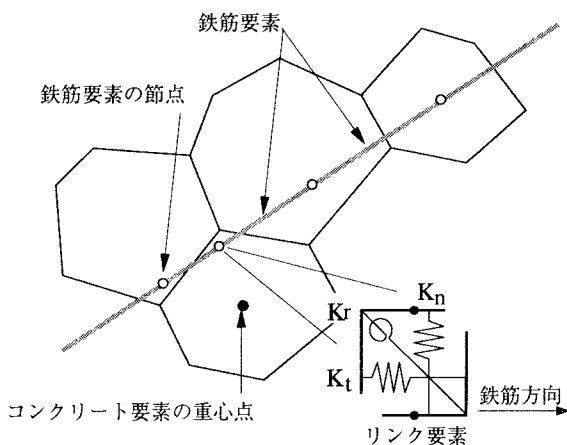


図-1 要素モデル

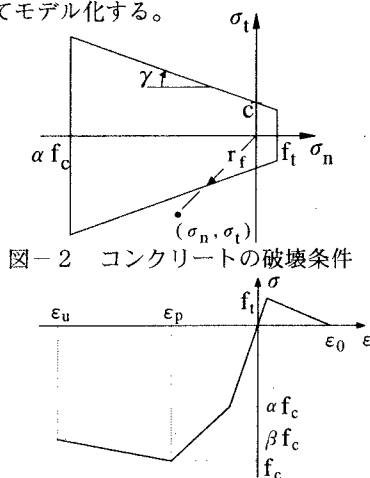


図-2 コンクリートの破壊条件

図-3 コンクリートの弾塑性破壊モデル

3. 解析モデル

構造・寸法とも同一で隅角部の配筋の異なる2つの模型供試体タイプ1、タイプ2について解析を行う。供試体の構造と寸法、また要素メッシュを図-4 a)、b)に示す。コンクリートと鉄筋のバネの材料特性は表-1のように設定した。実験において変位は図-4 a)内に示した変位計の位置において測定された。

キーワード：剛体-バネ系モデル、ボロノイ分割、T型橋脚

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-5515 FAX 03-3820-5955

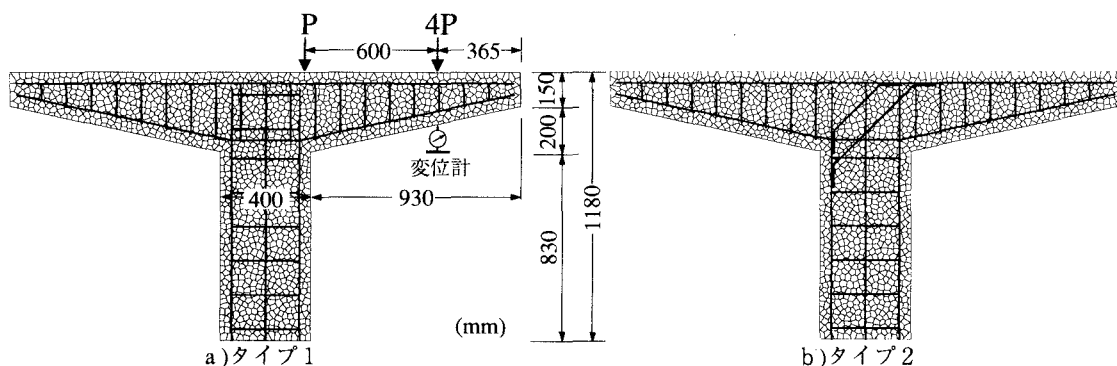


図-4 供試体寸法と要素メッシュ

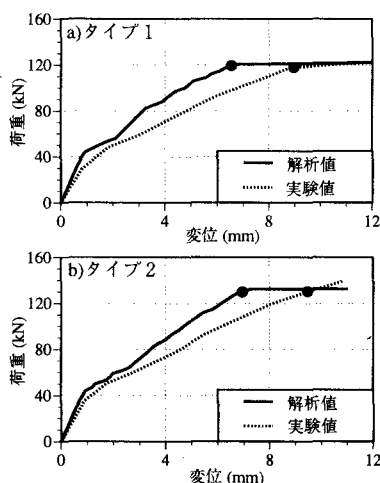


図-5 荷重-変位曲線

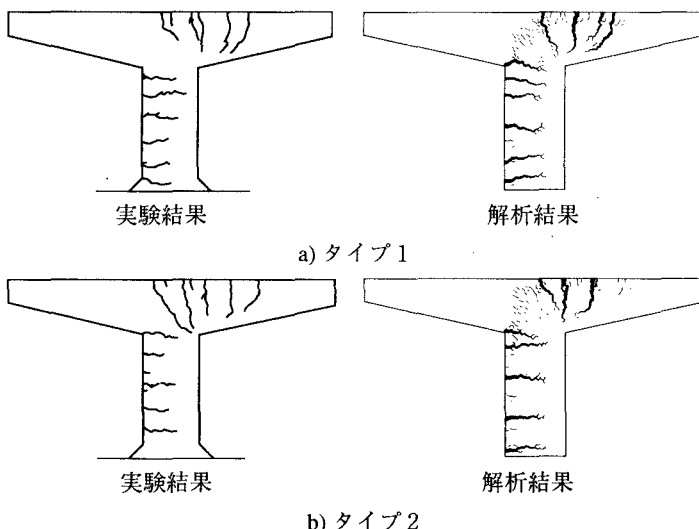


図-6 ひび割れ図

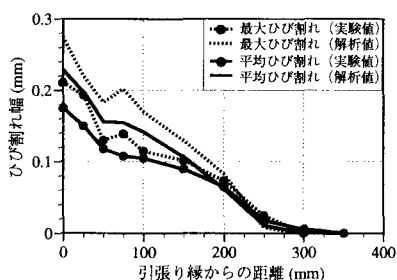


図-7 ひび割れ幅 (タイプ1)

表-1 材料特性

コンクリート	ヤング率	2.2×10^4 MPa
	圧縮強度	24 MPa
	引張強度	2.2 MPa
	ポアソン比	0.179
鉄筋	ヤング率	2.1×10^5 MPa
	降伏強度	360 MPa
	引張強度	543 MPa

4. 解析結果および考察

タイプ1、タイプ2の、実験と解析における荷重-変位曲線を図-5 a)、b)に、またそれぞれの最大荷重付近(図中の●印)でのひび割れ図を図-6 a)、b)に示す。タイプ1、2ともに実験と解析での荷重-変位関係はよく一致している。また、ひび割れ図より明かなように、ひび割れの位置、ひび割れ長さなど解析は、実験結果を精度良く予測できている。図-7は、タイプ1の柱部での最大のひび割れ幅と各ひび割れの平均のひび割れ幅について実験値と解析値を比較したものである。最大ひび割れ幅、平均ひび割れ幅ともに実験値と解析値はよく一致している。また、実験値、解析値ともにひび割れ幅が主鉄筋が配置されている引張り縁から50mmのところでは小さくなっていることが確認できる。

参考文献 (1) 彦坂 照他; 偏載荷重を受ける張出式コンクリート橋脚の節点部配筋法に関する研究、構造工学論文集、38 A, pp. 1245-1254