

復元力モデルの差異が損傷度評価に及ぼす影響に関する基礎的研究

京都大学工学部 正 員 山田善一 京都大学工学部 正 員 家村浩和
京都大学工学部 正 員 伊津野和行 京都大学大学院 学生員○藤澤 悟

1. はじめに

地震時にRC部材の示す非線形挙動は極めて複雑であり、これを表現する復元力モデルが現在までに数多く提案されている。本研究は直径2.0m、高さ13m、重量300tonfの一柱式T型橋脚をシミュレーションモデルとして採用し、地震によって生ずる損傷を定量的に評価するに当たって復元力モデルの差異がいかなる影響を及ぼすかについて検討したものである。

2. シミュレーション概要¹⁾

橋脚モデルの荷重-変位関係の包絡線を図1に示す。復元力特性は剛性低下、耐荷力低下、ピンチ効果を考慮した3パラメータモデル、非線形な履歴復元力特性を最も簡単に表現するバイリニアモデル、および線形挙動を示すリニアモデルを採用して比較検討した。3パラメータモデルの3つのパラメータは $\alpha=3.0$ 、 $\beta=0.62$ 、 $\gamma=1.0$ とし、バイリニアモデルは剛性の変化点をコンクリートひび割れ点としたもの(バイリニア(C))、鉄筋降伏点としたもの(バイリニア(Y))の2種類を考えた。損傷度の評価は最大応答変位、エネルギー吸収量の両者を考慮したダメージインデックスにより行った。ダメージインデックスは次式により表される。

$$D = \frac{\delta_m}{\delta_u} + \frac{\beta}{P_y \delta_u} \int dE \quad (1)$$

$\left[\begin{array}{l} \delta_m: \text{最大応答変位、} \delta_u: \text{終局変形能、} P_y: \text{降伏強度} \\ \int dE: \text{履歴エネルギー吸収量、} \beta: \text{正の定数} \end{array} \right]$

$D \geq 1.0$ となることが構造物の破壊と規定されている。

まず入力波の周期の差異による影響を明らかにするために振幅150gal、200galの定常波を5.0秒間入力し、次に日本海中部地震の秋田記録、Imperial Valley地震のEl Centro記録、十勝沖地震の八戸記録、Mexico地震のSCT記録の4種類の実地震波の入力を行った。減衰定数は5%とした。

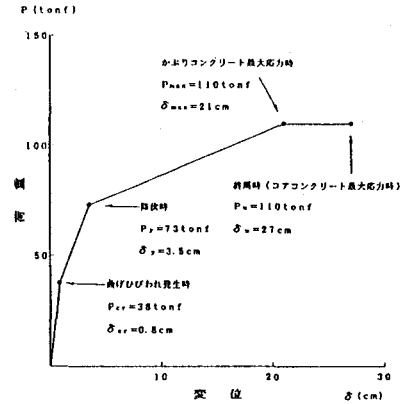


図1 モデルの荷重-変位関係包絡線

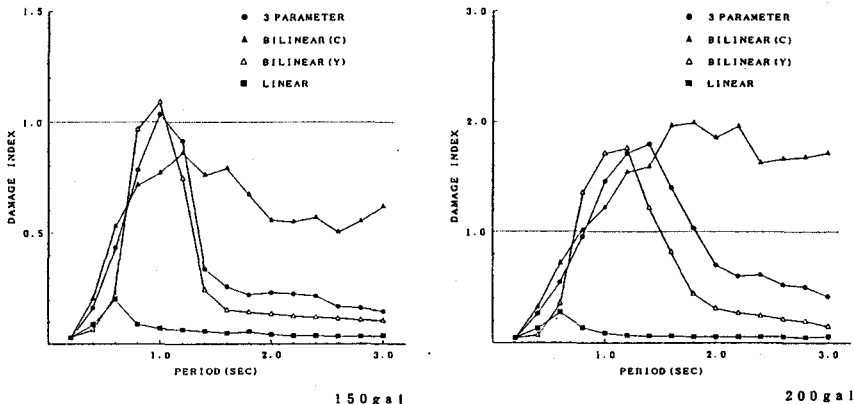


図2 定常波入力によるダメージインデックス

Yoshikazu YAMADA、 Hirokazu IEMURA、 Kazuyuki IZUNO、 Satoru FUJISAWA

3. 定常波入力結果

定常波入力により得られたダメージインデックスを図2に示す。リニアではダメージインデックスが小さな値になるが、これは履歴吸収エネルギーによる損傷を算定し得ないためである。1.2秒以下の周期成分が卓越する入力波に対しては3パラメータ、バイリニアのいずれの復元力モデルによっても損傷度は良い精度を持って算定されると考えられるが、1.2-1.4秒以降においてはバイリニア(C)でダメージインデックスが大きくなる傾向にあり、問題点として指摘される。

4. 実地震波入力結果

実地震波の入力によって得られたダメージインデックスの時刻歴変化を図3に示す。リニアでは過小な値になるものの、秋田、El Centro、八戸記録の入力では3パラメータ、バイリニア(C)、バイリニア(Y)によるダメージインデックスが良い一致を示しており、いずれの場合も完全な破壊には至っていないものと判定される。一方SCT記録の入力では3パラメータ、バイリニア(Y)によるダメージインデックスはそれぞれ0.35、0.16となり、損傷度は比較的小さな値に留まっているが、バイリニア(C)によるダメージインデックスは0.91となり、この橋脚は耐震的に極めて危険な状態にあると判断されることになる。SCT記録は2.0秒付近の比較的小周期の成分が卓越する地震波であり、バイリニア(C)では定常波入力結果からも推察されるように塑性域において共振に近い状態が生じて応答変位が大きくなり、結果的にダメージインデックスが大きくなったものと考えられる。

5. まとめ

複雑な挙動を示すRC部材の非線形特性をバイリニアモデルで表現しても損傷度の評価は十分に行い得るが塑性域での共振が問題となる場合には劣化を考慮した詳細なモデルによる解析が必要である。また、本研究は一つの橋脚モデルに対してのみ行なったものであり、得られた結果に必ずしも一般性があるとは言えない。荷重、変位関係の異なる他の橋脚モデルについても検討を行なうべきであろう。

参考文献

1) 土木学会関西支部共同研究グループ報告書、橋梁構造物の総合健全性評価に関する調査研究、平成2年6月。

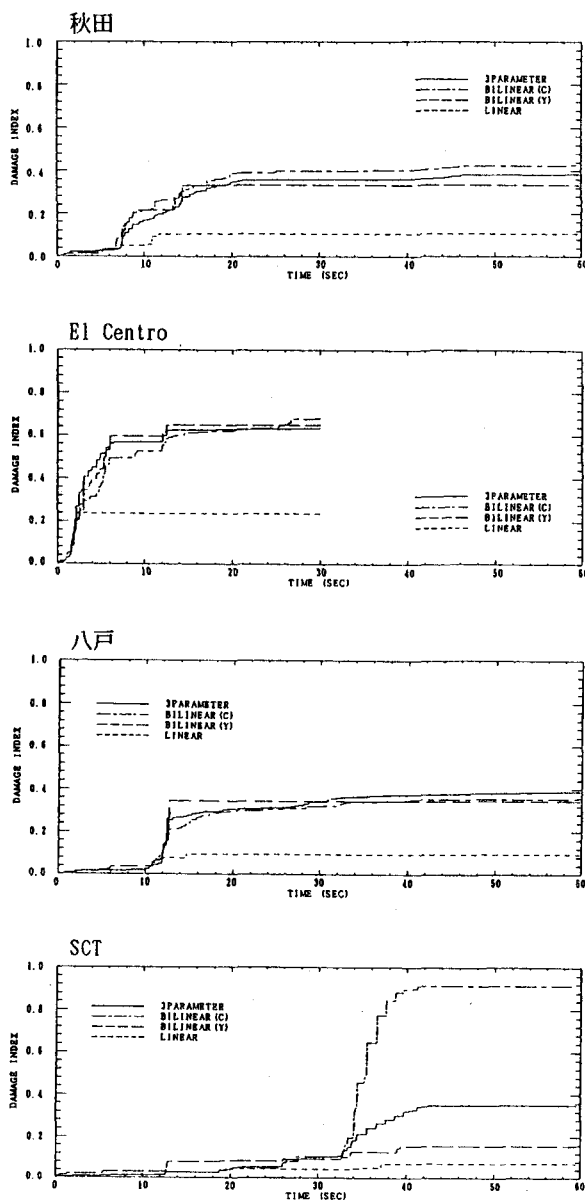


図3 実地震波入力によるダメージインデックスの時刻歴変化