

RC 橋梁の地震時崩壊挙動に関する解析的研究

中央大学大学院

学生員

黒田 武大

東京大学生産技術研究所

正会員

目黒 一郎

1. はじめに

構造系全体の耐震性能を議論する上では、個々の構造物に想定を超える地震外力が作用した際の挙動を十分に把握しておくことが重要である。本研究では、RC 橋梁構造物を対象に、想定を超える地震時の挙動を把握することを目的とし、著者らが構築した解析モデルによる実大橋梁の崩壊挙動のシミュレーションを試みる。

2. 解析モデルの概要

RC 構造物の地震時の挙動を高精度に予測するためには、ポストピークでの破壊挙動を適切に考慮しなければならない。そこで、筆者らはポストピーク挙動に大きな影響を及ぼすかぶりコンクリートの剥離、および軸方向鉄筋の座屈現象に着目した解析モデル¹⁾を構築した。図-1 に解析モデルの概要を示す。基本となる解析理論には、連続体から不連続体までを統一的に取り扱うことができる応用要素法(AEM)²⁾を採用し、これに各種の材料モデルを導入した。提案モデルにより RC 柱の静的交番載荷実験の解析を行ったところ、実験結果をよい精度で追跡し、実現象の再現性が確認されている¹⁾。

3. 対象構造物

対象構造物は図-2 に示す実大 RC 橋脚および単純桁を有する橋梁の1径間とする。橋脚部は川島ら³⁾による

昭和39年(S39)、平成8年(H8)の2つの基準により設計された断面について検討を行う。図-3 にモデル化した橋脚の鉄筋バネの分布を示す。鉄筋1本1本を直接考慮しており、S39 橋脚では高さ3m で主鉄筋を段落した。

4. 入力地震動

入力地震動についても L2a 地震動および L2b 地震動の2通りで検討する。L2a 地震動は、2002 年制定コンクリート示方書のレベル2地震動のうち、内陸型の波を用いる。L2b 地震動は L2a 地震動の周波数特性を調整し、周期1秒付近の成分を強調した波であり、現行のレベル2地震動を上回る破壊力を持つ波となっている。

5. 実大橋梁の地震応答解析

(1) 橋脚単体での検討

各橋脚単体を対象に、地震動を入力とした動的解析を行う。比較のために1自由度系減衰モデルによる非線形応答解析も行った。事前に実施した静的プッシュオーバー解析では、S39 橋脚は上端変位 0.25m 付近において、段落し部からせん断破壊し、急激な耐力の低下が見られた。一方、H8 橋脚は最大耐力後、主鉄筋の座屈に伴い、緩やかな軟化を示した。

図-4 に S39 橋脚の応答変位を示す。L2a 地震動を入力した場合には時刻2秒付近でせん断クラックが発生し、その後破壊面のずれによる残留変位が生じた。また1自由度系モデルでは曲げ塑性変形を仮定した復元力特性を用いているため、その応答にあまり意味はないものと考えられる。L2b 地震動の場合は同様にせん断クラック

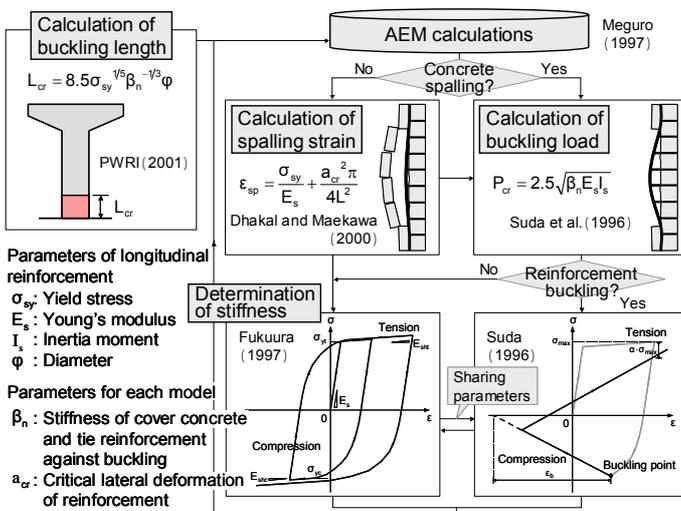


図-1 解析モデルの概要

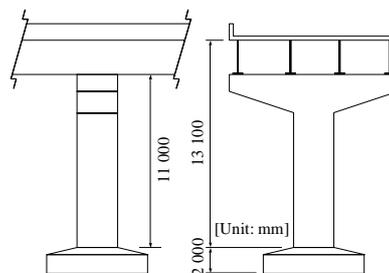
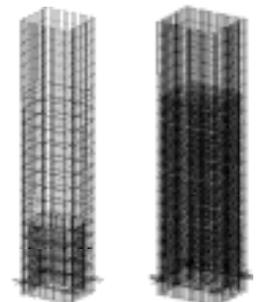


図-2 対象構造物



(a) S39 (b) H8
図-3 鉄筋バネ分布

キーワード 地震時崩壊挙動，軸方向鉄筋の座屈，かぶりコンクリートの剥離，応用要素法

連絡先

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 目黒研究室 TEL: 03-5452-6436

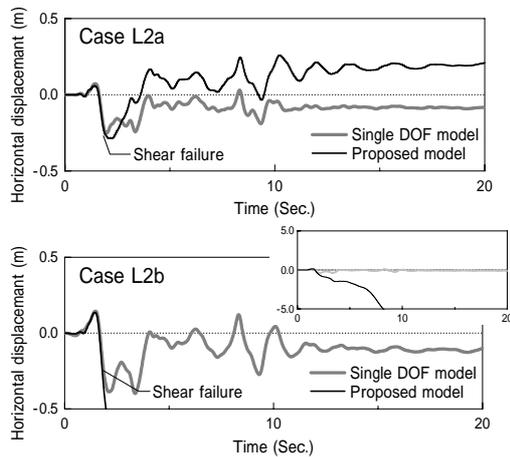


図-4 S39 橋脚の上端応答変位

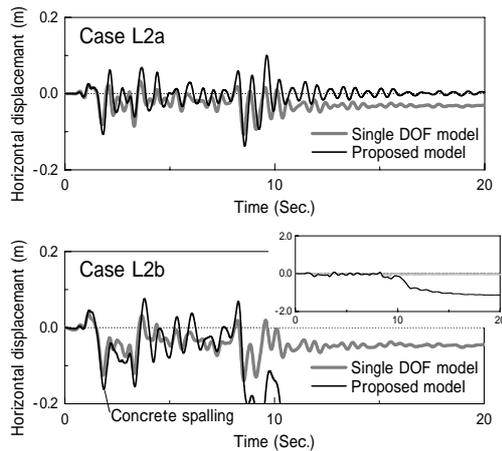


図-6 H8 橋脚の上端応答変位

クが発生したが、その後破壊面近傍の鉄筋が破断し、完全に倒壊に至った。図-5 にその過程を示す。

図-6 に H8 橋脚の応答変位を示す。L2a 地震動の場合は、提案モデルの残留変形はほとんどない。これは、鉄筋を1本ずつモデル化していることで、段階的に塑性化が進むためである。一方 L2b 地震動の場合は、かぶりコンクリートの剥離および主鉄筋の座屈により、大きな残留変位が生じた。ただし S39 橋脚のように完全に倒壊することはなかった。

(2) 1 径間の橋梁での検討

単純桁を有する1径間の橋梁についても検討を行う。橋脚部は比較的変形性能が高いと評価された H8 橋脚とし、L2b 地震動を橋軸に対して 45 度方向に入力した。可動支承側の桁かかりは 50cm とした。

変形は固定支承側の橋脚に集中し、主鉄筋の座屈が発生した。それにより両橋脚の相対変位が大きくなり、可動支承部から落橋に至った。図-7 にその過程を示す。

6. まとめ

2つの基準により設計された RC 橋梁について、地震時の崩壊挙動の把握を試みた。S39 橋脚はせん断破壊し、主鉄筋が破断した場合には、完全に倒壊する可能

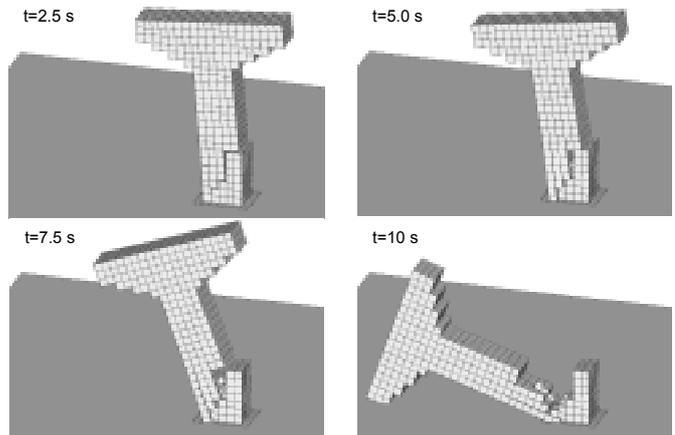


図-5 S39 橋脚に L2b 地震動を入力した場合の崩壊過程

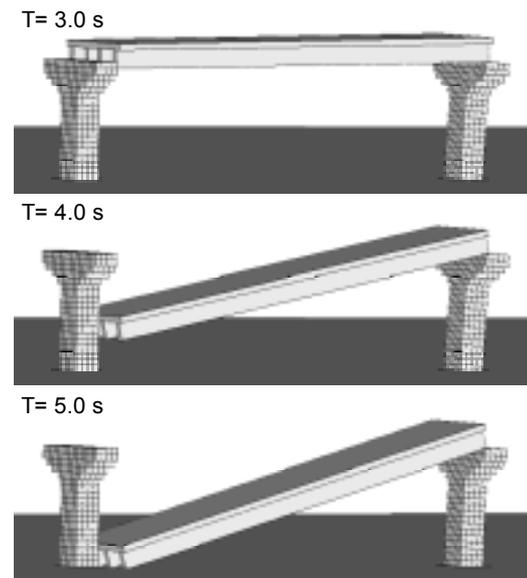


図-7 H8 橋脚に単純桁を設置し L2b 地震動を入力

性がある。また H8 橋脚は主鉄筋の座屈により過度の残留変形が発生し、落橋の危険性を考慮する必要があることを示した。今後は地盤および基礎を考慮した検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 黒田武大, 目黒公郎: ポストピーク挙動に着目した RC 橋脚の繰返し破壊挙動解析, 土木学会地震工学論文集, Vol.27, No.134, 2003.12.
- 2) Kimiro MEGURO and Hatem TAGEL-DIN : Applied Element Method for Structural Analysis: Theory and Application for Linear Materials, Journal of Structural Mechanics and Earthquake Engineering, JSCE, I-51, pp.31-45, 2000.4.
- 3) 米田慶太, 川島一彦, 庄司学, 藤田義人: 試設計に基づく耐震技術基準の改定に伴う RC 橋脚およびくい基礎の耐震性向上度に関する検討, 構造工学論文集, Vol.45A, pp751-762, 1999.3.