

段落しを有する実橋脚の損傷形態に関する解析的検討

九州工業大学 学生会員 ○黒田 雅裕

大日本コンサルタント(株)

正会員 清水 英樹

九州工業大学 正会員 幸左 賢二

阪神高速道路株式会社

正会員 西岡 勉

1. はじめに

本研究では、供試体の損傷分析から推定した損傷形態の提案式の適用性を確認するため、実橋脚の曲げ損傷位置の耐力比を用いて損傷形態の評価を行う。さらに、段落し部損傷の代表橋脚を対象に減衰の有無に着目した非線形動的解析を行い、減衰が損傷に与える影響について検討を行う。

2. 実橋脚の損傷形態評価

損傷形態の評価は、1995年兵庫県南部地震で大規模な被害を受けた阪神高速道路3号神戸線の橋脚を対象に行う。対象橋脚は橋軸直角方向に曲げ損傷する橋脚46基である。対象橋脚46基のうち、26基が基部、8基が段落し部、12基が基部、段落し部に損傷が確認された。以上の橋脚に対し、実損傷位置の耐力を比較する式(1)により損傷形態の評価を行う。

$$k = \frac{My' / a}{My / (H - 0.35D)} \quad \cdots (1)$$

評価結果を図-1に示す。耐力比1.2以上は主として基部損傷が分布、耐力比1.0~1.2は基部損傷、段落し部損傷が混在、耐力比1.0以下は段落し部損傷のみが分布する結果となった。また、耐力比1.0以下は段落し部損傷のみが分布している。

以上より、評価結果における課題として、段落し部損傷が耐力比1.0の上下に分布しているという点が挙げられる。以降、段落し部損傷の代表橋脚について、動的解析を行い、減衰が損傷に与える影響について検討を行う。

3. 解析概要と解析結果

図-2に対象橋脚の形状と解析モデルを示す。本橋脚は、図-1で耐力比が最も低く0.90の段落し部損傷の橋脚である。解析モデルは、桁、フーチングに剛梁要素を用い、柱部には弾塑性梁要素を用いた。橋脚全体の減衰特性には、Rayleigh減衰を用い、減衰の有無をパラメータとした動的解析を行った。以降、減衰を考慮したケースをCase1、減衰の無いケースをCase2と呼ぶ。

減衰の有無に着目した動的解析の結果として、段落し部作用Mの時刻歴図を示す。図-3にCase1の結果を示す。Case1では、1.98sに段落し部が降伏に至り、5.52sに終局に至る。また、解析終了までに降伏を5回、終局を3回超えている。図-4にCase2の結果を示す。Case2では、1.24sに段落し部が降伏に至り、5.55sに終局に至る。また解析終了までに降伏を9回、終局を4回超えている。

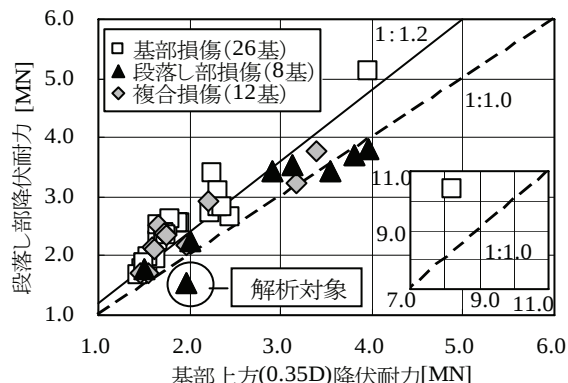


図-1 段落し部損傷判定結果

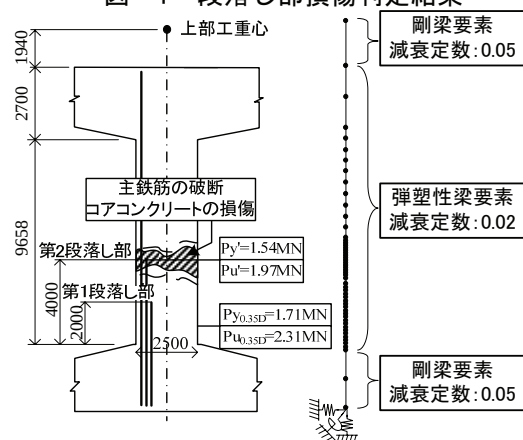


図-2 対象橋脚の形状と解析モデル

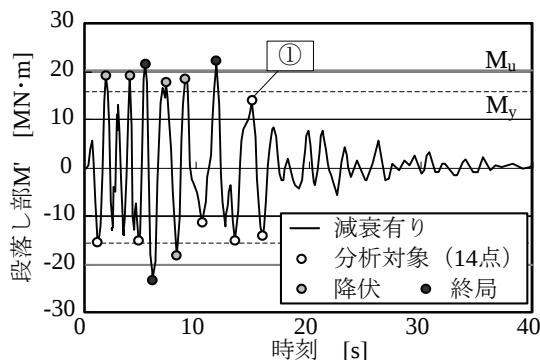


図-3 段落し部作用M時刻歴図(減衰有)

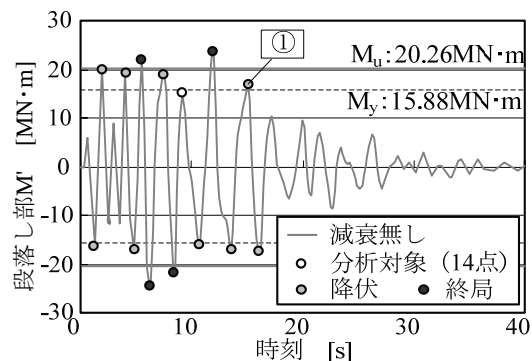


図-4 段落し部作用M時刻歴図(減衰無)

キーワード 段落し, 曲げ損傷, 損傷位置, 地震被害, 動的解析

連絡先

〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 TEL, FAX (093)-884-3123

ここで、図-3、4を比較するとモーメントの大きさに差異が生じている。本検討ではこの作用Mの差異を正確に評価するため、段落し部の作用Mの頂点（図中①）に着目した分析を行う。以上の方法を用いた結果、○プロットに示す14点を選定した。

図-5に分析例としてモーメント分布の比較結果を示す。対象点は、Case2が初降伏に至る時刻であり、Case1は1.24s、Case2では1.27s時である。段落し部の作用Mは、Case1で-15.6MN・m、Case2で-16.5MN・mとなり、Case2の作用Mを100%とすると、減衰を考慮したCase1では94.5%程度に減少している。

同様の分析を14点で行った。結果を図-6に示す。段落し部の作用Mは概ねCase1の方が小さく、Case2を基準にCase1の作用Mを評価すると、平均で10.6%作用Mが減少している。最も作用Mが減少する10.73sでは、Case1の作用MがCase2の70%程度まで低下している。以上より、減衰を考慮することで、作用Mが10%程度減少することが分かる。この要因として、Case1の作用Mが減衰の影響により減少したことが挙げられる。

4. 減衰に着目した考察

ここでは、減衰が損傷状況に与える影響を分析するため、Case1、2の解析結果について比較を行う。比較対象とする点は作用Mの減少率が最も大きな10.73s時に着目する。

図-6にCase1、2の加速度分布を示す。上部工に作用する加速度は、Case1で -1.48m/s^2 、Case2で -2.01m/s^2 となっており、減衰の無いCase2の方が1.3倍程度大きな値が生じている。また、加速度分布の形状はほぼ同様の形状である。

以上の加速度分布から求めたモーメント分布と実際に橋脚に作用するモーメント分布を図-8に示す。加速度によるM分布を比較すると、Case1では、段落し部に $-11.9\text{MN}\cdot\text{m}$ が作用し、Case2では、段落し部に $-16.0\text{MN}\cdot\text{m}$ が生じている。Case2を基準とすると、段落し部で27%モーメントが減少している。ただし、減衰の影響により変位が小さくなることにより、加速度が小さくなると考えられる。

5. まとめ

- (1)過去の試験供試体の分析から提案した式を用いて実橋脚の損傷位置を評価した結果、耐力比1.2以上は主として基部損傷が分布、耐力比1.0～1.2は基部損傷、段落し部損傷が混在、耐力比1.0以下は段落し部損傷のみが分布する結果となった。
- (2)減衰の有無をパラメータとして動的解析を行った結果、減衰を考慮することで段落し部の作用Mが10%程度低減することが分かった。
- (3)加速度分布、速度分布から得られるモーメント分布を比較することで減衰の影響を求めた結果、減衰の影響により上部工の変位が抑制され、加速度が小さくなるため作用M分布が小さくなることが分かった。

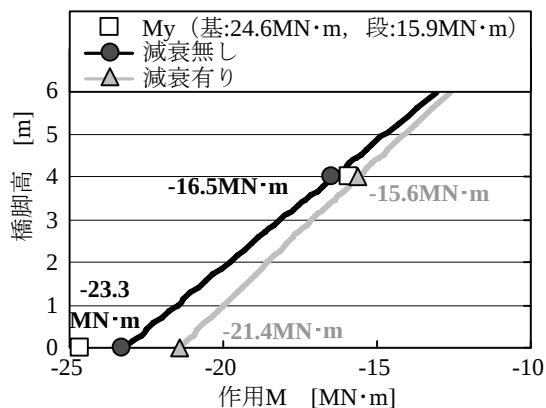


図-5 モーメント分布の比較

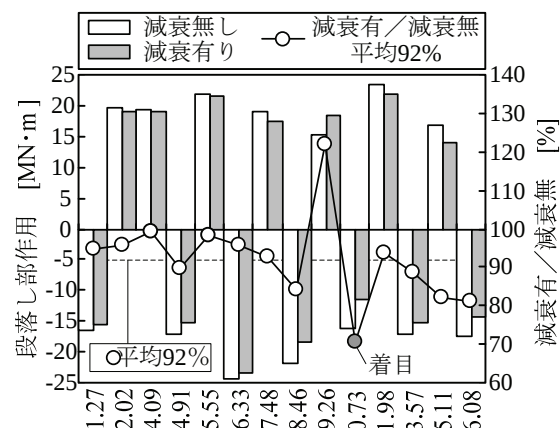


図-6 段落し部作用Mの比較結果

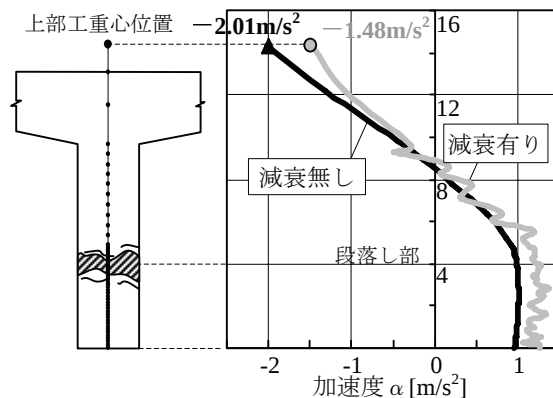


図-7 加速度分布の比較

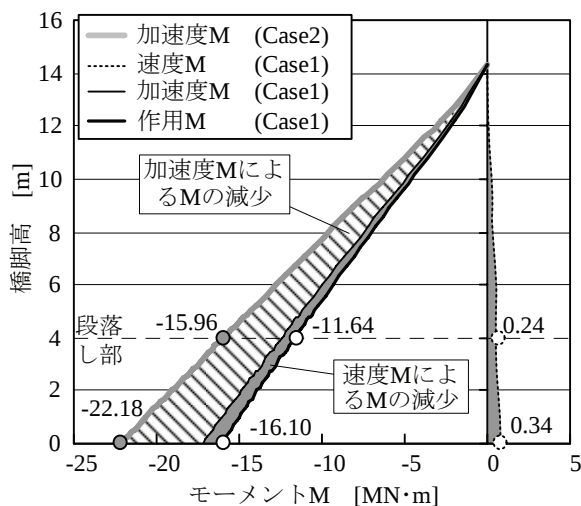


図-8 作用Mの比較結果