

兵庫県南部地震における鋼製橋脚の損傷と座屈パラメータの関係について

阪神高速道路公団 正会員 ○秦 健作 正会員 水谷 治弘 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
社団法人 鋼材倶楽部 正会員 才村 幸生 日本技術開発(株) 正会員 劉 銘崇

1.はじめに

1995 年 1 月 17 日の兵庫県南部地震において、高速道路の高架橋が落橋を含む重大な被害を受け、鋼製橋脚においても座屈損傷が多数発生した。本論文は、鋼製橋脚の耐震性能を支配する座屈パラメータに着目し、実際の鋼製橋脚の座屈損傷との関係について検討を加えたものである。ここで対象とした鋼製橋脚は、阪神高速道路 3 号神戸線の武庫川以西で、兵庫県南部地震により座屈損傷を生じた橋脚である。

2.座屈損傷に関するデータ

3 号神戸線の武庫川以西の鋼製橋脚 124 基（西 P120～神戸 P679）の内、54 基が座屈損傷しており、その中で主な座屈損傷がマンホール部以外の部位で発生したものは 31 基（円形断面 20 基、矩形断面 11 基）であった。主な座屈損傷がマンホール部付近に認められる橋脚柱断面は、座屈パラメータの適用性に問題があるため対象外とした。ここで定義した主な損傷位置とは橋脚柱部において複数個所で生じた座屈損傷のうち、補剛板の面外残留変形量が最も大きく発生した場所である。ここで示す座屈損傷ランク As～C は、主な損傷位置において文献 1) に準じて分類されたものである。この分類は座屈による補剛板の面外残留変形量の大きさを表す判定基準である。

3.座屈パラメータと座屈損傷ランクの関係

鋼製橋脚の耐震性能を支配するパラメータとしては、幅厚比 (R_R , R_F) または径厚比 (R_t)、細長比 ($\bar{\lambda}$)、軸力比 (N/N_y)、補剛材剛比 (γ_f/γ_1^*) 等があげられる²⁾。本論文では、これらの座屈パラメータを主な座屈損傷の位置において求めている。

図-1～図-5 は矩形断面橋脚（単柱およびラーメン橋脚）、図-6～図-8 は円形断面橋脚（単柱）における主な座屈損傷位置での座屈パラメータと座屈損傷ランクの関係を示している。ここで用いた座屈パラメータは平成 8 年道路橋示方書³⁾に準じて計算したものである。

図-1～図-5（矩形断面橋脚）より、以下のことがわかった。

- R_R は 0.4 以上、 R_F は 0.2 以上、 N/N_y は 0.3 以下、 $\bar{\lambda}$ は 0.7 以下、 γ_f/γ_1^* は 3.5 以下に分布している。 R_R , R_F は、他のパラメータよりばらつきの程度が小さく、座屈損傷ランクとの相関性がある程度認められる。
- 平成 8 年道路橋示方書によるぜい性破壊を防止する上での上限値である幅厚比パラメータ $R_R=0.5$ に着目すると、データ数は少ないものの単柱橋脚、ラーメン橋脚ともに座屈損傷ランク As～B では R_R の値が 0.5 より大きくなっており、損傷との対応は良好である。しかし、座屈損傷ランク C では、その傾向が顕著には見られない。

また、図-6～図-8（円形断面橋脚）より、以下のことがわかった。

- R_t は 0.04 以上、 N/N_y は 0.2 以下、 $\bar{\lambda}$ は 0.7 以下に分布している。これらの座屈パラメータと座屈損傷ランク As～B の関係を見ると、 N/N_y と $\bar{\lambda}$ の分布には物理的に意味のある明確な傾向は見られないが、 R_t については座屈損傷ランクとの相関性がある程度認められる。
- 平成 8 年道路橋示方書によるぜい性破壊を防止する上での上限値である径厚比パラメータ $R_t=0.08$ に着目すると、座屈損傷ランク As～B では R_t の値が 0.08 より大きくなっており、損傷との対応は良好である。しかし、座屈損傷ランク C では、矩形断面と同様その傾向が顕著には見られない。

キーワード：兵庫県南部地震、鋼製橋脚、座屈パラメータ、座屈損傷ランク

連絡先：〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路公団 工務部設計課 TEL:06-6252-8121 FAX:06-6252-4583

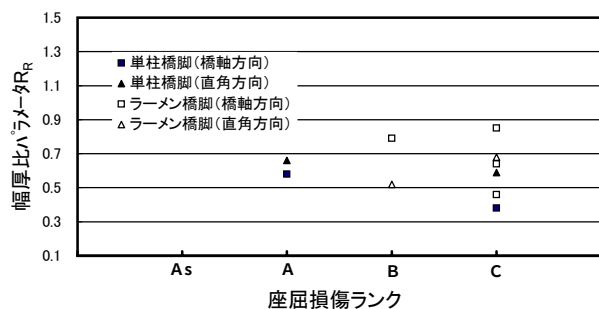


図-1 R_R と損傷ランクとの関係(矩形断面)

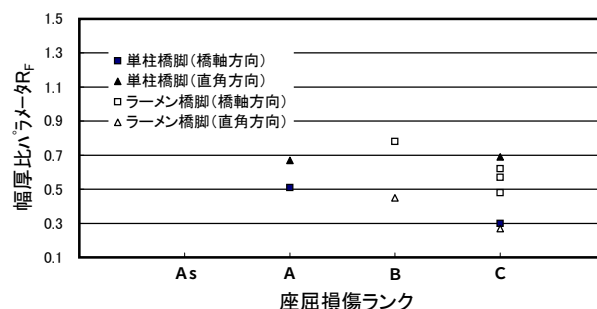


図-2 R_F と損傷ランクとの関係(矩形断面)

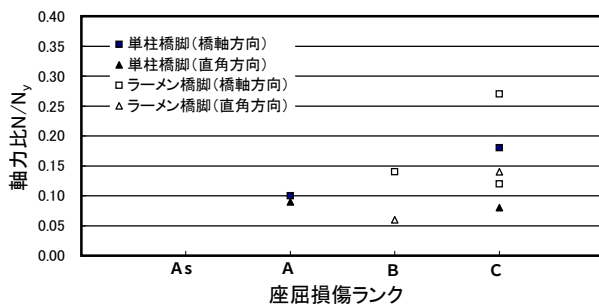


図-3 N/N_y と損傷ランクとの関係(矩形断面)

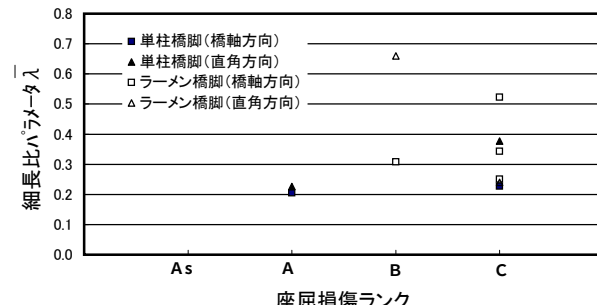


図-4 $\bar{\lambda}$ と損傷ランクとの関係(矩形断面)

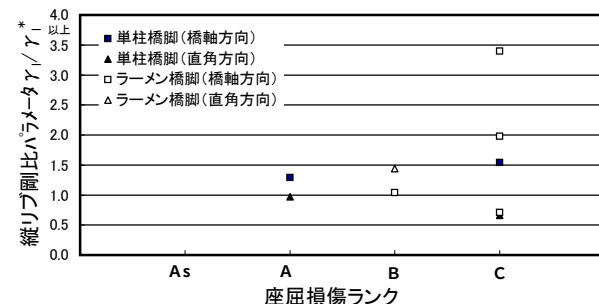


図-5 γ_1/γ_1^* と損傷ランクとの関係(矩形断面)

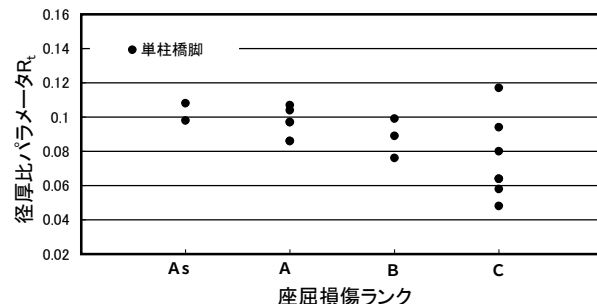


図-6 R_t と損傷ランクとの関係(円形断面)

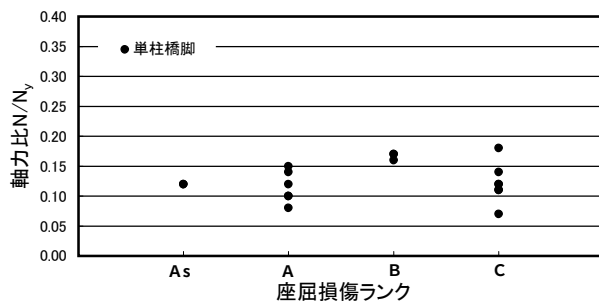


図-7 N/N_y と損傷ランクとの関係(円形断面)

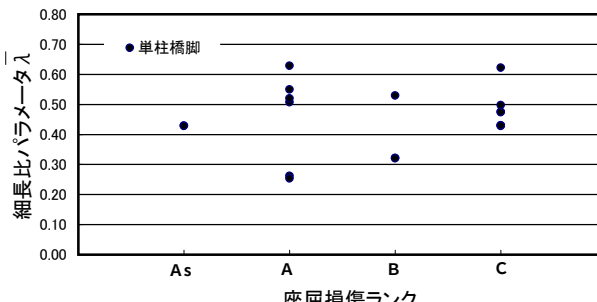


図-8 $\bar{\lambda}$ と損傷ランクとの関係(円形断面)

4.おわりに

兵庫県南部地震により実際に座屈損傷した橋脚に対する上記検討の結果より、平成 8 年道路橋示方書に示される幅厚比パラメータ R_R および径厚比パラメータ R_t の規定値と座屈損傷の程度を表す座屈損傷ランク、特にランクの大きい $A_s \sim B$ はある程度対応していることが示された。これより座屈パラメータ R_R , R_t は、座屈損傷ランク ($A_s \sim B$) に着目した場合、有効な耐震評価指標であることと、その信頼性がある程度確認された。

本論文は、阪神高速道路公団と(社)鋼材倶楽部との共同研究「兵庫県南部地震による鋼構造物の被災要因分析に関する研究」における成果の一部である。なお、社団法人日本橋梁建設協会の近藤俊行氏と尼子元久氏より貴重な助言を頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：大震災を乗り越えて、(財)阪神高速道路管理技術センター，1997.9.
- 2) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会：鋼橋の耐震設計指針と耐震設計のための新技術，1996.7.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋編，Ⅴ耐震設計編，1996.12.