

座屈変形した鋼板のプレス矯正後の残存強度

鳥取大学大学院 学生員

○田口 大介

鳥取大学大学院 正会員

池内 智行

鳥取大学工学部 フェロー会員

上田 茂

鳥取大学工学部 正会員

谷口 朋代

1. はじめに

兵庫県南部地震で被災した鋼製橋脚の補修・補強手法の一つとして、座屈変形で程度の軽いものに対してはプレス矯正や、補強板を取り付ける方法がとられている。鋼構造物の補修に当たっては、損傷を受けた構造部材の残存強度や、耐久性の観点から補修の必要性や程度を評価することが重要である。文献 1)では、数値解析を元に損傷たわみをパラメーターとした鋼板の残存強度評価式を提案している。本研究では、これをさらに進めて、被災した鋼製橋脚に対する残存強度評価とプレス矯正後の増加強度を求めることを目的とした。増加強度を求めるにあたっては弾塑性有限要素解析を行った。研究の手順は以下のとおりである。鋼製橋脚を構成する板パネルを対象として、まず地震動を模した数種のパターンの繰り返し圧縮引張を与えて損傷たわみを発生させる。さらに、損傷した鋼板にプレス矯正を施した後の残存強度を求めた。この解析結果よりプレス矯正による強度増加の定式化を試みた。

2. 残存強度解析手法

解析モデルは、鋼製橋脚の最小構成要素として周辺単純支持された鋼板を用いた。また初期不整として図-1に示すように板中央での初期たわみを $b/150$ 、残留応力を圧縮方向に $0.4\sigma_y$ 与えた。ここで b :板幅、 σ_y :降伏応力である。さらに、構造および変位の対称性により 1/4 モデルとして要素分割は図-1に示すような 13×13 分割とした。幅厚比パラメータ λ_p の影響を調べるため、 $\lambda_p = 0.3, 0.4, 0.5 \dots 0.8$ の 6 種類のモデルを考えた。なお、地震による損傷を解析によって再現するため、載荷パターンは図-2のような降伏変位 δ_y の 1~6 倍まで繰り返し漸増載荷させるパターンを用いた。図-3に解析手順を示す。

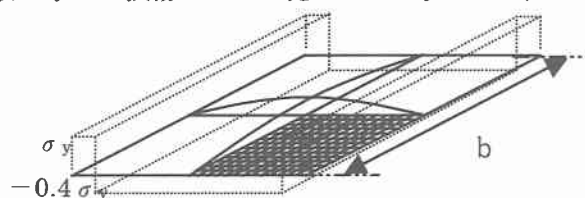


図-1 解析モデル

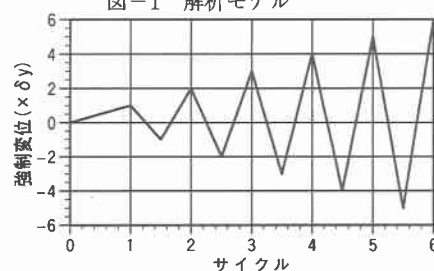


図-2 載荷パターン

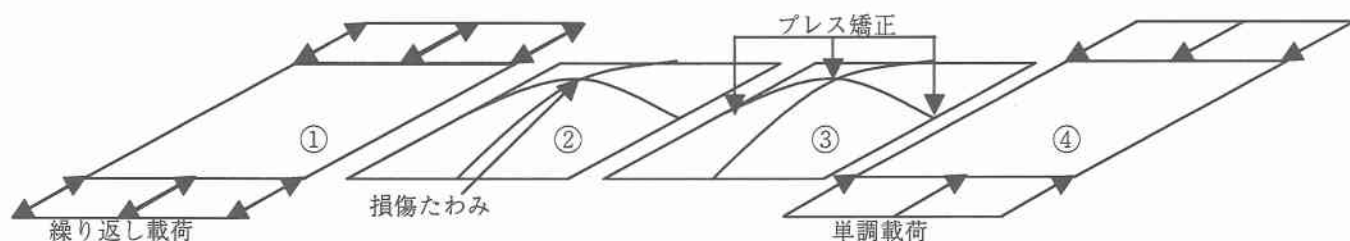


図-3 解析手順

- ① 地震動を想定して面内に繰り返し荷重を載荷させる。
- ② 地震動を受けて生じた板中央でのたわみを損傷たわみとする。
- ② たわみの生じた鋼板をプレス矯正することにより、損傷たわみを十分小さくする。
- ④ 圧縮方向に単調載荷し、その時の極限強度を矯正後の残存強度とする。

3. 解析結果と増加強度評価式の提案

図-4 に解析結果から得られた幅厚比パラメータ $\lambda_p = 0.4, 0.8$ のモデルの鋼板中央でのたわみ w と面内荷重 P との関係を示す。それぞれたわみは板厚 t 、荷重は降伏荷重 P_y で無次元化を行っている。 $\lambda_p = 0.4$ の比較的厚い鋼板ではプレス矯正による補修で残存強度が増加しているが、 $\lambda_p = 0.8$ の比較的薄い鋼板ではプレス矯正の影響はあまりないことが分かる。図-5 に、各幅厚比パラメータの損傷たわみ w/t とプレス矯正無しの場合と比較した残存強度の増加量 $\Delta P/P_y$ をまとめた。図より損傷たわみが大きくなるにつれて、増加する強度も大きくなって

いることが分かる。また、幅厚比パラメータ λ_p が大きくなるにしたがって残存強度の増加が小さくなっている。これらを考慮して増加強度評価式(1)を提案する。

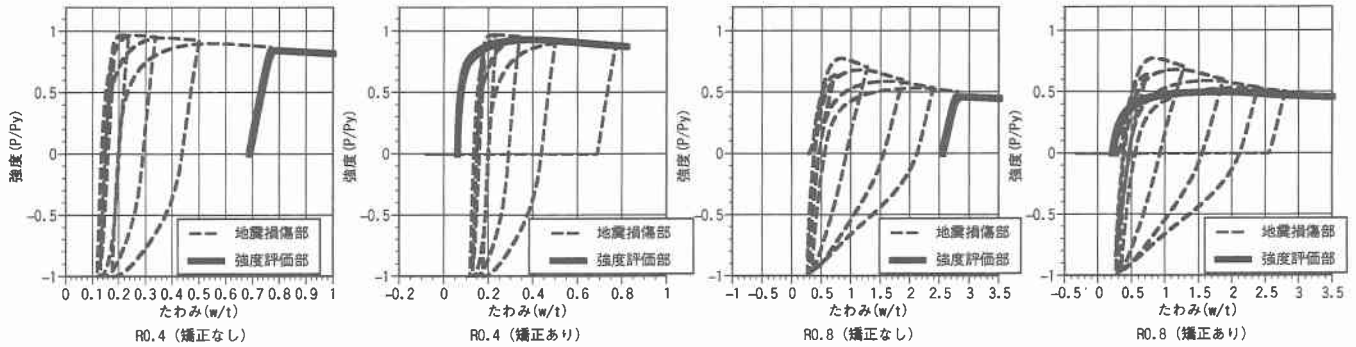


図-4 たわみと強度の関係

4. 増加強度評価手順

提案式(1)と文献1)で提案した式(2),(3)を併用することで、以下の手順により損傷たわみを生じた鋼板のプレス矯正後の残存強度の評価が可能である。

- ① 損傷を受けた鋼板について損傷たわみ w/t 、幅厚比パラメータ λ_p を求める。
- ② 式(2),(3)より、繰り返し荷重作用後の残存強度を求める。
- ③ 損傷たわみ w/t を、式(1)に代入しプレス矯正による増加強度を求める。
- ④ ③で得た増加強度に、②で求めた残存強度を加え、プレス矯正した場合の残存強度を求める。

図-6 にこの評価手順から求めた幅厚比パラメータ $\lambda_p=0.4, 0.6, 0.8$ の鋼板の損傷たわみとプレス

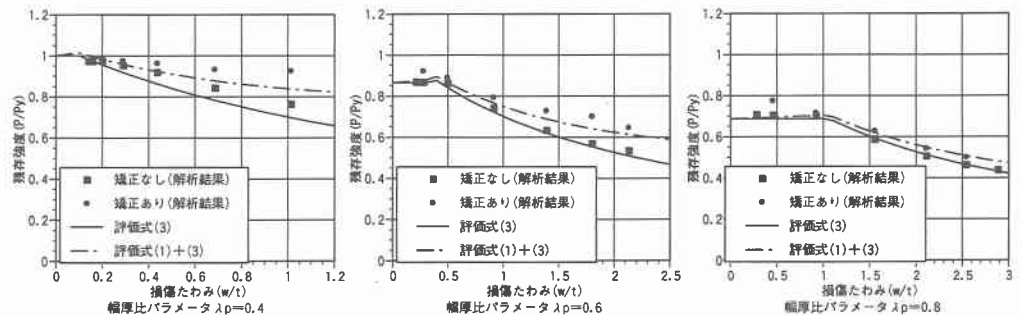


図-5 損傷たわみと強度増加の関係

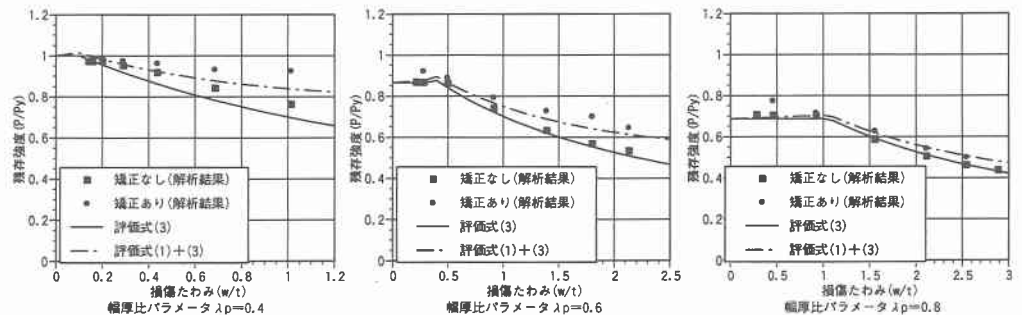


図-6 損傷たわみとプレス矯正の有無の残存強度

矯正後の残存強度の関係を示す。図中、矯正なしの解析結果に対して評価式(3)、矯正ありの解析結果に対して評価式(1)+(3)が対応している。 $\lambda_p=0.4$ では評価式が安全側の評価になっているが $\lambda_p=0.6, 0.8$ ではよく一致している事が分かる。

5. まとめ

本研究では周辺単純支持の鋼板に繰り返し荷重を作用させ損傷を与えた。この損傷を受けた鋼板と、さらにプレス矯正を施した鋼板の解析から残存強度を求めた。この結果から、プレス矯正の有無による残存強度の変化を調べた。

- ① プレス矯正によって強度の増加が見られたが、鋼板の幅厚比パラメータが大きくなるにつれて強度の増加量が減少することが分った。
- ② プレス矯正による強度増加を考慮した、地震損傷を受けた鋼板の残存強度評価式を提案した。

参考文献

- 1) 上田 茂、池内 智行、盛川 仁、田口大介：繰り返し荷重作用後の鋼板の残存強度評価,土木学会中国支部,研究発表会発表概要集,2001,pp25~26

$$\frac{\Delta P}{P_y} = 1.12 \exp(-5.23 \lambda_p) \frac{w}{t} \quad \dots (1)$$

$$\begin{cases} \frac{P}{P_y} = 1 & (\lambda_p \leq 0.5) \\ \frac{P}{P_y} = \left(\frac{0.5}{\lambda_p}\right)^{0.80} & (\lambda_p \geq 0.5) \end{cases} \quad \dots (2)$$

$$\frac{P}{P_y} = \frac{2.1}{\left(\frac{w}{t}\right) + 2} \quad \dots (3)$$