

異なる強度の補剛板を有する補剛断面の座屈強度に関する解析的研究

愛知工業大学 学生会員 ○北沢 拳歩 愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶
愛知工業大学 正会員 嶋口 儀之 愛知工業大学 正会員 宗本 理

1. はじめに

1995 年 1 月の兵庫県南部地震では、多くの橋梁の橋脚は大きな被害を受けた。その際、車両衝突事故による断面変形防止目的として基部にコンクリートが充填された鋼製橋脚が無充填に比べ、損傷が軽微であったことが報告された。その後、道路橋示方書が改訂され、コンクリートを充填が推奨される設計基準となった。

コンクリートを充填することにより鋼製橋脚の耐力および変形性能が向上し、エネルギー吸収量も増加するということが既往の研究により確認されている。しかし、鋼製橋脚にコンクリートを充填することで充填部分とその直上部の間に大きな強度差が生じるという問題が以前から指摘されている。

現行の道路橋示方書では、補剛材や補剛板に高強度鋼材（SM570 や SBHS500 など）を使用する場合、従来の鋼材より最小板厚など制限が厳しくなっている。しかし実験および解析による研究例も少なく、補剛材剛比や幅厚比などのパラメータの情報も極めて少ない。

そこで本研究では、補剛材の材質、補剛材剛比、幅厚比パラメータを変化させ、強度の上昇と変形能の向上に着目し無充填でコンクリートを充填した場合と同様の強度が達成できるか、Abaqus を用いてコンクリート無充填の補剛断面における補剛材のパラメータに着目したフルモデルの解析を行う。

2. 解析概要

解析対象は図-1 に示すような鋼製橋脚の補剛断面である。各 3 本の縦補剛材を有する正方形断面柱とする。柱の最上部に軸力と水平力を載荷する、2 軸載荷状態とする。本解析は荷重-変位関係より座屈が生じる直前の耐荷性能を比較する。

本研究では、有限要素解析プログラム Abaqus/CAE20 21 を用いて橋脚のモデル化を行い、静的解析を行う。断面の寸法については、ts と t は 9mm に固定している。補剛板の座屈パラメータは、幅厚比パラメータ R_R は、

道路橋示方書の実用的な範囲内と考える 0.5, 0.4, 0.3 となるように設定した。細長比パラメータ λ は 0.2 で一

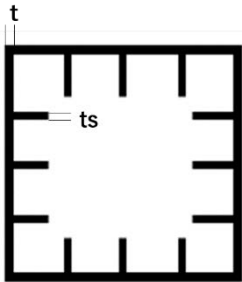


図-1 供試体断面図
表-1 解析パターン

番号	名称	R_R	γ / γ^*	補剛材材質
1	1-0.5-SM490	0.5	1	SM490
2	1-0.5-SM570			SM570
3	1-0.5-SBHS500			SBHS500
4	1-0.5-SBHS700			SBHS700
5	2-0.5-SM490		2	SM490
6	2-0.5-SM570			SM570
7	2-0.5-SBHS500			SBHS500
8	2-0.5-SBHS700			SBHS700
9	3-0.5-SM490		3	SM490
10	3-0.5-SM570			SM570
11	3-0.5-SBHS500			SBHS500
12	3-0.5-SBHS700			SBHS700
13	1-0.4-SM490	0.4	1	SM490
14	1-0.4-SM570			SM570
15	1-0.4-SBHS500			SBHS500
16	1-0.4-SBHS700			SBHS700
17	2-0.4-SM490		2	SM490
18	2-0.4-SM570			SM570
19	2-0.4-SBHS500			SBHS500
20	2-0.4-SBHS700			SBHS700
21	3-0.4-SM490		3	SM490
22	3-0.4-SM570			SM570
23	3-0.4-SBHS500			SBHS500
24	3-0.4-SBHS700			SBHS700
25	1-0.3-SM490	0.3	1	SM490
26	1-0.3-SM570			SM570
27	1-0.3-SBHS500			SBHS500
28	1-0.3-SBHS700			SBHS700
29	2-0.3-SM490		2	SM490
30	2-0.3-SM570			SM570
31	2-0.3-SBHS500			SBHS500
32	2-0.3-SBHS700			SBHS700
33	3-0.3-SM490		3	SM490
34	3-0.3-SM570			SM570
35	3-0.3-SBHS500			SBHS500
36	3-0.3-SBHS700			SBHS700

キーワード 補剛断面 座屈強度 高強度鋼材 補剛材 補剛材剛比 幅厚比

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学 TEL (0565) 48-8121

定とした。補剛材剛比は $\gamma/\gamma^*=1, 2, 3$ となるようにそれぞれ設定し、材質は SM490, SM570, SBHS500, SBHS700 の 4 種類、計 36 種類の解析を行う。

3. 解析結果

3.1 縦補剛材に使用する材質の違い

ここでは、縦補剛材に使用する材質の違いによる検討を行う。荷重-変位関係のグラフを図-2 に示す。参考にした実験供試体が水平変位 38mm で最大荷重に達しているため、水平変位 38mm 付近での検討を行う。

最大荷重で比較すると、SM490 より SM570 が約 6%、SM490 より SBHS500 が約 7%、SM490 より SBHS700 が約 14%上昇した。補剛材に高強度鋼材を使用すると、補剛材の降伏点が高いほど強度が上昇することが分かる。初期剛性については今回のモデルでは変化が見られない。

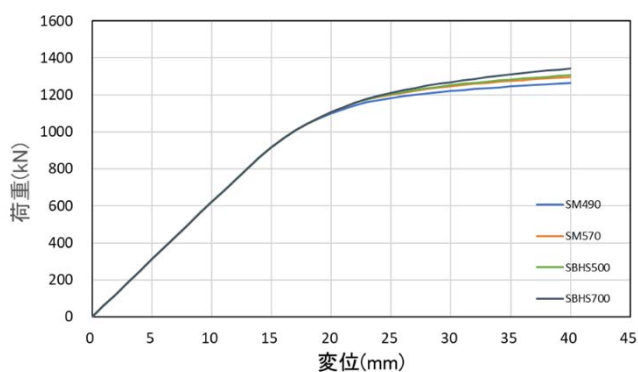


図-2 材質による検討

3.2 補剛材剛比変更による検討

解析パターン 1～12 により、補剛材剛比の違いで比較する。各鋼種における解析結果を図-3 に示す。どの鋼種で比較した場合でも、補剛材剛比を変更することで約 10%荷重が上昇することが分かった。

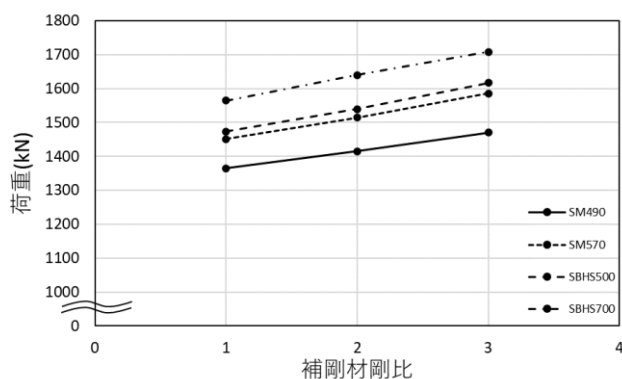


図-3 補剛材剛比による検討

3.3 幅厚比パラメータによる検討

パターン 1～4, 13～16, 25～28 で、幅厚比パラメータの違いで比較すると、解析結果を図-4 に示す。どの鋼種で比較した場合でも、幅厚比パラメータを変更することで約 15%荷重が上昇することが分かった。

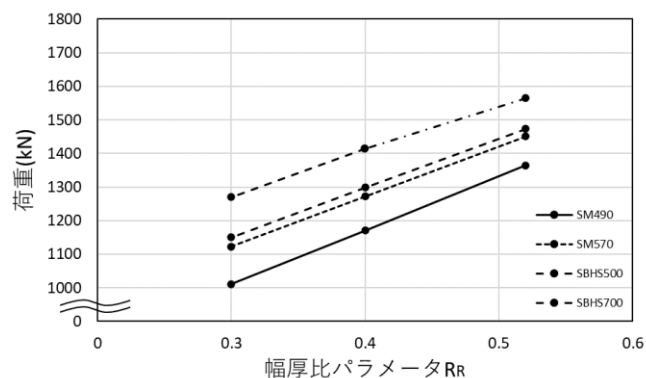


図-4 幅厚比変更による検討

4. まとめ

本研究では、補剛材のパラメータに着目し、耐震性能がどのように変化するかを解析的に検討した。結果を以下にまとめる。

- 1) 補剛材の鋼種を変えた場合と補剛材剛比を変えた場合は最大荷重が同じような上昇率を示した。
- 2) 補剛材剛比を変えた場合と幅厚比パラメータを比較した場合、幅厚比パラメータの方が最大荷重の上昇に影響を大きく及ぼすことが確認できた。
- 3) 幅厚比パラメータと補剛材剛比と鋼種を適切に組み合わせることで、強度が 2 割程度変化させられ、コンクリートを充填するのと同等の強度を実現することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所, 首都高速道路公団, 阪神高速道路公団, 名古屋高速道路公社, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会: 道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書(Ⅰ)-鋼製橋脚の正負交番繰返し載荷実験-, 共同研究報告書第 178 号, 平成 9 年 4 月
- 2) 小野潔: 多様な耐震性能を設定可能な鋼製の候を活用したハイブリッド鋼部材の開発, 科学研究費助成事業(科学研究費補助金)研究成果報告書, 2013 年 6 月