

斜張橋用端 2 箱桁断面の隅切り対策に関する耐風性検討

NKK 基盤技術研究所 正会員 村上 琢哉 NKK 基盤技術研究所 正会員 武田 勝昭
NKK 橋梁建設部 正会員 高尾 道明 NKK 基盤技術研究所 正会員 由井 陸粋

1. まえがき 斜張橋の低コスト化対策として、補剛桁の両端部に主桁を配置した桁構造（エッジガーダー）が注目されている。海外の実績を見ると、中規模斜張橋では 2 主 I 桁が多いが、径間長の増大に伴って、ねじれ剛性のより高い端 2 箱桁断面が検討されている（例えば文献 1）。筆者らは、2 主 I 桁断面の経済的耐風安定化対策として、橋梁建設あるいは供用上不可欠となる部材を I 桁の内側に突出させて擬似隅切りを設ける方法を提案して、渦励振に効果があることを示したが²⁾、ここでは、端 2 箱桁断面に対しても隅切り対策が有効かどうか耐風性検討を実施した。

2. 実験概要 測定断面 2 m（幅）× 3 m（高）の回流式風洞を使用し、一様流中でたわみとねじれの 2 自由度系ばね支持試験（縮尺 1/50、模型長 1.6m）を実施した。試験条件を表 - 1 に示す。条件は、2 主 I 桁断面との耐風性比較のために、文献 2) と同一とした。また、試験対象断面形状を図 - 1 (a)(b) に示す。同図 (a) は基本断面、(b) は基本断面の桁上、桁下に隅切りを設けた断面を示している。これらの断面はいずれも桁幅 22m、桁高 2.28m の 4 車線断面である。縦桁、横桁高さは、ともに 0.5m で、横桁間隔は 3m、縦桁間隔は 4.4m である。試験ケースは、まず基本断面に対して桁下に隅切りを設けたケース（桁下隅切り）、さらに、桁上面にも隅切りを設けたケース（桁上隅切り）を検討した。隅切りサイズについては、桁高方向には、文献 3) の主塔の最適隅切り形状を参考に、主桁高さに対して隅切り高さがほぼ 2/18 となるように桁上隅切り、桁下隅切り量を一定とし、桁幅方向の長さ（隅切り量 図中 XU、XL）を変化させた。桁上隅切りは、路肩防護柵の地覆によっても実施可能であるが、ここでは簡便のために角柱を新たに設置した。

3. 試験結果 桁上隅切りの角柱を設置しない断面で、桁下隅切り量 XL を変化させた場合の結果を図 -

2 (a) ~ (c) に示す。渦励振については、桁端部の加速度で表現し、道路橋耐風設計便覧⁴⁾で一応の目安とされている 100gal に判定基準の線を引いた。これより、隅切りのない基本断面のフラッター発現風速は約 65m/s であることがわかる。これは、同一条件の 2 主 I 桁断面のフラッター発現風速約 45m/s²⁾と比べて約 50% 高くなっており、今回検討した端 2 箱桁断面は、2 主 I 桁断面に比べて、幾何学的な空力特性も優れていることがわかる。また、迎角 0°、- 3° のフラッター発現風速は桁下隅切り量とともに改善する傾向にあるものの、迎角 + 3° ではフラッター発現風速が低下する。一方、渦励振については、一部例外はあるものの、桁下隅切りにより加速度は低減される傾向にあり、隅切りのない基本断面では迎角 0°、- 3° で 100gal に近いねじれ渦励振が、隅切り量 XL=15cm では約 70% に、XL=45cm では半分以下に低減されていることがわかる。

表 - 1 ばね支持試験条件

構造諸元	実橋（想定）	模型（縮尺 1/50）
桁幅	22.0m	0.44m
桁高	2.0m	0.04m
重量	25.23tf/m	16.05kgf/Model
極慣性	1548tf・m ² /m	0.426kgf・m ² /Model
対数減衰率	-	0.020
たわみ振動数	0.27Hz	2.10Hz
ねじれ振動数	0.54Hz	4.20Hz

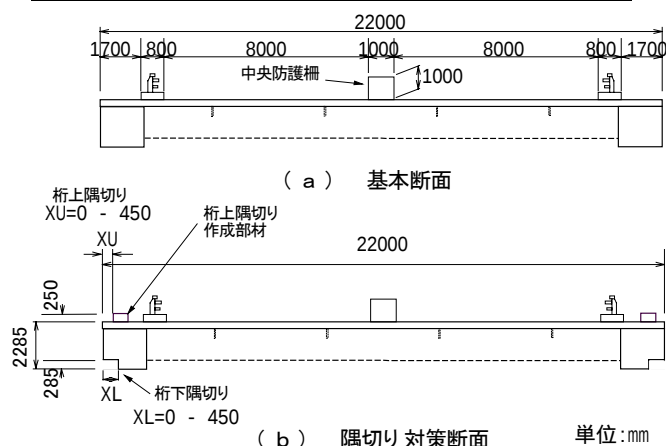
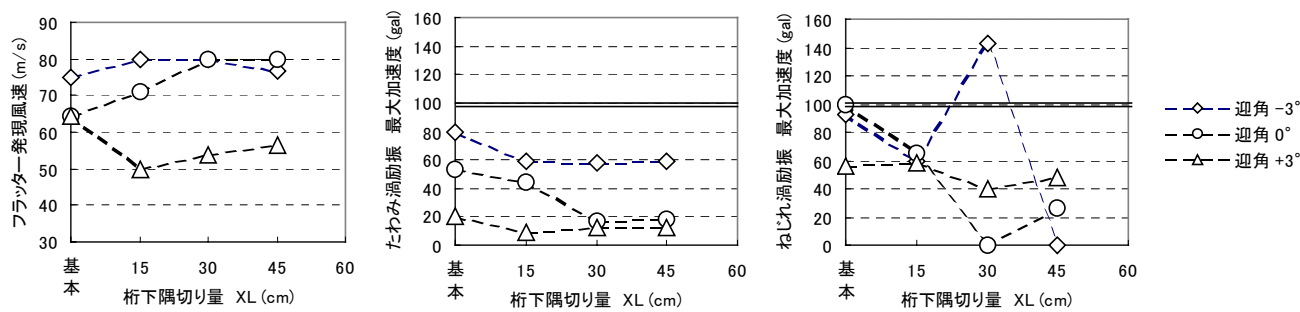


図 - 1 試験対象断面

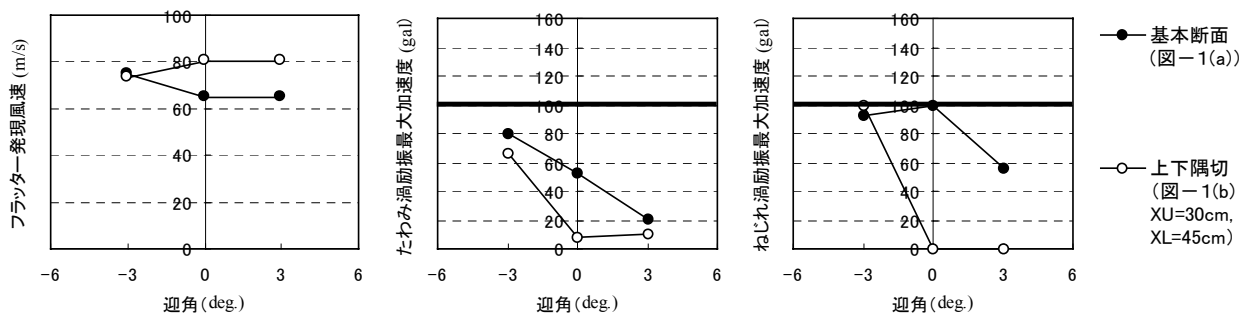
キーワード 端 2 箱桁、斜張橋、低コスト、耐風性、隅切り、ばね支持試験

〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1 - 1 NKK 京浜ビル TEL.(044)322-6337 FAX.(044)322-6519



(a) フラッター発現風速特性 (b) たわみ渦励振特性 (c) ねじれ渦励振特性

図 - 2 桁下隅切りサイズの検討結果



(a) フラッター発現風速特性 (b) たわみ渦励振特性 (c) ねじれ渦励振特性

図 - 3 基本断面と隅切り対策断面との耐風性比較

迎角 + 3° のフラッター特性を改善するために、XL=45cm を固定した状態で、XU=15cm、30cm、45cm のケースを実施した所、XU=30cm、45cm におけるフラッター発現風速が 80m/s 以上となった。XU=30cm、XL=45cm とした桁断面形状のばね支持試験結果を基本断面と比較して図 - 3 (a) ~ (c) に示す。これより、桁上桁下隅切り断面では、フラッター発現風速の最も低い迎角 - 3° でも 74m/s となり、基本断面 (64m/s) より約 15% 高くなっていることがわかる。また、渦励振については、たわみ渦励振、ねじれ渦励振ともに最大加速度は迎角 - 3° において基本断面と同程度の振動が生じており、ねじれ渦励振では 100gal 近くに達しているものの、基本となる迎角 0° では渦励振はほとんど見られていない。以上より、今回検討した端箱桁断面に隅切りを形成する耐風安定化対策は、適当な隅切りを設けることによって、フラッター発現風速を向上させることが可能となる。径間長の増大とともに、基本断面のフラッター発現風速は低下することから、本対策は大規模斜張橋を考えた場合には有効な対策になると考えられる。

4. まとめ 斜張橋用端 2 箱桁断面のばね支持試験を行った結果、以下の事が明らかになった。

今回実施した端 2 箱桁断面のフラッター発現風速は約 65m/s 程度であった。同一条件での 2 主 I 桁断面の結果よりも 50% 程度高い。

端箱桁断面の桁下に隅切りを設けた場合には、正の迎角でフラッター発現風速が低下した。しかしながら、桁上、桁下に適当なサイズの隅切りを設けた場合には、フラッター発現風速は約 15% 向上した。本対策は、端箱桁断面を有する斜張橋の長径間化を実現できる有効な対策になり得ると判断される。

参考文献

- 1) 林元培 (著)、謝旭、中崎俊三 (訳) : 中国の長大合成斜張橋の設計と施工 - 南浦大橋と揚浦大橋 -、橋梁と基礎、Vol.30、No.6、pp.25-34、1996 .
- 2) 村上、武田、高尾、由井 : 2 主 I 桁断面を有する斜張橋の耐風安定化対策に関する検討、第 16 回風工学シンポジウム論文集、pp.405 - 410、2000 .
- 3) 白石、松本、白土ら : 隅切りによる矩形断面の空力安定化効果、第 9 回風工学シンポジウム論文集、pp.193 - 198、1986 .
- 4) 日本道路協会 : 道路橋耐風設計便覧 平成 3 年 7 月 .