

## 歴史的鋼橋における耐震補強に関する調査

日大生産工（院） ○関口 尚希

日大生産工 五十畑 弘

## 1. はじめに

近年、土木構造物の歴史的側面に対する関心の高まりや価値評価が着目される傾向にある。歴史的価値を有する既設鋼橋の保全においては、使用性、安全性、耐久性と共に歴史的価値も考慮する必要がある。本文では、構造的機能と歴史的価値の保全実務上相互に相いれない傾向の強く表れる橋梁部位として落橋防止装置に着目し、構造機能の保全と歴史的、文化的価値の維持の両立性に関する考察を行う。

## 2. 落橋防止装置の種類と保全上の留意

一般的な鋼橋の落橋防止措置を表-1 に示す。落橋防止システムは 1996(平成 8)年の道路橋示方書の改定により規定されたもので「地震により上部構造が落下するのを防ぐこと」を目的として設ける構造システム(図-1)である。

歴史的鋼橋にはもともと落橋防止システムは設置されていないものが多く、新たに設置する場合には歴史的鋼橋としての価値が評価されている部分を損なわないように景観、構造、施工性を考慮し選定をする必要がある。落橋防止装置においては支承部分の景観影響が大きくなり、将来の施工性が困難になる場合があるため、歴史的鋼橋の場合は考慮が必要である。

## 3. 文化財の保全のための指針等

文化財等の保全に関する基準としては、「重要文化財（建造物）耐震診断指針」（1996 年 文化庁）のように建築物における指針がほとんどである。土木構造物においては、鋼橋の補修について各部位ごとについてまとめられた「歴史的鋼橋の補修・補強マニュアル」（2006 年 土木学会）がある。

阪神淡路大震災以降、文化財の耐震性能の向上が必要不可欠のため、文化庁では「文化財建造物等の地震時における安全性確保に関する指針」を制定し、構造面の補強を進めると共に、管理体制への対策を実施するための考え方を示している(表-2)。

表-1 一般的な鋼橋の落橋防止装置

| システム<br>の方向                | 構造                          | 構造例                              |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 落<br>橋<br>防<br>止<br>工<br>法 | 横軸方向                        | 桁かかり長                            |
|                            |                             | ①桁かかり長設置                         |
|                            |                             | ②タイバー設置                          |
|                            |                             | ③PCケーブル設置                        |
|                            |                             | ④PC鋼棒設置                          |
|                            |                             | ⑤緩衝チェーン設置                        |
|                            |                             | ⑥RC突起設置                          |
|                            | ジョイント<br>プロテク<br>段差防止<br>構造 | ⑦サイドブロック設置                       |
|                            |                             | ⑧アンカーバー設置                        |
| 橋軸直角<br>方向                 | 変位制限<br>構造                  | ⑨段差防止構造設置                        |
|                            |                             | ⑩サイドブロック設置                       |
| その他                        | その他                         | ⑪アンカーバー設置<br>新設、取替え、沓座拡<br>幅、塗装工 |

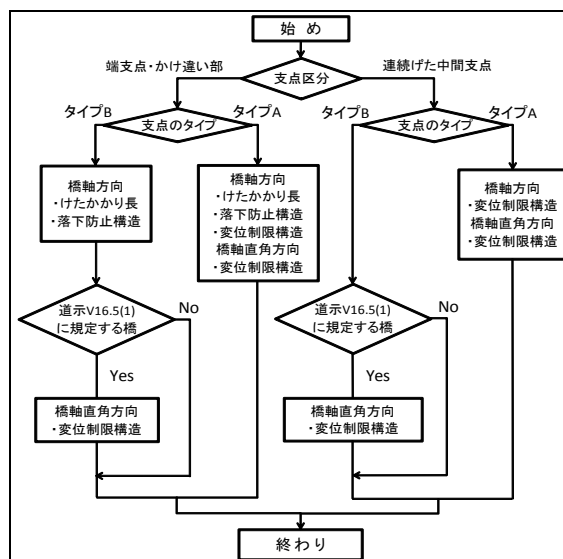


図-1 落下防止システムの考え方

表-2 文化財の保全のための指針等

| 年度   | 指針                    | 発行組織                     |
|------|-----------------------|--------------------------|
| 1996 | 重要文化財(建造物)耐震診断指針      | 文化庁                      |
| 1999 | 重要文化財(建造物)            | 文化財保護部                   |
| 2002 | 公共建造物の<br>保存・活用ガイドライン | 国土交通省<br>文化庁文化財部<br>建造物課 |
| 2006 | 歴史的鋼橋の補修補強マニュアル       | 社団法人<br>土木学会             |
| 2007 | 建造物評価と保存活用ガイドライン      | 社団法人<br>日本建築学会           |

表-3 文化財の補修・補強工法の留意点

|    | 留意点                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 耐力向上のための部材の補強は、同部位の伝統的な補強工法を優先的に検討                                      |
| 2  | 既存の材料・使用の変更が避けられない場合、全体に及ぶ変更を回避し、保存部分を設ける                               |
| 3  | 付加物による補強を行う場合は、可能な限り建物本来の素材やデザインを損ねないように配慮し、既存部位との納まりについて細部の仕様を含めた検討を行う |
| 4  | 補強材による補強工法では、可能な限り建造物本来の素材やデザインを損ねないように配慮し、当該物の同一性状の材料による手法と新素材の使用を比較検討 |
| 5  | 外観からの可視部分に付加物を設ける場合、周囲の環境に合わせ、違和感が少なく本来の構成部材と異なることが認識できるものを採用           |
| 6  | 主要な構造部材及び意匠を構成する部材を傷つけない                                                |
| 7  | 新素材や新工法の採用時は、性能が明確に実証されてから施工                                            |
| 8  | 施工の容易性、将来の維持管理の容易性を考慮した工法・仕様を検討                                         |
| 9  | 将来行われる修理の容易性と、耐震工学・補強技術の進展に配慮して、付加物の除去・更新が可能な工法・仕様を検討                   |
| 10 | 補修・補強工事中における安全性にも配慮                                                     |

表-4 歴史的橋梁の補強における留意点

| 工法                | 留意点                                                                                                      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| リベットによる継手施工が困難な場合 | 外観が損なわれないようトルシア高力ボルトで置き換える                                                                               |
| 溶接施工              | 鉄・鋼材の特性は、不純物であるP・S量が多く含まれているので溶接は避けるべき。だが常に否定させるものではない                                                   |
| ケーブルおよびPC鋼棒による補強  | 補強する際は部材径が小さいため、設置方法によってシールエットや、イメージを損なわない。ただし、荷重集中点となる定着部では構造的に大きくなりやすく、局部的に大きな力が作用するため、その構造や設置位置に留意が必要 |
| 支承の補修・補強          | 支承が耐震性能を満たさない場合、交換が必要となる場合があるが、歴史的価値を継承する観点から支承構造や意匠の変更が望ましくない場合では、オリジナルの支承を残し、変位制限装置やダンパーの併用により耐震性を確保   |

表-5 各橋梁における留意点(表-3)の適合度合い

| 留意点  | 白髭橋 | 言問橋 | 吾妻橋 | 駒形橋 | 厩橋 |
|------|-----|-----|-----|-----|----|
| 1    | ×   | ×   | ×   | ×   | ×  |
| 2    | ○   | ○   | ○   | ○   | ○  |
| 3, 4 | ×   | ×   | ○   | ○   | ×  |
| 5    | ×   | ×   | ○   | ○   | ○  |
| 6    | ○   | ○   | ○   | ○   | ○  |
| 8    | ×   | ○   | ×   | ○   | ×  |
| 9    | ×   | ○   | ×   | ○   | ×  |
| 留意点  | 蔵前橋 | 永代橋 | 清洲橋 | 勝鬨橋 |    |
| 1    | ×   | ×   | ×   | ×   |    |
| 2    | ○   | ○   | ○   | ○   |    |
| 3, 4 | ○   | ○   | ○   | ○   |    |
| 5    | ○   | ○   | ○   | ○   |    |
| 6    | ○   | ○   | ○   | ○   |    |
| 8    | ○   | ○   | ○   | ○   |    |
| 9    | ○   | ○   | ○   | ○   |    |

○ 基準に適合している

× 基準に不適合である



図-2 永代橋



図-3 言問橋

#### 4. 歴史的鋼橋に対する補修・補強工法の考え方

文化庁が示す重要文化財における補修・補強方法の留意点に基づき、その他の指針等を考慮の上、鋼橋への適用上の留意点をまとめた(表-3)。また、歴史的鋼橋の耐震補強における具体的工法を表-4に示す。落橋防止システムは桁端部および橋台、橋脚のまわりの構造を改変するため、構造によってはオリジナルの外観や意匠に与える影響も大きい。また、歴史的鋼橋ではオリジナルの外観や意匠の保存が重要となる場合があるため、落橋防止システムを設置する場合は、それらの構造や取り付け位置など構造外観に対する影響面への配慮も必要である。

#### 5. 既存事例の基準適合性の考察

歴史的鋼橋の補修補強の考え方を具体的な事例として隅田川に架かる9橋を対象として検証する。検証方法は、表-3で示した留意点の各橋梁の落橋防止システムへの適合性度合いを調査し、調査結果を表-5に示す。リベットによる施工が不可能な場合、留意点1は×となるが、保存部分を設けた場合、2は○となる。また、トルシア高力ボルトで代用をした場合、留意点3, 4は○となる。留意点7, 10は調査ができないため、省略したが、近年では施工中の安全面の指針があるため、適合していると思われる。

#### 6. まとめ

文化財に対する保全方法においては、原則としてオリジナリティーを残すことが優先とされるが、周囲の環境に合わせることも重要である。重要文化財のように細部まで考慮された補強ができれば、歴史的鋼橋の価値を損ねずに基本的機能を維持していくことは可能である。

#### 参考文献

- 文化庁文化財部：重要文化財(建造物)耐震診断指針, pp3-17, p65, 2001
- (社)土木学会：歴史的鋼橋の補修補強マニュアル, pp47-52, p107, 2006