

文化財登録を受けた橋梁の保全方法に関する研究

日大生産工(院) ○福田 貴裕
日大生産工 五十畑 弘

1. はじめに

2007年に永代橋、清洲橋、勝鬨橋の3橋が国の重要文化財に指定されたように、今後も歴史的価値を持つ供用中の土木構造物が増加するものと思われる。

国の指定を受けた重要文化財・登録有形文化財(以下文化財)の保全方法に関しては、「近代化遺産の修理等に係わる指針策定事業」(文化庁)、「歴史的土木構造物保存技術連合小委員会」(土木学会)において、検討されているが、明確な手法は確立されていない。

そこで本研究では文化財に指定された橋梁に着目し、それらの保全方法の明確化を目的とする。

2. 研究の目的

今回対象とする橋梁は、文化財に指定された橋梁である。この中には、重要文化財又は国宝、登録有形文化財がある。そして、そのどちらも文化財建造物としての保存と活用の際の安全性、利便性の確保が求められる。特に、登録有形文化財は建造物を活用しながら保存することに主眼をおいた制度である。表-1に重要文化財、国宝、登録有形文化財の選定基準を示す。

そして、既存の指針から導き出した保存方針から、文化財に指定された橋梁においての2007年に重要文化財に指定された永代橋・清洲橋・勝鬨橋(以下3橋)を具体事例とし、補修・補強工法の選択方法について検討し、文化財に指定された橋梁の保全方法を工法ごとに考察する。

3. 現行の保全の考え方

3-1. 既存の指針

現在、我が国における文化財等の保全方法に関する既存の指針・憲章等を表-2に示す。重要文化財(建造物)耐震診断指針のように建築物においての指針が多い。また、土木構造物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、歴史的砂防施設の保存・活用ガイドラインもある。

3-2. 補修・補強工法の選択方法

現在文化庁が示す重要文化財における補修・補強の留意点が、建築物等の家屋を対象としたものであるため(表-3)、橋梁を含めた構造物全般を対象とできるものとする(表-4)。その際考慮する点は、添え木、見え掛かり部分等の建築用語を構造物全般に適用させまとめた。

表-1 文化財指定の選定基準¹⁾

指定制度	選定項目
重要文化財	建築物、土木構造物及びその他工作物のうち、次の各号の一つに該当し、かつ、各時代又は類型の典型となるもの ①意匠的に価値の高いもの ②技術的に価値の高いもの ③歴史的価値の高いもの ④学術的価値の高いもの ⑤流派的又は地方的特色において顕著なもの
登録有形文化財	建築物、土木構造物及びその他工作物のうち、原則として建設後50年経過し、次の各号の一つに該当するもの ①国土の歴史的景観に寄与しているもの ②造詣の規範となっているもの ③再現することが容易でないもの

表-2 既存の指針²⁾

年度	指針	組織名
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)保存活用策定指針	文化財保護部
2002	公共建築物の保存・活用ガイドライン	国土交通省大臣官房官庁営繕部建築課文化庁文化財部建造物課
2003	歴史的砂防施設の保存・活用ガイドライン	国土交通省河川局砂防保全課文化庁文化財建造物課
2006	歴史的鋼橋の補修補強マニュアル	社団法人日本建築学会
2007	建造物評価と保存活用ガイドライン	社団法人土木学会

表-3 文化庁の示す補修・補強の選択方法¹⁾

番号	留意点
①	添木や金輪による部材の補強、筋違や方立による面剛性の強化、仕口による接合部の強化など、伝統的な部位の伝統的な補強工法を優先的に検討する。
②	既存の材料・仕様の変更が避けられない場合は、同一の材料・仕様によって構成される部位の全体に及ぶ変更を避け、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	付加物による補強を行う場合は、当該物と同一性状の材料による手法と新素材の使用を比較検討する。
⑤	新しい素材や工法を採用する場合は、性能が実証されているものとする。
⑥	補強による違和感が生じることのないように、十分考慮する。
⑦	見え掛かりに付加物を設ける場合、文化財的価値の所在に応じて影響の少ない部分に設け、違和感が少ないよう配慮すると共に、本来の構成部材と異なることが認識できるものとする。
⑧	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・仕様を検討する。
⑨	施工の容易性、維持管理の容易性に配慮した工法・仕様を検討する。
⑩	修理及び補強工事中における耐震性の確保にも配慮する。

表—4 文化財の補修・補強工法の選択留意点

番号	選択方法
①	耐荷力向上のための部材の補強は、同部位の同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	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
④	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
⑤	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
⑥	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
⑦	補修・補強工事中における安全性にも配慮する

(※著者作成)

4. 3橋の事例

4-1. 3橋の概要

今回、具体事例として研究対象とした、3橋の概要について示したものを表—5に示す。

いずれも、建設当時の最先端技術を駆使していることから、2007年に重要文化財に指定された橋梁である。また、永代橋と清洲橋は、その意匠価値においても評価される橋梁である。

4-2. 3橋の一般的補修・補強工法

3橋を部材毎での、考えうる補修・補強工法を調査し、整理したものを表—6に示す。

付属品を除く上部工はさらに、経年劣化や雨水の浸食による亀裂・腐食・変形に関する工法、近年の交通量の増大による耐荷力向上を目的とした補修・補強工法、部材の取替え工法と細分化した。

4-3. 補修・補強工法の可否

ここで、3橋に適用しうる補修・補強工法をとりあげる。そして、それらの工法に構造物全般における補修・補強の留意点を考慮のうえ、適用可否を導き出す(表—7)。

判断する上での項目は、留意点①②③④より歴史的鋼橋の保全で重要とされる外観の変化を、留意点⑤⑥より将来の維持管理の容易性を考慮したうえでの施工の難易度を、3橋の周辺環境を考慮し留意点⑦より施工の安全性確保のため交通規制の有無を判断項目として加える。

適用可否に関しては、外観への影響が可否の判断を大きく左右する結果となった。

これらの結果として現行の保全の考え方から、3橋の他の事例を調査することで、適用しうる一般的工法を考察し、それらを他の既存の指針や、事例とあわせることで文化財における留意事項を作成した(表—8)。

さらにここでは、3橋の他にも、文化財の事例を適用し、一般的工法に加え、移設保存、機能追加を加えた。

表—5 3橋の概要¹⁾

橋梁名	竣工年月日	形式	橋長(m)×幅員(m)
永代橋	1926/12/20	下路/バランスド タイトアーチ橋 (中央径間) 単純鋼板桁 (側径間)	185.17×22.0
清洲橋	1928/3/15	三径間自碇形 補剛吊橋	186.73×22.0
勝鬨橋	1940/6/14	シカゴ型固定軸 双葉跳開橋 (中央径間) 鋼タイトアーチ (側径間)	246.0×22.0

表—6 3橋の一般的補修・補強工法¹⁾

構造部位	工法	事例	
上部工	床板	亀裂・腐食・変形に関する工法	塗装・防水工、矯正工法 モルタル吹付け工、 樹脂注入工法、
		床板補強工法	鋼板接着工法、 桁増設工法、 上面増厚工法、 下面増厚工法、 炭素繊維補強工法、 アンダーデッキ工法、 外ケーブル工法、 バックルプレート補修、 デッキプレート補修
		取替え工	床板打ち替え工法、 床板取替え工法
	床組	腐食・亀裂・変形に関する工法	補強板添接工法、 溶接補修工、 ストップホール工法 塗装・防水工法
		桁補強工法	溶接補修、補強板工法、 外ケーブル補強工法、 横桁・縦桁連続化工法、 横桁・縦桁増設工法、 横桁・縦桁・対傾構補強、 リップ増設工
		取替え工	部材全体取替え工、 部材部分取替え工
主桁・主構	腐食・亀裂・変形に関する工法	塗装工・防水工	
	補強工法	主桁増厚工法、 フランジ断面の補強、 鋼板添接工、 連結版取り付け工	
付属品	支承	取り替え(全体・部分)、溶接補修、塗装工	
	伸縮装置	伸縮装置取替え工法、非排水化工事、 フェースプレート接着工法、据え直し補修、 舗装段差補修、Uリブ内モルタル注入、 高力ボルト接着工、リブ当て板工法	
	排水装置	清掃排水、装置取替え工法、 装置補修工法	
	落橋防止	新設、取替え、沓座拡幅、突起の設置、 塗装工、アンカーバー設置、 PCケーブル設置、PC鋼棒設置	
	その他	シアロック取替、照明取替え、 ライトアップ灯具の取り付け	
下部工	橋台	橋台敷き補修、橋台拡幅、 橋台壁補修、鋼材巻き立て工	

表-7 一般的補修・補強工法の適用可否

構造部位		工法名	規制有無 *	外観への影響 **	難易度 ***	適用可否		
上部工	床板	亀裂・腐食・変形に関する工法	塗装工・防水工	有	A	A	可	
			樹脂注入工法	一時	A	A	可	
			モルタル吹付け工	無	A	A	可	
			矯正工法	無	B	B	可	
		床板補強工	鋼板接着工法	無	B	A	可	
			桁増設工法	一時	B	B	可	
			上面増厚工法	有	C	B	否	
			下面増厚工法	一時	B	B	可	
			炭素繊維補強工法	一時	B	A	可	
			アンダーデッキ工法	一時	C	C	否	
			外ケーブル工法	無	A	C	可	
			バックルプレート補修	有	A	B	可	
			デッキプレート補修	有	A	B	可	
		取替え工	床板打ち替え工法	有	A	C	可	
			床板取替え工法	有	A	C	否	
	床組	亀裂・腐食・変形に関する工法	塗装工・防水工	有	A	A	可	
			補強板添接工	一時	B	B	可	
			ストップホール工法	無	A	A	可	
			溶接補修工法	一時	B	A	可	
		床組補強工法	外ケーブル工法	一時	B	C	否	
			横桁・縦桁連続化工法	有	A	B	可	
			横桁・縦桁増設工法	一時	B	B	可	
			横桁・縦桁・対傾構補強工法	一時	C	B	否	
			リブ増設工法	一時	A	B	可	
		取替え工	部材全体取り替え	有	B	C	否	
			部材部分取替え	一時	B	B	可	
		主桁・主構	腐食に関する工法	塗装工	無	B	A	可
			主桁・主構補強工法	フランジ断面補強	一時	B	B	可
				鋼板添接工	一時	C	C	否
				連結板取り付け工	一時	B	C	否
	主桁増設工法			有	B	B	否	
	付属品		支承	支承取替え(全体・一部)	有	B	B	否
				溶接補修工法	一時	A	A	可
				塗装工	一時	A	A	可
			伸縮装置	伸縮装置取替え工	無	C	B	否
				非排水化工事	無	A	A	可
		フェースプレート接着工		一時	B	B	可	
		据え直し補修		有	A	B	可	
		舗装段差補修		有	B	A	可	
		排水装置	リブ当て板工法	有	B	B	否	
			清掃排水	無	A	A	可	
	装置取替え工		無	A	A	可		
落橋防止装置	排水柵の増設	一時	B	A	可			
	落橋防止装置(新設・取替)	無	B	B	可			
	沓座拡幅	無	B	B	可			
	塗装工	無	A	A	可			
	アンカーバー設置	無	A	A	可			
	PCケーブル設置	無	A	B	可			
	PC鋼棒設置	無	B	B	可			
その他	シアーロック取替	一時	B	C	可			
	ライトアップ灯具の取り付け	無	B	A	可			
下部工	橋台	橋台敷き補修	一時	B	B	可		
		橋台拡幅	一時	B	B	可		
		鋼材巻立て工	一時	B	B	可		

*: 交通規制 有、無: 規制の有無
 一時: 一日以下もしくは、部分的に規制を要す
 **: 外観への影響 A: 影響が少なく有効な工法
 B: 可視部分での採用時は注意が必要な工法
 C: 大きな影響が予想されるため、できるかぎり避けたい工法
 ***: 施工性の難易度 A: 比較的容易
 B: 検討を要す
 C: 十分な検討を要す

(※著者作成)

表—8 文化財の補修・補強工法の選択留意事項

工法の種類	留意内容
部材の取替え	基本的に歴史的構造物を保存する場合は、部材の取替えは原則的にオリジナリティーを尊重しなくてはならないので、可能な限り旧部材を利用して補強鋼板の添接などを検討する。
床版補強	床版の取替え・改修(軽量化)は比較的外観への影響が少ないため、有効な工法である。また、工法自体の実績も多いため、重要文化財の工法の選択方法⑤を満たすとも言える。だが、大規模な工事では交通規制の有無などの安全性の確保にも留意する。
リベット工	リベットは歴史的価値を持つ橋梁において重要な遺構を示すものが多いので、同箇所においてのリベットでの修復が望ましく、ボルトにする場合もリベットに似た形状を持つトルシア形高力ボルトの使用が望ましい。 例)永代橋：オリジナルのリベットの代わりにトルシア形高力ボルトを使用している。このことによりオリジナルの外観を損ねていない。(写真—1)
支承(取替え、機能追加)	支承の取替えは避けるべきではあるが、やむを得ない場合は同形式での再現が有効。また沓周りに落橋防止装置等の付加物を設置する際は、表—3の選択方法④を適用すべきである。 例)永代橋：落橋防止装置表面を平面的にすることによって、周囲の環境に合わせた上で本来の構成部材と異なることが認識できるものとしている。(写真—2)
塗装工	歴史的価値を持つ土木構造物で重要とされる外観への影響を受けやすい工法が塗装工であり、元のイメージを損ねかねない。だが、周辺の調和などの理由により新規色の選択も可能だが、過去の色は記録しなければならない。 例)長浜大橋：愛媛県の長浜大橋は地元で「赤橋」と呼ばれ親しまれている経緯があるため、同色での塗り替えとすべきである。(写真—3)
使用機能の追加	ライトアップ設備は、橋梁の景観、橋梁に対する認識や関心を高める意味に必要なものと考えられているが、照明の規模や形状によってはオリジナルの意匠を損なう恐れがあるので留意すべきである。 例)清洲橋：ライトアップ灯具のコードを橋体と同色にすることによって、外観を損ねていない。(写真—4)
移設、再利用	原位置での転用、展示、または移築などが考えられるが、いずれも歴史的に大きな影響を与えるものなので十分な検討が必要である。よって、オリジナルの色、技術、工法の復元や、原型保持を念頭に置く。 例)塩谷橋：大正7年6月に道路橋として架けられた塩谷橋は、兵庫県浜坂町を流れる岸田川に戸田橋として移設され、昭和58年まで使用された。さらに、昭和61年淡路島公園に移設保存された。(写真—5)
展示	構造物、本来の機能を満たすことの出来ないものの、措置として、部材の再利用、一部部材の残置、撤去記録の公開などが挙げられる。 例)勝鬨橋：1970年を最後に閉閉をしない勝鬨橋は、可動施設の一部である変電所を改造し、資料館として一般公開している。(写真—6)

5. 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事が重要である。さらには、補修・補強工法の選択方法でも述べたとおり、補修・補強工事中の安全確保、将来の維持管理の容易性についても考慮すべきである。

また、原位置での保存が困難な場合や、やむを得ない場合は、再利用、展示、移設等を考える。この場合、橋梁の一部を残すことや、展示施設等の設置をすることで、歴史的価値の保存をすべきである。つまり、一般的な構造とは別に、歴史的価値のある部位を保存すべきと考える。



写真—1 永代橋
高力ボルト



写真—2 永代橋
落橋防止装置



写真—3 長浜大橋
全景⁴⁾



写真—4 清洲橋
ライトアップコード



写真—5 塩屋橋
全景⁵⁾



写真—6 勝鬨橋
かちどき橋の資料館

6. 今後の課題

今回、重要文化財に指定された橋梁について着目することで、歴史的鋼橋の保全方法について明らかにした。

だが、橋梁の保全は個々の条件が重要となってくる。今後の課題は、他の文化財に指定された橋梁の事例を交えて考慮すべきと考える。

参考文献

- 1) 福田 貴裕, 五十畑 弘: 重要文化財に指定された橋梁の保全方法に関する研究—永代橋、清洲橋、勝鬨橋を対象として—, 土木学会関東支部第 35 回技術研究発表会講演概要集, 2008
- 2) 福田 貴裕, 五十畑 弘: 文化財登録を受けた橋梁の保全方法の方向性についての一考察, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008
- 3) 土木学会: 歴史的鋼橋の補修・補強マニュアル, 2006. 11,
- 4) 土木学会四国支部: 土木紀行 No2(愛媛県)
- 5) HP: 淡路島近代化遺産

(<http://www.awaji-vision.jp/midokoro/isan/index.html>)