

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—

日本大学生産工学研究科 学生会員 ○福田 貴裕

日本大学生産工学部 フェロー会員 五十畑 弘

1. はじめに

近年、土木構造物の増加により既設構造物の補修・補強等の保全技術は重要な課題となっており、これらの土木構造物の中には歴史的価値を持つものも含まれる。その中で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。現在、文化庁では重要文化財の保全方法の具体案として「近代化遺産の修理等に係わる指針策定事業」として検討しているが、明確な保全の手法は現段階で確立されていない。

本研究では重要文化財に指定された永代橋、清洲橋、勝鬨橋(以下3橋)に適用される補修・補強工法の制約を見出すことで、歴史的価値を持つ土木構造物への保全方法の方向性を見出すことを目的とする。

2. 研究方法

まず一般的な鋼橋に、適用しうる補修・補強工法を調査する。その上でそれらの工法が文化庁の示す補修・補強の選択方法に適合するかを検討する。これによって、重要文化財に指定された橋梁へ適用可能な工法について考察する。

3. 3橋の概要

研究対象とする3橋の概要として竣工年月日、形式、規模、について調査したものを表-1に示す。

4. 重要文化財への指定

2007年に3橋が重要文化財に指定された。その際の選定理由について説明する。

4. 1 重要文化財の指定項目

まず建築物、土木構造物が重要文化財に指定されるためには、次の5項目の一つ以上該当し、かつ各時代の類型の典型となるものでなくてはならないとされている。そこで、文化庁の定める重要文化財の評価項目を表-2に示す。

4. 2 3橋の指定理由

2007年に3橋が重要文化財に指定されたときの指定評価項目と、指定理由について表-3に示す。

いずれも、各時代の最先端の技術を駆使して架設されていることがわかる。

5. 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-4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。

表-1 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 タイドアーチ橋 (中央径間) 単純鋼鈹桁 (側径間)	185.17 × 22.0
清洲橋	1928/3/15	三径間自旋形 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) 鋼タイドアーチ (側径間)	246.0 × 22.0

表-2 重要文化財の指定項目¹⁾

番号	項目
①	意匠的に優秀なもの
②	技術的に優秀なもの
③	歴史的価値の高いもの
④	学術的価値の高いもの
⑤	流派的または地方的特色において顕著なもの

表-3 3橋の指定理由¹⁾

橋梁名	評価項目	指定理由
永代橋	①②	建設当時、特殊な鋼を使うことによりわが国での最大支間を実現した橋であり、技術的達成度を示す遺構として重要であること
清洲橋	①②	材料、構造形式、工法において昭和初期の最先端の技術を駆使していると共に当時を代表する吊橋であること
勝鬨橋	②	国内最大の可動支間を有し、その技術的完成度の高さは近代の技術の指針となっていること

キーワード 重要文化財, 補修・補強, 保全方針, 橋梁

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科 TEL 047-474-2420

表-4 3橋の一般的補修・補強工法

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、 リブ増設工
		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	

※文献2)、3)より著者作成

6. 文化財における補修・補強工法の制約

6.1 補修・補強工法の留意点

文化庁が示す補修・補強の選択留意点(表-5)を構造物全般についての留意点とする。

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、橋梁を含めた構造物全般を対象とできるものとする。

その際考慮する点は、添え木などの部材、見え掛り部分などの建築用語を構造物全般に適用させ、同じような意味を持つ留意点をまとめる。(表-6)

表-5 文化庁の示す補修・補強の選択方法⁴⁾

番号	留意点
①	添え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	見え掛りに付加物を設ける場合は、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に配慮すると共に、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-6 構造物全般における補修・補強の留意点

番号	留意点
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

※表-5 から文献4)、5)を参考に著者作成

6.2 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。

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	
		床板補強工	矯正工法	無	B	B	可	
			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	
		床組補強工法	溶接補修工法	一時	B	A	可	
			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	
			リップ増設工法	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
				フランジ断面補強	一時	B	B	可
			主桁・主構補強工法	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	
	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	
	付属品		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			リップ当て板工法	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		
その他		PC鋼棒設置	無	B	B	可		
	シアロック取替	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

※文献 2)、3)より著者作成

7. 考察

7-1. 3橋に適應された工法

ここで、3橋に実際に適用された工法について考察する。

(1) 塗装工事

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、勝鬨橋でも過去に塗装工事が行われている。この事例では留意点①よりこの場合も同材種、同工法を優先すべきと考えるかもしれないが、この場合留意点⑥から

将来の維持管理の容易性を考え、留意点③、⑤を考慮し新素材の検討と、元の色調を損ねないようにしなければならない。(写真-1)

(2) 落橋防止装置

外観からの可視部分に付加物を加える場合は、留意点④が適用される。この場合は、写真-2の永代橋の落橋防止装置のように、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にする。

(3) バックルプレート補修

写真-3は永代橋のバックルプレートである。永代橋では、昭和61年に車道部床板のバックルプレート取替えとして、全バックルプレート1440枚のうち断面減少をきたしている約3割を取り替えた。その際、床板とバックルプレートの連結にオリジナルのリボ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ず、将来の維持管理の容易性を考慮している。

(4) ライトアップ施設の設置

近年、歴史的鋼橋にライトアップ設備を設けるケースが増えつつある。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で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。

写真-4は永代橋のライトアップ灯具を下部から見たものである。照明装置はアーチに沿って設置されているため遠目から見る分には違和感はない。だが、写真-5のように歩行時など近くから見ると黒いコードが目につき、橋梁の外観を損ねている。一方、清洲橋では写真-6のようにコードの色を橋面の色に合わせることによって、違和感がないものとなっている。よって永代橋でも同様にコードの色を橋面に合わせることが好ましい。

7-2. 適応可否に関する考察

3橋は、これまで歴史的価値を残すための特殊な技術は使われていない。だが、結果的に重要文化財としての意匠価値、技術的価値を残すことに成功している。しかし、重要文化財に指定された現在では、工法を選定する際は、表-7の外観に対する影響でAの工法か、やむを得ない場合でも留意点①～④を適用するとともに、仕様について十分な検討を行ったうえでBの工法を選択する。

さらに、補修・補強工事中の安全確保のために交通規制の有無や、オリジナル工法と新技法の比較、将来の維持管理の容易性を考慮することが重要である。

8. あとがき

重要文化財の橋梁についての保全方針は、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、この3橋のように都市部の重要文化財では、周囲の環境に合わせることも重要である。今回は3橋についての補修・補強工法の制約についてまとめたが、この保全方法を一般化することにより、今後の歴史的価値を持つ土木構造物の保全に適用できると考えられる。

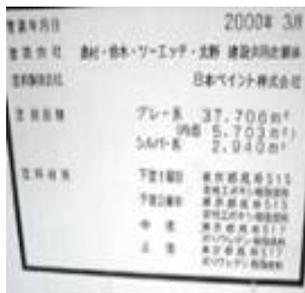


写真-1 勝鬨橋
塗装履歴版



写真-2 永代橋
落橋防止装置



写真-3 永代橋
バックルプレート



写真-4 永代橋
ライトアップ灯具



写真-5 永代橋
灯具のコード



写真-6 清洲橋
灯具のコード

参考文献

- 1) 文化庁 HP:「重要文化財の新指定について」
http://www.bunka.go.jp/oshirase_other/2007/pdf/houdou_siryuu_20070316.pdf
- 2) 「橋梁工学ハンドブック」編集委員編: 橋梁工学ハンドブック, 技報堂, 2004年, pp72-79, 469,
- 3) 永田礼子, 佐々木葉: 歴史的鋼橋の保存技術に関する研究, 土木史研究公演集, Vol.24, 2004年, pp305-310.
- 4) 文化庁文化財部: 重要文化財(建造物)耐震補強診断指針, ぎょうせい, 2001年3月, p.65
- 5) 社団法人土木学会, 財団法人砂防フロンティア整備推進機構: 中山間地域における歴史的砂防施設の保存活用による地域活性化調査報告書, 2003年3月, pp19-25.