

サザンイエローパイン材を用いた木橋の健全度診断と安全性の検証

福岡大学大学院 学生員 ○檜垣新之輔 福岡大学 正員 渡辺浩
 福岡大学 西本尊 皿田啓人

1. まえがき

平成8年に九州中部に位置する遊歩道に集成材を活用した近代的な4つの木橋が架設された。それらには部材に地元産のスギ材や北米産のサザンイエローパイン材が使用されているが、このうち2橋に使用されているサザンイエローパイン材について劣化の進行が確認された。本報告ではこのサザンイエローパイン材を対象に健全度診断を行い、これらの木橋の安全性の検証と対応について検討する。

2. 各橋の診断結果

2.1 A橋の概要と調査結果

写真-1のA橋は橋長11.1mの湾曲集成材による2主桁橋である。写真-2のように桁端部や桁材の上部の劣化が進行していることが疑われた。そこで、PUNDITによる超音波伝播速度測定とIMLF-300による穿孔抵抗値測定による診断を試みた。4箇所の桁端(A1G1, A1G2, A2G1, A2G2)ごとに、写真-2の○数字で示した位置の断面を水平方向に測定した。これを取りまとめたのが表-1である。桁の上部にあたる③④⑧はいずれも劣化が進んでいることがわかる。一方で、⑤の位置の鋼板に孔を開けそこから穿孔抵抗値を測定したところ、いずれも十分な抵抗値が得られた。

調査の結果から、本橋では主桁の上部が劣化していると推定される。劣化すると断面が小さくなり、曲げに対する耐荷性能が低下するため、実際の使用状況下での耐荷性能の検証が必要である。

2.2 A橋の安全性の検証

主桁部材はラミナ17層の集成材で構成されている。このうち上部の3層の劣化が著しいことから、これが全く機能しないと仮定して上部の3層を除いた14層の桁として安全性の検証を行った。

自重と幅員1.5mに対する群集荷重3.5kN/m²を作用させると、主桁には最大9.8N/mm²が生じる。許容応力度12.4N/mm²以下であることから、このような仮定の下では安全であるといえる。しかしながら、その割合は約79%と余裕は小さいため、これ以上劣化を進行させないために、断面修復とコーティング防腐処理を行うことが望ましいと考えられる。



写真-1 A橋



写真-2 A橋の桁端部



写真-3 B橋

表-1 A橋の診断結果のまとめ

位置	超音波伝播速度				穿孔抵抗値			
	A1G1	A1G2	A2G1	A2G2	A1G1	A1G2	A2G1	A2G2
①	○	□	□	○	○	○	□	○
②	○	○	□	○	□	○	○	○
③	×	×	×	×	×	○	×	×
④	×	×	×	×	-	-	-	-
⑤	-	-	-	-	○	○	○	○
⑥	○	○	○	○	-	-	-	-
⑦	○	○	○	○	-	-	-	-
⑧	×	×	□	×	-	-	-	-

超音波伝播速度の×は200m/s以下、□は1000m/s以下

穿孔抵抗値の×は抵抗値の平均が10以下

⑥⑦⑧は桁端から約3m

2.3 B橋の概要と調査結果

写真-3のB橋は中央径間に9.6mの2面の固定アーチを有する橋長15.1mの上路アーチ橋である。アーチ材と主桁材にサザンイエローパイン集成材が使用されているが、写真-3のように黒く変色した部分が散見される。表-2、表-3はアーチ部材における超音波伝播速度と穿孔抵抗値測定の評価をとりまとめたものである。上部の劣化が進行しているのはA橋と同様であるが、その範囲が広いことがわかる。主桁材も同様であったが、桁高に対し実支間が小さいことから、安全面に問題はないと考えられる。

以上のことからB橋ではアーチ材のうち3層程度が劣化していると推定される。このため、それを踏まえた耐荷性能の検証が必要である。

2.4 B橋の安全性の検証

アーチ部材は8層であるが、このうち下部の5層のみが健全であると仮定して微小変位解析を行った。ここではアーチ部材のみを取り出して、自重と群集荷重を作用させた。その結果、曲げ応力と圧縮応力の和の最大値は中央部分の7.0 N/mm²となり、許容応力度12.4 N/mm²以下となった。このことから、現在の時点では実用上は十分な耐荷性能を有していると考えられる。

しかしながら、全体的に劣化していることを考慮すると適切な補修が望まれる。ただし湾曲材であるため部分的な補修は難しいため、アーチ部材は交換が望ましいと考えられる。また架設位置は重機の搬入は困難であることから、搬入の容易さも考慮し、図-1のように通直材を組み合わせた方杖形式の橋への改修を提案した。現在、写真-4のように改修が進んでいる。

3. まとめ

- ・A橋では適切な補修と対応がなされれば今後も供用は可能である。B橋では主桁は補修、アーチ材は交換が現在行われている。
- ・サザンイエローパイン材は薬剤の注入は良好でも吸水性が高いため、外措材では供用中の不具合を生じる可能性が高い。
- ・今回の事例では早期の診断がなされたため、補修費を減少させることができる見込みである。このように適切な診断を行い、早めの補修や対策がなされれば維持管理費の減少につながる。

参考文献 1) 日本建築学会:木質構造設計基準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—,pp.342-343,2002.

表-2 B橋のラミナ毎の超音波伝播速度の評価

部材	アーチ部材 R1						アーチ部材 R2					
	1a	2a	3a	4a	5a	6a	1a	2a	3a	4a	5a	6a
位置 ↑	×	×	×	×	×	□	×	○	×	×	×	×
	×	×	×	×	×	□	○	×	×	×	×	×
ラミ ナ	○	○	×	×	×	×	○	○	×	○	×	×
	○	○	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○
	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
	□	○	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○
位置 ↓	○	○	○	□	○	○	×	○	×	○	○	○
	○	○	□	○	□	○	□	□	×	○	□	○

表-3 B橋の各断面とラミナ毎の穿孔抵抗値測定の評価

位置	アーチ部材 R1											
	1a	2	2a	3	3a	4	4a	5	5a	6	6a	
位置 ↑	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	○	○	○	□	○	○	○	○	×	□	×	
ラミ ナ	○	○	○	□	×	□	○	○	×	×	×	
	○	×	○	□	○	×	○	○	○	□	×	
位置 ↓	□	○	○	○	○	×	○	○	○	□	○	
	○	○	○	○	○	×	○	○	○	□	□	

位置	アーチ部材 R2											
	1a	2	2a	3	3a	4	4a	5	5a	6	6a	
位置 ↑	×	○	○	×	×	□	×	×	×	○	×	
	×	□	○	□	□	□	×	○	□	○	×	
ラミ ナ	×	□	○	□	×	□	×	□	□	□	×	
	□	×	○	○	○	○	□	□	○	○	×	
位置 ↓	○	□	○	○	○	□	□	○	○	○	○	
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□	○	

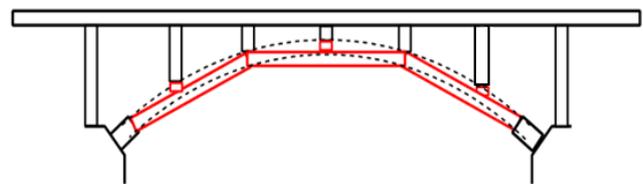


図-1 B橋のアーチ部材交換のイメージ



写真-4 改修の様子