

錦帯橋古材の残存性能と診断法の提案

福岡大学 学生会員 江川 敦 福岡大学 正会員 渡辺 浩
福岡大学 正会員 坂田 力 福岡大学 添田 朋子

1 まえがき

山口県の東端、県内最大の錦川の下流に位置する岩国市には約 330 年もの歴史を有する錦帯橋がある。錦帯橋は、現在までに多くの架け替え・修理が行われてきたが、多くの労力・経費がかかっており、これらを低減するためには残存性能の把握、簡易で定量的な診断法が求められるところである。そこで本研究では、錦帯橋古材の残存性能を調べるとともに、その診断法の評価を行うことを目的とする。

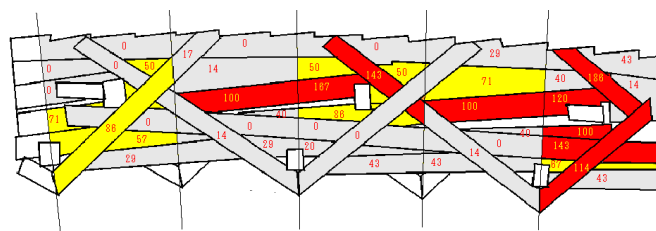
2 錦帯橋部材試験

2.1 錦帯橋部材試験概要

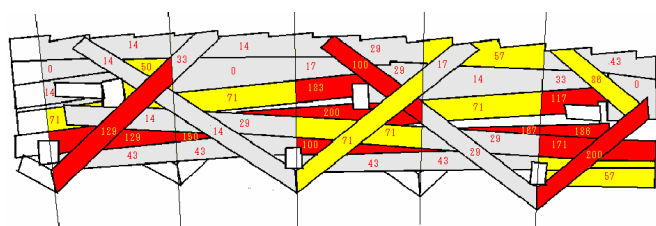
試験体は岩国市より譲り受けたアーチ材の一部(写真-1)である。このブロックは 2002 年の架け替



写真-1 錦帯橋のアーチ材ブロック



(a) 目視



(b) 打診・触診

0:「いいと思う」 100:「疑わしい」 200:「絶対におかしい」として評価し、それらの平均でまとめている。
赤: 100 以上 黄色: 50~99 灰色: 49 以下で色分けしている。

図-1 目視と打診・触診の結果

えにより撤去された第3橋の一部分である。これについて目視、打診・触診、超音波伝播速度測定、穿孔抵抗値測定、縦圧縮試験の5つの試験を行った。

2.2 目視・触診・打診

目視・打診・触診は最も基本的であり簡便な診断ではあるが、結果は主観的、抽象的なものとなる。ここではまず、これらで部材の劣化をどの程度知ることができるかを検討する。診断者は学生等の日頃点検実務に従事しない者7名である。はじめに視認距離約 1m で目視のみによる判定を行い、続いて千枚通しとハンマーによる打診・触診を加えた判定を行った。図-1 は目視と打診・触診の診断結果を7名平均で示している。数値が大きいほど腐朽が疑われる。両者と比較してみるとわかるように、疑わしい部分はほぼ同様である。よって、近接目視による診断でもある程度精度よい結果が得られることがうかがえる。

2.3 超音波伝播速度測定

ブロックのままでは以降の検討が困難であったためケヤキ2体、アカマツ5体、ヒノキ4体の試験体を長さ 800mm で採取した。なお、これらの部材は長さ方向で断面が変化したり、ホゾ穴等の欠損があるものがある。これらについて断面の超音波伝播速度を8点で測定した。

表-1 はその結果の代表例である。赤色で示された

表-1 代表的な部材の超音波伝播速度

		後詰四	六番桁	七番桁	平均木四2
樹種		ケヤキ	アカマツ	アカマツ	ヒノキ
理論値		1315	1472	1472	1415
断面	1	2075	2078	1988	908
	2	2219	1553	2213	956
	3	2111	2020	2000	895
	4	2000	2070	2023	791
	5	1983	2602	1384	818
	6	2003	2153	766	623
	7	2028	2142	1038	500
	8	2075	2139	305	195
平均		2062	2095	1465	711

箇所は理論値より遅い、すなわち腐朽が疑われる部分である。ここでは平均木と七番桁の速度が理論値より遅く腐朽が疑われる。

2.4 穿孔抵抗測定

深さごとのねじ込み抵抗を測定すると、3mm ほどの傷跡は残るが内部の状況も把握できるため木部材の劣化診断として利用されている。ここではその結果を以下の圧縮健全度指数で評価することとする。

$$R = \frac{\int R \cdot dx}{X}$$

x : 深さ
 X : 測定深さ
 R : 各々の深さの抵抗値

図-2は超音波伝播速度と圧縮健全度指数の関係を示している。圧縮健全度指数が大きければ超音波伝播速度も大きいという関係をうかがうことができる。

2.5 圧縮試験

最後にアカマツ材 5 本について縦圧縮試験を行った。変位は中央部の 40cm 区間で測定した。図-3 はそれらの荷重と変位の関係である。最大荷重は 380kN~600kN であった。

図-4にアカマツ材の圧縮強度と超音波伝播速度の関係を示す。ただし、断面積が一定ではないため、ここでは最小の断面積で結果をまとめている。この図より両者には明確な相関があることがわかる。また、これらの残存強度はいずれも設計許容応力度 7.4N/mm²を超えていることもわかる。

図-5 は圧縮強度と圧縮健全度指数の関係を示す。圧縮健全度指数はいずれも 20 前後であるが圧縮強度は 15~25N/mm²と差がある。このため圧縮健全度指数から圧縮強度を知ることは難しいことがわかる。

3 まとめ

表-2 に診断結果の代表例をまとめる。その結果以下のことがわかる。

- ・残存強度に関しては、いずれも設計許容応力度を超えていた。
- ・目視、打診・触診により圧縮強度の定量的な予測はできないが、目視、打診・触診の結果がよくない場合は、強度も小さいことから基本的な診断としては有用であることがわかる。
- ・圧縮強度と超音波伝播速度には高い相関が認められた。このことから超音波伝播速度により残存強度を推測することも可能であることがわかる。

表-2 代表的な部材の診断結果

	目視	打診・触診	超音波伝播速度 (m/s)	穿孔抵抗による圧縮健全度指数	残存強度 (N/mm ²)
後詰四	38	22	2062	54	
六番桁	43	108	2095	19.1	25.4
七番桁	81	133	1465	17.4	13.5
平均木	14	31	711	9.0	

赤色は腐朽が疑われるもの

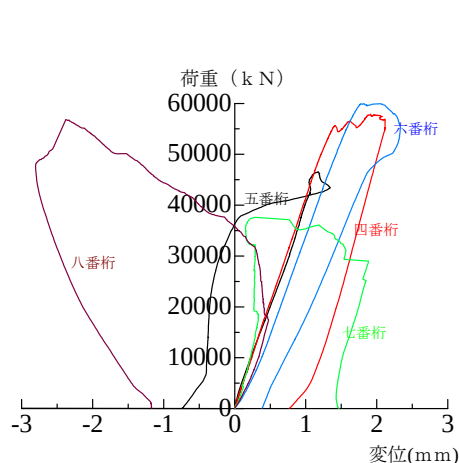


図-3 荷重と変位の関係

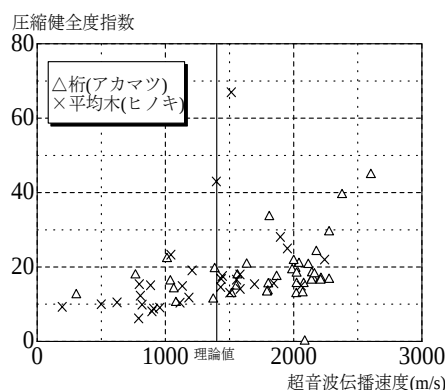


図-2 超音波速度と圧縮健全度指数

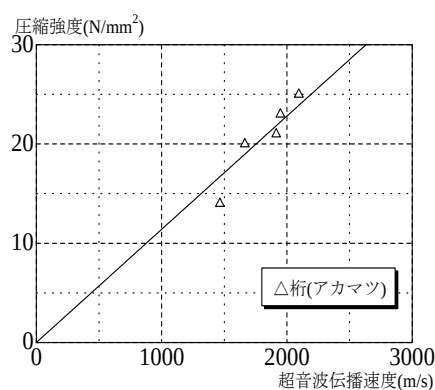


図-4 圧縮強度と超音波伝播速度

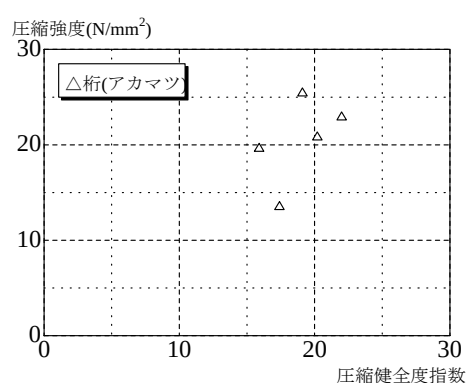


図-5 圧縮強度と圧縮健全度指数