

木橋の劣化診断法の一試案

名城大学理工学部 正会員 堀内 孝英

名城大学理工学部 立川 剛

興亜開発株式会社 ○笠間 修一

1. まえがき

木橋建設後の経年的劣化現象による木橋の安全性は、木材の腐蝕劣化による木橋各部位・部材の断面欠損や強度低下さらに接合部および補強金物の腐蝕が木橋の安全性を直接的に支配する。したがって、既設木橋の安全性の検討に当たっては、木橋各部位・部材の経年的劣化現象による木材表面の劣化の進行状況や内部の強度・剛性状況を定量的に把握し、それらにもとづいて現時点での木橋架構全体の耐力度解析を行う必要がある。しかし、木橋の劣化現象を対象とした安全性を定量的に評価するための劣化診断手法および判断基準は現在確立されていない。したがって、木橋の劣化による安全性の検討は、主として、技術者の経験的判断、すなわち、建設後の経過年数や目視、あるいは簡易的な工具・機器等により、木橋各部位・部材の劣化や損傷の程度を定性的に評価し、木橋の建替時期や補強・補修等を行っているのが現状といえる。

ここに、本報告は、木橋の経年的劣化現象による安全性を定量的に評価するために必要な木橋の各部位・部材の表面劣化量および内部状況を簡易的に把握するための診断法について、既設木橋および伐採後、自然放置状態の木材について診断・調査した結果についてまとめたものである。

2. 劣化診断法と診断木橋

既設木橋の劣化診断に際しては、架構の一部を多少欠き込むことは可能であっても、切り取って内部状況を診断・調査することは困難な場合が多い。したがって、劣化診断に当たっては、木橋の各部位・部材にはできる限り損傷を与えないで安全性の検討、すなわち耐力度解析用の資料を得る必要がある。このような観点から、木材の表面劣化程度を診断するために、写真-1に示す測定器を用いた。これは、地盤の植生等を判定するための土壌硬度計（山中式、(株)木屋製作所製）の先端部分を改良したもので、木材表面劣化の程度を先端部の貫入量によって直接的に診断するものである。

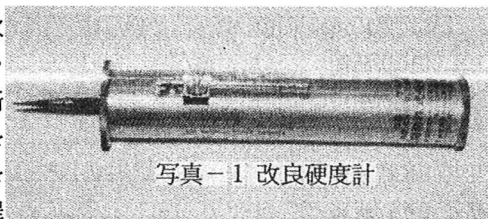


写真-1 改良硬度計

一方、木材内部の強度や剛性状態を直接的に診断するために、超音波測定器（PUNDIT：英国C. N. S. Electronics社製）および弾性波測定器（Oyo ES-1A：応用地質(株)製）を用いて、伝播速度を測定する。さらに、木材の経年的変化による材質の劣化および強度低下については、木材伐採後、1年、3年、10年および20年間、自然環境状態で放置された丸太材を用いて、上記診断と合わせて木材の圧縮強度試験（JIS Z 2111）を実施し、既設木橋の診断結果と対比し、劣化診断法の妥当性について検討する。

診断対象木橋は、長野県木曽郡上松町赤沢休養林地区内の森林鉄道に、昭和52年に新設架構され、既に、11年経過した2つの木橋（A橋：L=20.50m、D橋：L=16.30m）である。

3. 劣化診断結果と考察

1) 橋脚部柱材の表面劣化：図-1は、A橋橋脚部柱材（ひのき材）の表面劣化状態について、改良硬度計で測定した結果の一例を示したものである。図（a）は、6,7,8柱材各位についてa~c断面線上に沿う各測定位置で測定した結果を平均貫入量で断面上に、また、図（b）は、各柱材について、円周方向の平均貫入量をそれぞれ水面からの高さとの関係で示してある。図-1から、貫入量の大きい程、木材の表面劣化が進行していること、換言すれば、耐力度解析用の断面欠損量が大きいことを意味している。また、橋脚柱材の貫入量は、水面からの高さ約60cmを境に、それ以下で大きく、それ以上で小さい傾向が明らかに認められる。水面

から60cm以上の部分で貫入量の大きい箇所は、苔や茸類の繁殖が顕著で、これらが、木材劣化現象を促進していることがわかる。

2) 木材伐採後の経過年数と劣化：木材伐採後、自然放置された樹皮付き丸太材（ひのき、直径20~40cm、長さ約1m）の樹皮を除去し、表面劣化および内部状態について診断した結果を図-2および図-3に示す。図-2は、貫入量と伝播速度（パンジットによる）との関係を、伐採後の年数をパラメータとして画いたものである。また、図-3は、貫入量および伝播速度と伐採後の年数との関係を示したものである。ここに、貫入量および伝播速度の値は平均値をプロットしたものである。尚、これらの図中には、最小自乗法による直線回帰式ならびにA橋およびD橋の診断結果の一例も併記してある。図-2および図-3から、伐採後の経過年数が長くなると貫入量は増大し、一方、伝播速度は減少する傾向が明確に認められる。また、建設架橋され11年経過した診断対象木橋橋脚柱材の伝播速度は、丸太材の伐採後10年、20年に比較しても大差なく、内部状態には変化がないことが認められる。一方、貫入量に関しては、丸太材に比べて、木橋柱材の方がかなり大きな値を示している。これは、自然放置された丸太材は、樹皮付きのため、樹皮によって、辺材（形成層）への腐蝕劣化を保護し、木材表面からの内部劣化への進行を遅らせている一因と思われる。

3) 経年変化による木材強度と劣化：木材の経年的変化による強度劣化を診断するため、圧縮強度試験用として形成した供試体（年代別各3供試体）について、貫入量および伝播速度と縦圧縮強度との関係を伐採後の経過年数をパラメータとして示したのが図-4である。尚、同図中には、縦圧縮強度と貫入量および伝播速度との関係を示す直接回帰式を併記してある。この図から、木材の経年的変化による縦圧縮強度と貫入量は、負の相関、また、縦圧縮強度と伝播速度は正の相関があることが認められる。特に、耐力度解析に必要な力学定数に着目すると、伐採後20年経過した木材でも縦圧縮強度は200kg/c㎡程度の値を示している。

4.まとめ

本報告は、木橋の構造耐力度を解析するために必要な断面欠損量や強度定数をうるための簡易的な劣化診断法の一試案を提案するための基礎的調査を行ったものであるが、診断法を確立するためには多くの木橋を診断調査する必要がある。尚、本橋の診断調査に当たっては、名工建設株式会社本社開発部および木曾営業所の御協力を得ましたことを、ここに深く謝意を表します。

〈参考文献〉1) 木造建築物の耐久性向上技術、建設大臣官房技術調査室監修、技報堂出版（1986）

2) 木構造設計規準・同解説、日本建築学会（1973）

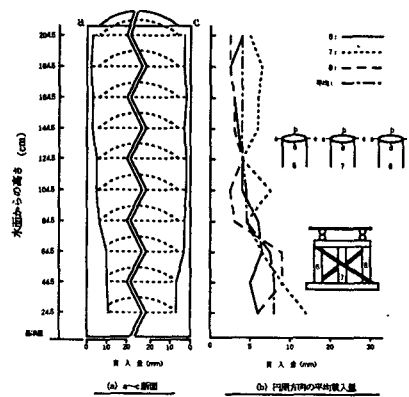


図-1 橋脚柱材の貫入量

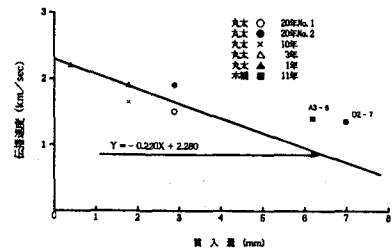


図-2 貫入量と伝播速度

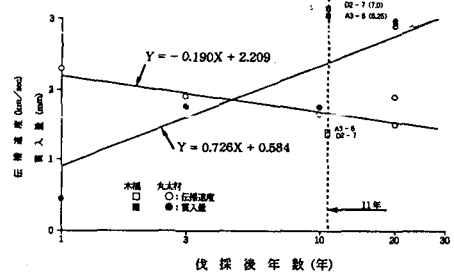


図-3 伐採後年数と貫入量・伝播速度

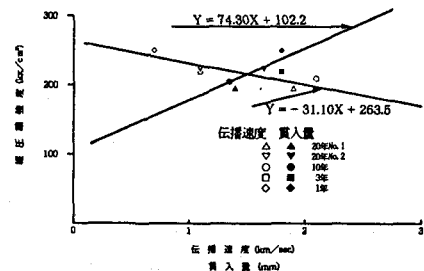


図-4 縦圧縮強度と貫入量・伝播速度