

I-51 集成材橋（鏡橋）の架換計画および設計について

北見工業大学	学生員	新谷 孝雄
島田建設	正 員	斎藤 隆行
同	同	木村 伸之
中神土木設計	同	本間美樹治
北見工業大学	同	大島 俊之

1. まえがき

現在の網走監獄博物館前の鏡橋は昭和58年に架けられた木材トラス橋である。網走監獄の改修工事に伴って老朽化した施設を逐次新しい施設に改築するため、文化財としての価値のある施設を網走監獄博物館に復元して収容している。この博物館には年間50万人以上の観光客が訪れており、鏡橋は監獄への出入りの通路として使用されている。鏡橋の名前の由来は、出所した人が川面に自分の顔を浮かべ、自らの顔の変化を見てとり、衿を正して社会復帰して行ったことからその名がついたと言われている¹⁾。

鏡橋は賀々美橋とも言われ、初代鏡橋は明治24年（1891年）5月10日に完成したと言われおり、長さ38間（約69m）、幅員3間（約5.46m）であった。構造形式は歩道橋であり、吊床版橋構造であった。2代目鏡橋は大正6年（1917年）8月26日に完成した。初代鏡橋の基礎が腐食して老朽化が激しかったため、2代目では擬宝珠を備えた欄干や、総黒塗りの古典味あふれる構造であったと記録されている。構造は木橋で橋脚は方杖形式となっている。3代目鏡橋は昭和24年9月建設着手、8ヶ月を要して竣工した。橋脚4基は鉄筋コンクリート製、上部工は木造トラス構造、橋長69m、幅員5mであった。工事はほとんど受刑者8460余人の手ですすめられ、完成は昭和25年5月5日であった。現在の鏡橋は4代目にあたり、昭和45年（1970年）に完成した。4代目は鋼製桁、コンクリート橋脚の永久橋で、橋長68.8m、幅員5.70mである。

このように鏡橋は木造トラス橋から鋼橋に架換られたが、旧橋（3代目）のイメージを残す目的で、博物館を整備する際に3代目のトラス橋形式の木橋が復元建設され今日に至った。今回このトラス橋が老朽化したため架換計画をたてることとなり、木造トラス橋のイメージを残すとともに近代的な素材である集成材を用い、部材連結には鋼板を部材内にかくして用いるなど種々の工夫を凝らした設計を行った。写真は平成5年5月に撮影したものである。

本論文では主構造に用いる集成材を対象として、耐候性における強度試験を実施したのでその結果について報告する。

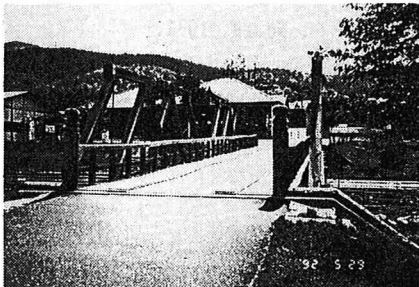


写真1

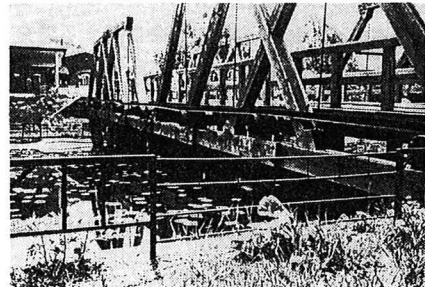


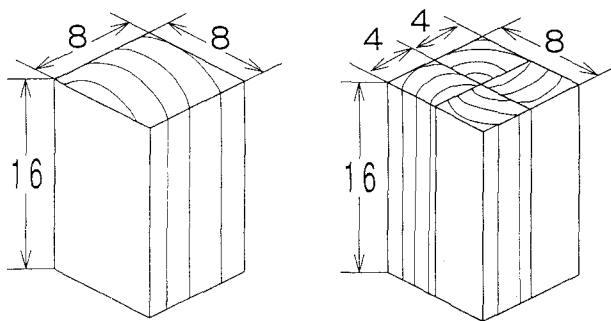
写真2

On the Reconstruction Plan and Design of Timber Bridge (Kagami Bridge).

by Takao ARATANI, Takayuki SAITO, Nobuyuki KIMURA, Mikiji HONMA and Toshiyuki OSHIMA

2. 試験概要

木材の耐候性に関する試験は、供試体を水槽に毎日漬け上げて乾燥浸水を繰り返す、促進試験方法を取った。時間間隔については北見地方の日照時間を考慮して、1年間に晴れの時間を66.7%、雨または雪（低温時の曇りも含める）の時間を33.3%とみなし、それを1ヶ月と換算して1日当たり乾燥16時間・浸水8時間を繰り返し行っている。試験は10年間分ということで10ヶ月に渡って行われる。使用した供試体は樹種を国産エゾマツとし、図1に示すよう



(A, APシリーズ)

(B, BPシリーズ)

図1 (Unit:cm)

に8×8×16cmの素材供試体（Aシリーズ）、1本が4×4×16cmの素材を組み合わせた4柱状の集成材供試体（Bシリーズ）、防腐剤（キシラモンゴールド）を表面に塗装した素材供試体（APシリーズ）、同じく集成材供試体（BPシリーズ）の4種を各々2体ずつ用意した。集成材については接着剤を水性ビニールウレタンを用い、接着圧15kgf/cm²、6時間常温養生によって作製した。これらを毎月8体ずつ縦圧縮試験（繊維方向平行）を実施し、10ヶ月間で計80体行うことにしている。また初期強度を確認するため、一切乾燥浸水をしない供試体も0ヶ月目として8体圧縮試験を行った。

3. 試験結果

毎日の乾燥浸水を続けていくうち2ヶ月目までは半分程度、3ヶ月目以降はほとんどの供試体（防腐剤塗装のものも含む）の木目面に、年輪と鉛直方向に大きなものが1本という場合や、小さなものが数本といった具合にひび割れが発生した。これは通常の1年を1ヶ月と短縮したため、毎日の乾燥浸水が木材にとっては急激なサイクルであったのではないかと考えられ、これによりかなりの水分が供試体の内部へと吸収されると思われる。

供試体の圧縮試験では縦圧縮（繊維方向平行）の特徴である局部座屈モードの破壊がみられたが、2ヶ月目の全ての供試体ではさらに圧縮面（木目面）の縁沿いに繊維毎の割裂現象がみられた。これは乾燥浸水における膨張収縮により内部の弱体化が2ヶ月目から目に見えて現れ、特に弱い縁沿いが裂けたものと思われる。よって3ヶ月目以降もこの現象が現れると予測される。

4. 結果と考察

今回までの試験で表1と表2、表3と表4から次のことが認められた。

- (1) 密度に関して、浸水後では0～3%程度の増加であった。これは浸水前後での質量と体積の増加量分に差異がなかったためで、3ヶ月目以降もこの数値とほぼ変わらないと予測される。
- (2) 含水率に関して、浸水の前後で3～40%の増加と3～34%の減少とかなりのばらつきがみられる。これには密度や圧縮応力などとは関連性がみられないので、個々の供試体の差によるものと考えられる。しかし含水率が減少した供試体は全て2ヶ月目のものであるため、3ヶ月目以降の結果を踏まえた上で原因を考察しなければならない。
- (3) 最大圧縮応力に関して、乾燥浸水の月数が増すほど最大圧縮応力は低下している。これはやはり膨張収縮による内部の弱体化と考えられる。まだ2ヶ月目までなので具体的な数値の差異は挙げられないが、3ヶ月目以降の結果如何で応力低下の推移が判明するであろう。
- (4) 上記の(1)～(3)の結果において全てにいえる事は、防腐剤の効果が現れていないことである。まだ2ヶ

月目で結論づけるのは早計ではあるが、これは先に記したひび割れによるものと考えられる。ひび割れ発生を考慮に入れて防腐剤を注入式にすべきであったが、コストと時間の都合で今回は諦めざるを得なかった。

表1 浸水前の供試体諸元表

	供試体No	縦(cm)	横(cm)	高さ(cm)	重量(g)	密度(g/cm ³)	含水率(%)
素 材 ・ 防 腐 無	A0-1	8.007	8.018	15.998	451.8	0.4399	19.33
	A0-2	8.010	8.002	15.990	408.1	0.3982	17.33
	A1-1	8.013	8.005	16.020	359.6	0.3499	14.17
	A1-2	8.020	8.012	16.033	458.7	0.4453	20.17
	A2-1	8.020	8.005	16.020	420.9	0.4092	18.33
	A2-2	8.033	8.020	16.035	456.6	0.4420	20.67
集 成 材 ・ 防 腐 無	B0-1	7.993	7.998	15.993	460.7	0.4506	23.33
	B0-2	7.997	7.993	15.975	459.3	0.4498	20.17
	B1-1	8.025	8.022	16.020	422.3	0.4095	17.33
	B1-2	8.037	8.020	16.038	413.6	0.4001	17.83
	B2-1	8.013	8.025	16.025	428.8	0.4161	19.17
	B2-2	8.033	8.027	16.033	374.1	0.3619	20.50
素 材 ・ 防 腐 有	AP0-1	7.990	7.927	16.028	430.1	0.4237	20.17
	AP0-2	7.957	7.960	16.033	462.7	0.4557	20.17
	AP1-1	7.967	7.953	16.033	429.5	0.4228	17.33
	AP1-2	7.993	7.933	16.025	456.0	0.4487	16.33
	AP2-1	7.972	7.967	16.033	436.9	0.4291	17.67
	AP2-2	7.980	7.915	16.038	429.6	0.4241	18.50
集 成 材 ・ 防 腐 有	BP0-1	8.013	8.010	16.033	411.8	0.4002	18.83
	BP0-2	8.008	8.015	16.028	392.5	0.3815	15.83
	BP1-1	8.012	8.003	16.035	471.7	0.4588	18.33
	BP1-2	8.015	8.018	16.018	463.7	0.4505	17.50
	BP2-1	8.015	8.018	16.033	384.6	0.3733	16.83
	BP2-2	8.002	8.003	16.025	437.2	0.4260	17.50

表2 浸水後の供試体諸元表

	供試体No	縦(cm)	横(cm)	高さ(cm)	重量(g)	密度(g/cm ³)	含水率(%)
素 材 ・ 防 腐 無	A1-1	8.085	8.112	16.038	377.5	0.3589	21.00
	A1-2	8.058	8.058	16.055	471.6	0.4523	24.00
	A2-1	8.012	7.980	16.055	426.7	0.4157	17.83
	A2-2	8.027	8.023	16.078	462.7	0.4469	21.33
集 成 材 ・ 防 腐 無	B1-1	8.130	8.100	16.043	440.6	0.4171	23.67
	B1-2	8.182	8.207	16.063	472.9	0.4385	32.83
	B2-1	8.112	8.080	16.055	448.1	0.4258	21.00
	B2-2	8.053	8.063	16.075	386.7	0.3705	15.33
素 材 ・ 防 腐 有	AP1-1	8.035	8.025	16.055	440.6	0.4256	21.00
	AP1-2	8.038	8.020	16.048	419.9	0.4059	24.50
	AP2-1	7.977	7.970	16.068	440.2	0.4309	14.67
	AP2-2	7.985	7.922	16.075	433.4	0.4262	16.33
集 成 材 ・ 防 腐 有	BP1-1	8.132	8.083	16.045	493.7	0.4681	21.83
	BP1-2	8.110	8.080	16.043	477.1	0.4538	23.00
	BP2-1	8.032	8.028	16.060	386.8	0.3735	12.50
	BP2-2	8.002	8.005	16.050	437.9	0.4259	12.50

5. あとがき

今回は試験開始が遅れたので2ヶ月目までの試験結果しか載せることができず、且つデータも整っていないのが現状である。今後の方針は、毎日の乾燥浸水と月一回の試験を行いながらその合間に試験データをまとめること、また設計上格点部などの不明瞭な点を平面ラーメンの剛性マトリックス法による弾性解析によって計算により明らかにしていきたい。また木材の超音波材料評価においても同時進行で試験を行っているので、データ収集とその解析が課題である。

集成材を土木の分野で活用していくには今後多くの研究を必要としており、本研究がその一助となれば幸いである。本研究においては供試体を作成していただいた稲場建設の稲場昭雄氏、試験をサポートしていただいた北見工大学生の曳地正和氏にお世話になり

表3 素材の最大圧縮応力

	No.	$\sigma_{max}(kgf/cm^2)$
防 腐 剤 ・ 無	A0-1	389
	A0-2	343
	A1-1	195 (ひび)
	A1-2	308
	A2-1	219
	A2-2	295 (ひび)
防 腐 剤 ・ 有	AP0-1	379
	AP0-2	347
	AP1-1	257 (ひび)
	AP1-2	261
	AP2-1	236 (ひび)
	AP2-2	251 (ひび)

表4 集成材の最大圧縮応力

	No.	$\sigma_{max}(kgf/cm^2)$
防 腐 剤 ・ 無	B0-1	407
	B0-2	407
	B1-1	225 (ひび)
	B1-2	191 (ひび)
防 腐 剤 ・ 有	B2-1	214 (ひび)
	B2-2	216
防 腐 剤 ・ 有	BP0-1	374
	BP0-2	337
	BP1-1	253 (ひび)
	BP1-2	298
	BP2-1	233 (ひび)
	BP2-2	281

ました。ここにこれらの方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 網走刑務所開基百周年記念史：網走刑務所－苦節百年その歩み－，網走刑務所職員会，1991
- 2) 長谷部、薄木：集成材を主桁とした格子桁の解析と実験的研究，土木学会論文集，第397号，VI－9，1988
- 3) 農林水産省林業試験場監修：木材工業ハンドブック（改訂3版），丸善，1982
- 4) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説，1973
- 5) 日本木材加工技術協会：大断面集成材製造規準，1987
- 6) 日本複合材料学会編：複合材料ハンドブック，日刊工業新聞社，1989
- 7) 土木学会編：特集土木，土木学会誌，1989
- 8) 大島、三上、小笠原、岩崎：直交異方性積層集成材中を伝播する応力波速度の分散特性，構造工学論文集Vol.36A，1990
- 9) 土木学会編：土木工学ハンドブック 第25編 木構造，1990
- 10) 木村、他：大断面集成材の接着継手強度に関する実験的研究，構造工学論文集Vol.35A，1989
- 11) DIN1052：Holzbauwerke，1988
- 12) U.S.Department of Agriculture：Timber Bridges-Design,Construction,Inspection and Maintenance
- 13) 桐野、他：長大木造斜張橋の建設，橋梁，Vol.28,No.6，1992
- 14) 飯村豊：集成材を用いた木造斜張橋について，橋梁，Vol.28,No.6，1992