

I-10

エゾマツを素材とする集成材の力学特性の実験的研究

島田建設	正員	斉藤 隆行
同	同	木村 伸之
北見工大	同	大島 俊之
中神土木設計	同	本間美樹治

1. まえがき

土木分野における集成部材は小規模道路橋をはじめ¹⁾、公園施設、歩道施設等に活用され、直接人間と触れ合う環境において木材の温もり、ソフトな感覚などが好感を持って受け入れられている。また平成2年に開催された名古屋デザイン博においては、大断面集成材を利用して50mスパンのアーチ式屋根構造が建設されたが(写真1参照)、この例にみられるように今後ますます、より大規模な構造物へ集成材を応用する例も見られるようになるものと考えられる。したがって本論文ではこれらの集成部材を土木の構造部材として活用するために必要な基礎的データについて検討することを目的としている。

集成部材に関する規準としては部材製造および品質管理に関しては農林省規格²⁾、建築学会規準³⁾等があり、大断面集成材についても日本木材加工技術協会の規準⁴⁾がある。しかしこれらの規準の遵守に関する規定がなく、品質検査についても特に規定がないので、公共事業が多い土木構造への適用においては品質検査に関する仕様書を新たに設ける必要がある。

次に集成部材の設計に関しては建築学会の規準³⁾に例があるが、建築構造物より自然条件の影響の厳しい土木構造物の設計としてはさらに追加して、検討すべき事項も多い。また自然条件にさらされる集成部材にとっては耐久性の確保はきわめて重要な検討事項である。部材表面をプラスチックで保護したり、含浸させるなどの防腐のための技術や接着剤の劣化防止技術、材料診断などは総合的に複合材料の開発分野に含まれている⁵⁾。

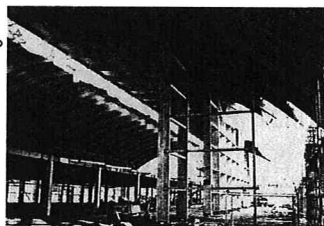


写真1 名古屋デザイン博外国館
(九州東海大 加藤雅史先生撮影)

2. 公園歩道等に用いた集成部材の環境効果

寒冷地においては公園に設置される遊具などにも木質系素材を用いて、冬季間でも利用しやすいように配慮するなど種々の工夫をしている。一般に土木構造物に集成材を用いる場合には、それぞれ個々の目的を持って活用するケースが多い。ここでは北見市で近年推進している土木施設への集成材の利用状況を報告し、これらが環境に及ぼす効果について考察する。

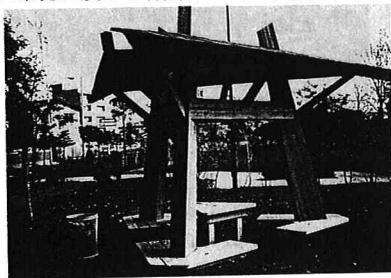


写真2 石北大通り公園(あずま屋)

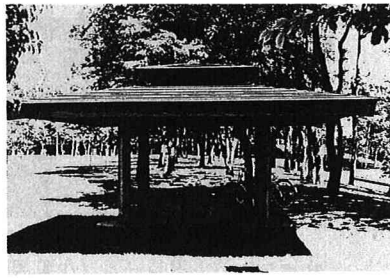


写真3 東陵公園(あずま屋)

Experimental Study on the Mechanical Property of Laminated Timber of Yezomatsu.
by Takayuki SAITO, Nobuyuki KIMURA, Toshiyuki OSHIMA and Mikiji HONMA

集成材が土木施設として利用される例としては一般に公園遊具、照明ポスト、交通標識、歩道橋、ガードレールポスト、橋梁の高欄、親柱、防雪柵などが多い。写真2、写真3には公園内に集成材により建設したあずま屋設置状況を示している。また写真4、写真5、写真6は公園内の遊具であるが、前述のように寒冷地においては遊具の材料として鋼やコンクリートの場合には冷たい感覚となるので、比熱の小さい木質系材料の方が日中の日射を受けて木の温もりを保持し、人間と構造材料との間の良い環境条件を作り出す効果がある。写真7、写真8には集成材によるガードレールの設置状況を示している。ガードレールに集成材を用いることのメリットは、歩道に温もりのある環境を与えるとともに、車両がガードレールに衝突した場合、衝撃吸収能力が大きく、交通事故死を軽減する効果がある。写真9、写真10には公園案内標識、およびストリート・サインの例を示している。この例に示すように、一般市民が目に触れる施設に集成材を用いることによって日常的に木材に親しむ機会をつくり、環境のソフト化をはかっている。さらに写真11、写真12に示すように、公園内に配置した施設の中には木橋や木製舗装など木質系材料を用いて、種々の工夫により木材の利用をはかり、環境のソフト化に寄与している。

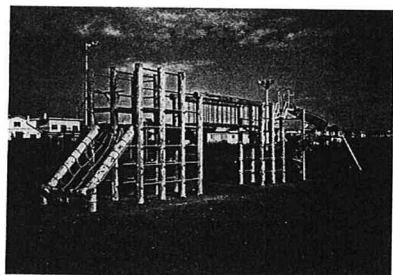


写真4 三輪公園（遊具）



写真5 自然休暇村（遊具）

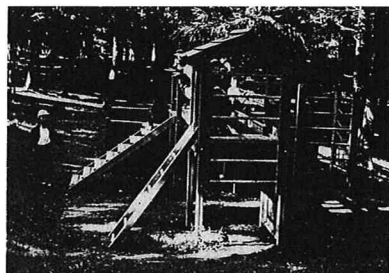


写真6 野付牛公園（遊具）



写真7 ガードレール（小町泉通り）

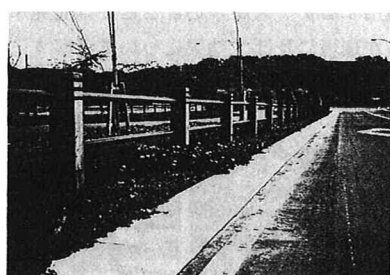


写真8 ガードレール（小町泉通り）

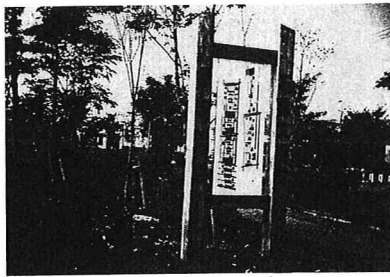


写真9 公園案内標識（石北大通り）

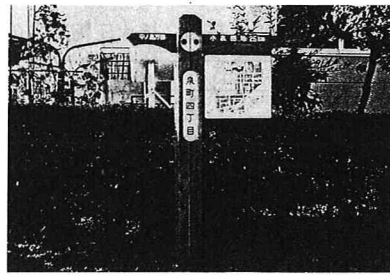


写真10 ストリートサイン（北見市内）

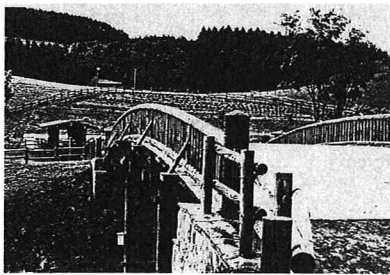


写真11 木橋（自然休息村）

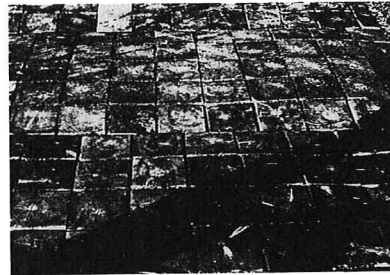


写真12 木製舗道（中ノ島いせき公園）

3. 素材に関する圧縮試験

素材に関する試験の規準については JIS に整備されており、JIS Z 2111（圧縮試験）、Z 2112（引張試験）、Z 2113（曲げ試験）Z 2114（せん断試験）、Z 2115（割裂試験）、Z 2116（衝撃曲げ試験）、Z 2117（硬さ試験）、Z 2118（クリープ試験）などがある。^{2), 3)} また木材は年輪の向き、含水率、比重などによって力学的特性が異なるので、それらに関する規定も整備されている。本研究では主としてエゾマツを対象として、素材の直交異方性に着目して種々の方向からの圧縮試験を実施し、比較検討を行った。素材に関する試験供試体の種類は Size Effect などを考慮して図1に示すように5種類用意した。また試験時の各供試体の諸元は表1に示している。

表1 素材（エゾマツ）の諸元表

	供試体No	縦(cm)	横(cm)	高さ(cm)	重量(g)	密度(g/cm ³)	含水率(%)
縦圧縮	5	4.045	4.027	12.0675	102.5	0.521	測定不能
	6	4.045	4.023	12.0625	102.6	0.523	
	7	4.045	4.027	12.050	104.3	0.531	
横圧縮	15	3.993	4.030	11.995	74.2	0.384	測定不能
	16	4.005	4.030	11.980	72.2	0.373	
	17	4.005	4.017	11.9775	71.2	0.369	
縦圧縮	24	8.065	8.090	16.0175	443.6	0.424	16.8
	25	8.035	8.075	16.0175	438.7	0.422	16.2
	26	8.028	8.032	16.0075	412.2	0.399	16.2
横圧縮	34	8.035	8.008	16.0525	386.4	0.374	17.4
	35	8.035	8.042	16.0425	381.0	0.368	17.3
	36	8.018	7.997	15.983	417.9	0.408	15.9
縦圧縮	44	8.068	8.095	24.050	663.0	0.422	16.7
	45	8.013	7.958	24.110	670.5	0.436	18.7
	46	8.033	8.055	24.0525	718.2	0.461	19.3

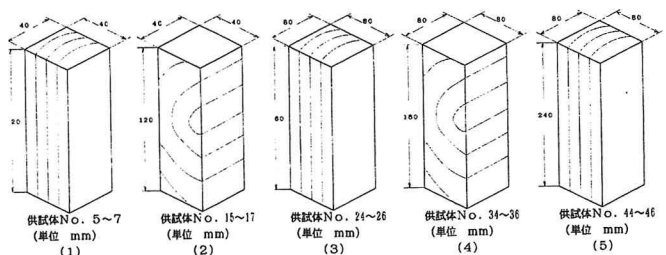


図1 素材圧縮試験用供試体

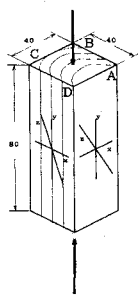


図2
試験状況

表2 最大圧縮応力の比較

No.	σ_{max}	No.	σ_{max}
(1)	5 479	(2)	15 17
	6 516		16 22
	7 467		17 10
(3)	24 314	(4)	34 26
	25 339		35 17
	26 310		36 17
(5)	44 306	Unit: kgf/cm ²	
	45 274		
	46 293		

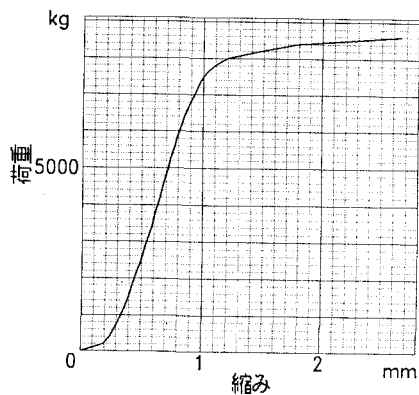
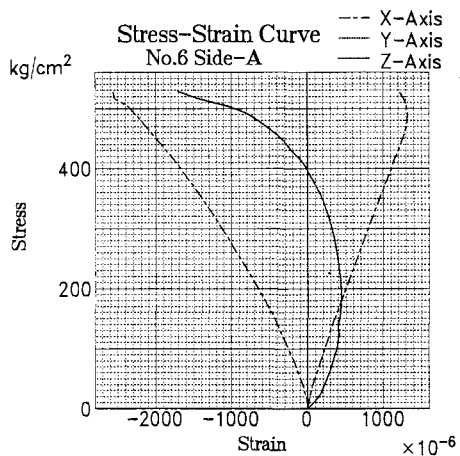
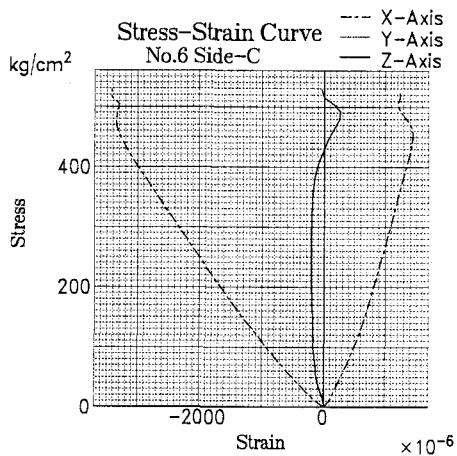


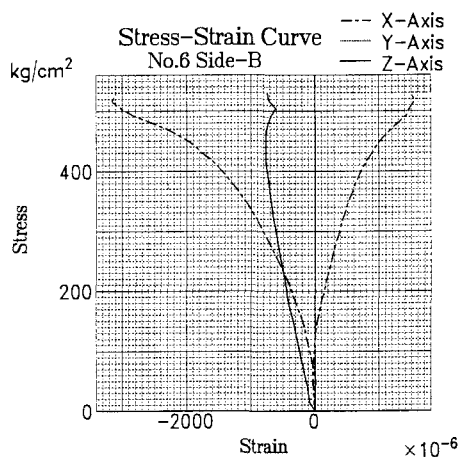
図4 軸方向圧縮変位の変化



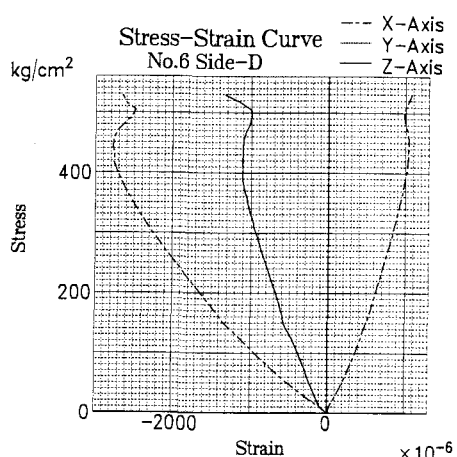
(1) A面



(2) C面



(3) B面



(4) D面

図3 応力歪結果

次に試験結果について述べる。表2には各供試体に対する縦圧縮試験により得られた最大圧縮応力を比較している。各供試体の種類毎に3体づつ試験しており、合計で15体である。これらの比較から直交異方性体としての複雑な挙動が読み取れる。図2には縦圧縮試験状況を示している。また図3には供試体No. 6におけるA, B, C, D各面の応力歪の変化を示しており、これからも各面で複雑な変化をしていることが明かである。また図4には軸方向圧縮変位を示している。これによれば载荷初期で下に凸、また後期で上に凸の非線形挙動がみられる。全体的には供試体のサイズが小さい場合の方が耐荷力 σ_{max} は大きくなる。また载荷の方向により座屈モードがみられ、耐荷力は1/10以下に低下する。

4. 集成材に関する圧縮試験

集成材としてはここでは2種類について圧縮試験を実施した。供試体諸元については表3に示している。また接着状況については歪ゲージの貼付などを考慮して、図5に示すように3層接着とした。接着方法はレゾルシノールを用い、接着圧約15kgf/cm²、24時間常温養生により行っている。これらの供試体についての試験結果のうち最大応力については表4に比較している。これらの結果を表2の結果と比較すると、同じサイズの供試体については集成材の方が大きな最大応力となっている。また図6には代表的な応力歪関係の結果としてS11についての結果を示しているが、変化は単調で明瞭な降伏条件の発生が見られる。また全体的変化は集成効果により平均化されている。また供試体S01~S03についてはS11~S13の挙動と異なり、破壊は接着面で発生した。これは素材の向きが異なるため、各素材の変形量に大きな差が生じるために発生したと思われる。圧縮方向の変位置の変化は素材の場合よりかなり線形性がみられる。

表3 集成材（エゾマツ）の諸元表

表4 集成材の最大圧縮応力の比較

	供試体No	縦(cm)	横(cm)	高さ(cm)	重量(g)	密度(g/cm ³)	含水率(%)
横圧縮	S01	8.088	7.970	16.0525	447.0	0.432	10.25
	S02	8.068	7.985	16.0575	448.2	0.433	11.85
	S03	8.098	7.997	16.0175	452.9	0.437	8.38
縦圧縮	S11	7.980	7.977	16.03	398.5	0.391	9.00
	S12	7.987	7.983	16.0375	396.3	0.388	10.60
	S13	7.983	7.987	16.025	399.8	0.391	10.50

	No.	σ_{max} (kgf/cm ²)
(1)	S01	28
	S02	24
	S03	23
(2)	S11	390
	S12	380
	S13	410

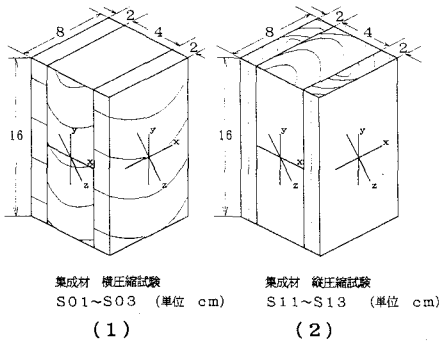


図5 集成材の供試体の種類

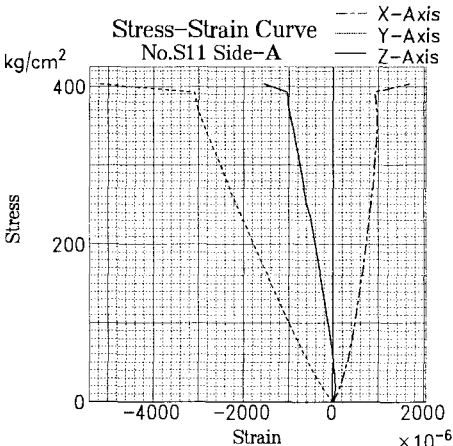


図6 集成材の応力歪関係（S11）

5. あとがき

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葉建設の稲葉昭雄氏、実験データの整理をしていただいた北見工大学生の新谷孝雄氏にお世話になりました。また写真は主として北見市役所の高橋捷彦氏に提供していただきました。ここにこれらの方々に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 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，土木工学論文集，第397号，VI-9，1988
- 2) 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
- 3) 日本建築学会：木構造設計規準・同解説，1973
- 4) 日本木材加工技術協会：大断面集成材製造規準，1987
- 5) 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
- 6) 土木学会編：特集土木，土木学会誌，1989
- 7) 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
- 8) 土木学会編：土木工学ハンドブック 第25編 木構造，1990
- 9) 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
- 10) DIN1052：Holzbauwerke，1988
- 11) U.S.Department of Agriculture：Timber Bridges-Design,Construction,Inspection and Maintenance
- 12) 桐野、他：長大木造斜張橋の建設，橋梁，Vol.28,No.6，1992
- 13) 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