

集成材厚板パネル・コンクリート複合スラブの変形性能

日大生産工（院） ○大木 文明 日大生産工 師橋 憲貴

日大生産工 鎌田 貴久 森林総研 宮武 敦

森林総研 新藤 健太 森林総研 平松 靖

ティー・イー・コンサルティング 宮林 正幸

1. はじめに

日本の木材自給率50%を目指す取り組みの中¹⁾、公共建築物等木材利用促進法²⁾などが我が国の政策として挙げられ、木造建築物に追い風が吹いている状況である。日本集成材工業協同組合は、国産材を原料とした厚板パネルの床材利用に関する開発³⁾を行っており、その一環として集成材厚板パネルの各種床性能試験を実施した。現在、国産材集成材厚板パネルを国内の中・大規模建築物の床材として利用する為には課題がある。具体的な例として、施工方法、防火・耐火性能、床振動・防音性能などが挙げられる。一方、ヨーロッパでは、厚板パネルの一種として、各ラミナ層を直交させた直交集成板（CLT）などを用いた木造中層建築物としてアパート・ホテル・学校が施工されている。また、厚板パネルの上にコンクリートを打設することで、耐火性能や重量増加による防音性能が改善された仕様が用いられている。本研究においては、曲げ性能も付与した仕様の検討を行う事とした。そこで、国産スギ集成材厚板パネルとRCスラブを複合した複合床スラブ（実大の1/2スケール想定）を製作し、曲げ試験を実施することで施工仕様の違いが曲げ性能に与える影響について確認・検討することとした。

試験体名		表 1 試験体仕様			
		A-M12	N-M12	N-M16	P-U-M12
パネル	スギ 同一等級 (E65-F255)				
	幅606mm、長さ3640mm、厚さ60mm				
表面処理	ウレタン*	アスファ**	-	-	ウレタン*
スタッド	M12			M16	M12
スタッド配置	300-200				250-150
RC	普通コンクリート Fc24 MPa				
	厚さ 90 mm				
	配筋：溶接金網φ6-@150mm				
M12:M16はそれぞれ全ネジボルト					
* ウレタン：ウレタン樹脂系塗料（離型材）					
** アスファ：アスファルトフェルト防水紙					

M12:M16はそれぞれ全ネジボルト

* ウレタン：ウレタン樹脂系塗料（離型材）

** アスファ：アスファルトフェルト防水紙

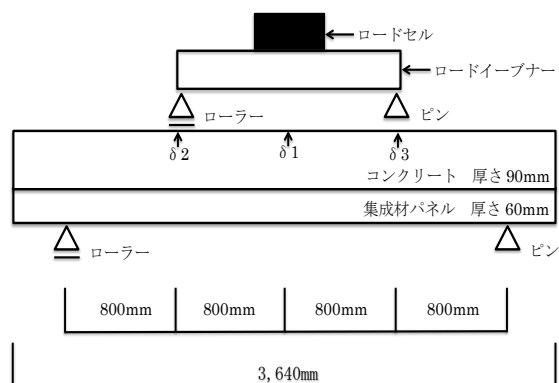


図1 試験方法概要



図2 N-M16 試験体

The deformation of glulam timber - concrete composite slab

Fumiaki OKI, Noritaka MOROHASHI, Takahisa KAMADA, Atushi MIYATAKE,
Kenta SHINDO, Yasushi HIRAMATSU and Masayuki MIYABAYASHI

2. 実験概要

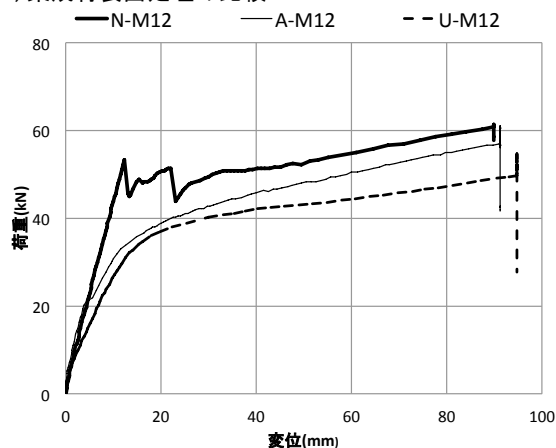
2.1 試験方法

試験方法を図1に示す。試験方法は4等分点2線荷重の曲げ試験とし、支点間距離3,200mm、加力スパンは1,600mmとした。本試験方法採用の理由は、床としての利用を想定しており、十分な純曲げ区間を確保する為である。加力には、5000kN万能試験機(島津製作所)を用いた。変位は、支点間に設置した計測用ジグとの相対変位を計測した。変位の測定位置を図1に示す。計測は、長手方向では支点2箇所、加力点2箇所、中央部1箇所の計5箇所を幅方向2箇所、計10点の変位について測定を行ったが、支点めり込みの影響等は考慮せず、本報告では、支点変形をゼロとして各相対変位を求めた。荷重は、クロスヘッドに取り付けたロードセルにて計測した。

2.2 試験体概要

集成材厚板パネル(以下パネルと呼ぶ)は長さ:3,640mm、幅:606mm、厚さ60mmの同一等級材(スギE65-F255)とした。木部とRCスラブ(以下RC)のせん断キー(以下スタッド)として、長さ100mmのM12ボルトまたはM16ボルト(先穴:ボルト径+1mm、深さ40mm:エポキシ樹脂接着剤にて接着)を用いた。RCの配筋はφ6mmの溶接金網を用い、スタッドと部分的に溶接した。RCは、普通コンクリート(Fc24)を用い、厚さ90mmとした。表1に各試験体仕様を示し、図2にN-M16試験体写真を示す。試験体仕様の差異は、パネル-RC界面処理(ウレタン樹脂系塗装、アスファルトフェルト防水紙)、スタッドの種類(M12, M16全ネジボルト)、スタッド間隔(@300-200, 250-150)である。ここで、試験体N-M12をパネル-RC側界面を無処理としたことから標準試験体と位置づけた。本報で

a) 集成材表面処理の比較



b) シアキーのピッチ, 径, 集成材表面処理の比較

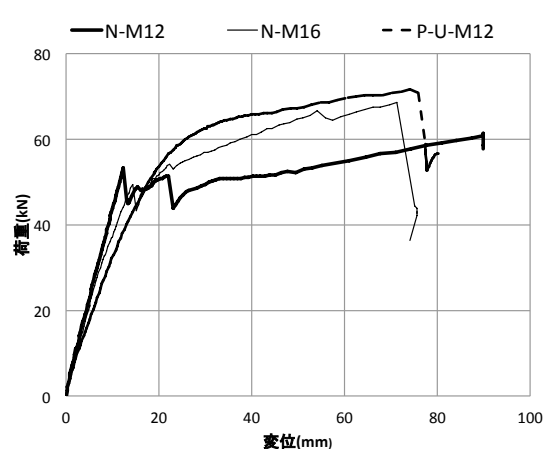


図3 荷重-中央部たわみ関係

表2 実験結果一覧

試験体名	U-M12	A-M12	N-M12	N-M16	P-U-M12
最大荷重 (kN)	54.7	61.1	61.3	68.5	71.6
初期剛性 (kN/mm)	2.4	3.7	4.2	3.8	3.1
比例限荷重 (kN)	28.9		53.2	36.8	38.0

は主に木材表面処理の違いに注目し、変形性能について検討を行った。

3. 実験結果

3.1 結果概要

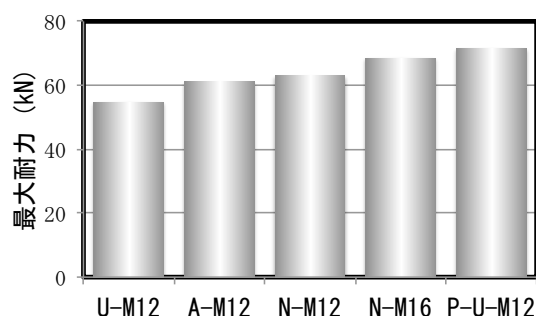
図3に荷重-中央部たわみ関係を示す。図3aにはスタッドがM12、スタッド配置が標準(@300-200)であり、表面処理のみ異なる試験体N-M12, A-M12, U-M12の荷重-中央部たわみを示した。図3bにはボルト径、配置間隔が異なる試験体N-M12, N-M16, P-U-M12の荷重-中央部たわみを示す。試験体N-M12, U-

M12, A-M12では、中央部たわみ計測変位が変位計容量を超えたため、変形量の計測を中止したが、加力はパネルの破壊まで実施し、荷重計測を行った。表2に試験結果一覧を示す。評価項目として、最大荷重、初期剛性、比例限荷重の各項目を図3に示した荷重-中央部たわみ関係より算出した。初期剛性は、最大荷重の0.1倍を起点とし、比例限までの範囲を最小二乗法により算出した。比例限の定義は、剛性直線から5%外れた点と仮定した。また荷重-中央部たわみ曲線上の5%外れた荷重値を比例限荷重とした。ただし、A-M12においては、加力初期5mm程度変形時でスリップが観察されており、比例限を算出しなかった。ただし、A-M12の剛性は、最大荷重の0.1倍からスリップ直前までの範囲にて算出を行った。

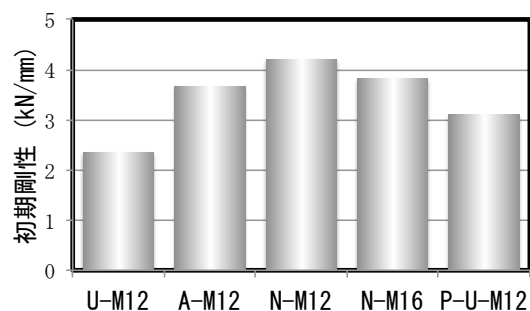
図4に最大耐力、初期剛性、比例限荷重の試験結果図を示す。図4はそれぞれの図中央に標準試験体と定めたN-M12の結果を示し、その左側にスタッドがM12かつ表面処理を施した試験体、右側にスタッドの仕様が異なる試験体を示す。

図4aに示した最大耐力において、グラフの形状は、右上がりの傾向を示した。なお、右端のP-U-M12と左端U-M12と比較するとP-U-M12の最大耐力は約32%増加した。図4b示した初期剛性においては、左側2種、U-M12（ウレタン樹脂仕様）、A-M12（アスファルトフェルト仕様）をN-M12（標準：無処理）と比較すると、N-M12に対し、U-M12で44%、A-M12で13%低下した。また、図4b初期剛性図右側に示したN-M16の剛性は、N-M12と比較してスタッドがM12からM16へと、直径が太くなったにも関わらず剛性が約9%低下した。次に、スタッド間隔が狭い（@250-150）P-

a) 最大耐力



b) 初期剛性



c) 比例限荷重

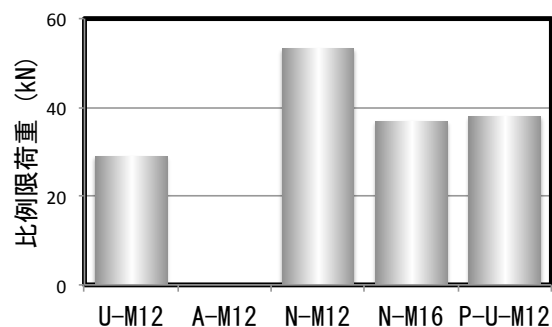


図4 最大耐力、初期剛性、比例限界荷重

U-M12とN-M12の比較でも、P-U-M12の剛性が、26%低下した。さらに図4b右端のP-U-M12を左端のU-M12と比較すると剛性は32%増加した。

図4cの比例限荷重においても、U-M12、N-M12、P-U-M12の最大荷重との関係性は、剛性と同様な傾向を示した。

以上より、U-M12とN-M12、P-U-M12とN-M12の初期剛性・比例限荷重と最大荷重の傾向が異なることより、初期剛性および比例限荷重にはスタッド間隔よりもパネル表面処理が影響していると考えられる。N-M16とN-M12の最大荷重・剛性の関係性より、スタッド

種類よりもパネル表面の無処理の場合の付着が安定しないことが推定される。

3.2 変形性能

図5に加力点平均変位が最大時の変形形状を示す。ここで、加力点平均変位とは、加力点直下相対変位 $\delta 2$ と $\delta 3$ の値の平均値とした。また、図6に中央部たわみが70mm時の変形形状を示す。図5、図6の両図ともに試験体間での変形形状の差は見られなかった。

4. 結論

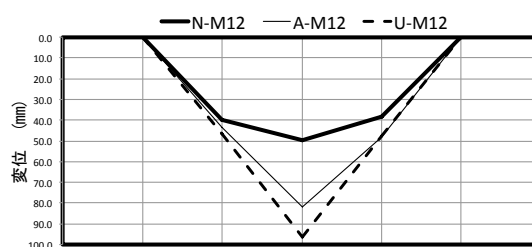
集成材厚板パネル・コンクリート複合スラブの曲げ性能の検討を行った結果、本実験の範囲内で以下の知見が得られた。

- 1) スタッドがM12のU-M12をN-M12と比較した結果、表面処理を行うことで初期剛性、最大耐力ともに増加した。一方、P-U-M12とN-M12と比較した結果、最大耐力は増加したが、剛性は低下した。
- 2) N-M12とN-M16を比較すると、剛性は低下し、最大耐力は増加した。
- 3) 中央部たわみ70mm変形時に試験体間の変形形状の差は見られなかった。

以上より集成材厚板パネルの表面処理がない場合、パネルとRCの付着が一定でなく、曲げ試験時にスタッドのせん断負担評価が正当に行えない可能性が示された。言い換えると、表面処理にウレタン樹脂シールなどを用いることで、はじめてスタッドのせん断負担評価を行う事ができると判断できる。

現在、表面処理を施した板材（パネル）をもちいて、シアキーを変動要因とした追加実験を実施中である。

a) パネル表面処理の比較



b) シアキーのピッチ, 径, パネル表面処理の比較

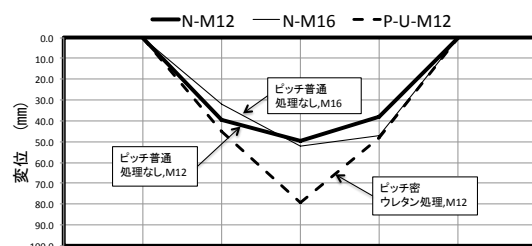


図 5 変形性能

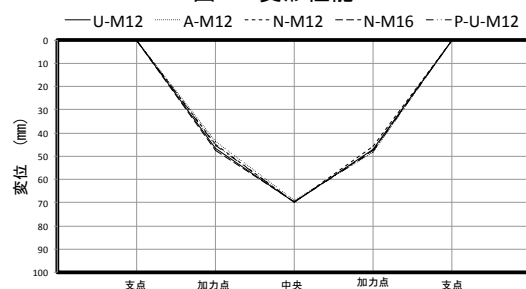


図 6 中央部たわみが 70mm 時の変形形状

謝辞

本研究は林野庁H24年度地域材供給倍増事業の一環として行われ、日集協の受諾によって委員会を組織し実施した研究である。

本研究に際し、ご協力いただきました関係者の皆様にここに記して深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 森林林業再生プラン：林野庁 HP(平成 21 年 12 月 25 日)
- 2) 公共建築物における木材の利用の促進に関する法律：林野庁(平成 22 年度 10 月 1 日施行)
- 3) 国産集成材厚板パネルの利用：日本集成材工業協同組合