

RC+W の木質ハイブリット構造の施工報告

Construction report of RC + W woody hybrid structure

伊藤 博明* 白取 健一*
Hiroaki Ito Kenichi Shiratori
志村 修* 亀岡 優人*
Osamu Shimura Yuto Kameoka

要 約

本報告は、北海道の日高地方に位置する平取町において計画された2階建の病院の改築工事に関する施工報告である。本建物の特徴として、RC造と木造の混構造となっており、これらを一体施工することが要求された極めて稀な構造となっていた。また、木構造部分が意匠的に露出する部分があり、一体施工に伴う木材の施工中の汚損防止方法が課題の一つであった。これらの課題に対する施工計画、施工状況について報告するものである。

目 次

- §1. はじめに
- §2. 課題と対策の検討
- §3. 施工結果
- §4. まとめ

§1. はじめに

本物件は、老朽化した現病院の改築にあたり、発注者である平取町の「木造の病院」を建設するとの要望を受けた設計となっている。「医療の持続性に配慮したハイブリット型木造病院」として、全体の50パーセント以上に「木構造」を採用しているが、RC造との一体施工を行う形となっている。木構造の工法では、RC造が構築されたのち「木構造」部分を「あと施工」する方式が一般的であり、一体施工は非常に稀な工法である。

また、本物件は国土交通省が推進する「サステナブル建築物等先導事業」に採択（全国で20数件）され、補助金を受けた事業となっている。木構造部分を表わしとするとともに、内装にも「温もり」「木の美しさ」を感じられる木材（木質系材料）を多用し、高齢者や長期入院患



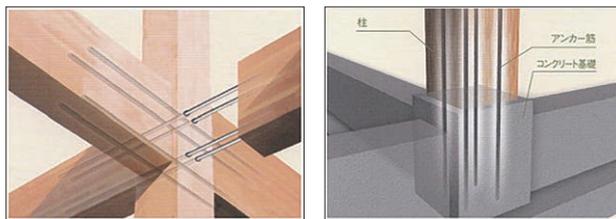
図一 完成予想パース（外観・内観）

者へ配慮したものになっている。完成予想パースを図一1に示す。

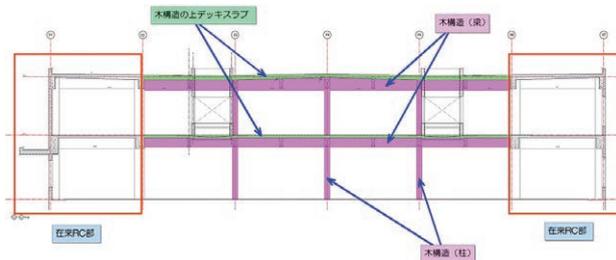
§2. 課題と対策の検討

本物件で採用されたRC+Wハイブリット構造は、RC造と木造軸組工法による平面混構造で、長期荷重を木造部分に、水平荷重をRC部分に負担させ、全体として躯体の低コスト化を実現したものである。また、シアーカー貫通打構法によるRC床（デッキプレート併用）と大断面集成材の合成梁、RC柱と集成梁のGIR工法（接合金物を内蔵するもの）による接合方法を用いたRC造と木造の同時施工が特徴となっている（図一2、図一3）。

従来、RC造と木造の混構造はRC部分を構築した後に



図一2 GIR工法概要



図一3 構造断面概要

* 北日本（支）平取建築（作）

木造部分を施工するのが一般的であったが、一体施工するという非常に稀な工法となっており、仮設計画、工法の選定等に検討を要した。また、仕上げにおいて木構造の柱、梁を意匠としてそのまま見せる部分（待合ロビー、デイルーム）があり、いかに木構造を汚損させずにコンクリート打設を行うかが課題の一つであった。以下に本物件における主な検討課題を示す。

- (1) コンクリート打設前（型枠・鉄筋）の状態における木構造の施工方法
- (2) コンクリート打設時における木構造の固定方法
- (3) 木構造が見え掛かりになる部分の生コンクリートによる汚損防止方法

2-1 対策の検討と施工計画

(1) コンクリート打設前（型枠・鉄筋）の状態における木構造の施工方法

本物件のRC部と木構造の接合部の構造から、一体施工を行うには在来型枠工法の途中に木構造の架設を行い、木構造構築後、残りの在来部分の施工を行う必要があった。具体的には、RC部分の柱・壁・スラブの型枠を建て込み、柱・梁の配筋までを完了させた状態で、鉄筋アンカー付きの木構造梁を型枠に差し込む。また、木構造架設完了後に、デッキスラブを敷き込み、残りのスラブ配筋・型枠を施工する（図-4）。

施工部位	木構造工事フロー	手順	在来躯体工事フロー
1F床工事		0	1F床コンクリート打設
		1	親置出し
		2	ベースモルタル
	柱孔空け位置確認	3	墨出し(ベースモルタル上)
		4	1F柱配筋
		5	1F柱型枠
		6	2F梁型枠
		7	2Fスラブ型枠(在来工法部)
		8	2F梁配筋
	木部材搬入	9	
	木梁・木柱建方	10	
	建入れ検査	11	
	シーリング	12	
	エポキシ樹脂注入	13	
	エポキシ樹脂強度試験	14	
ノロ止め処置(ルーフィング)	15		
	16	内部足場一部解体	
	17	デッキスラブ敷きこみ	
ラグスクリーナー	18		
	19	スラブ配筋・止め枠	
建入れ確認(コンクリート打設前)	20		
コンクリート打設合番	21	GON打設	

図-4 施工フロー図

① RC部と木梁の取り合い

RC部と木梁の取り合いは、つなぎ筋(D25)により定着する構造となっている。従来であれば先にRC部からアンカー筋が出ており、木構造の鉄筋孔に差し込み、エポキシ樹脂を注入することでお互いが連結される。しかし、今回はRC部をあと施工するため、先にエポキシ樹脂で固定したアンカー付きの木構造梁を配筋の完了した型枠内に差し込んで、コンクリートを打設することになる。この場合、木構造建方時にアンカー筋が配筋と干渉する可能性があるため、アンカー筋付き木梁が取合うRC接合部の柱筋、直交する梁筋、奥側の梁筋及び定着アンカーの位置等をすべての接合部について検討し

(図-5)、必要に応じて配筋の位置を修正した。また、修正した鉄筋納まり図を全接合部に表示し、木梁架設時に鉄筋業者、木構造業者の相番で最終的な調整を行いながら検討位置に木梁を差し込んでいく計画とした。

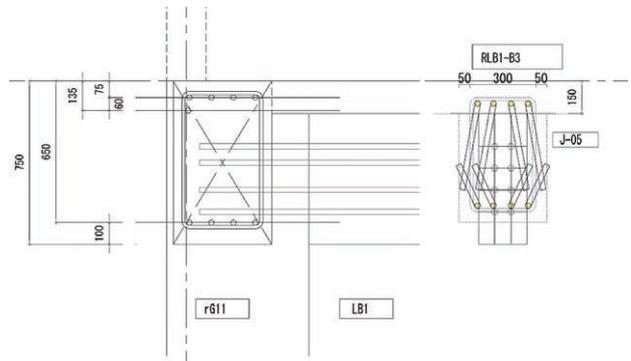


図-5 木梁取合い配筋納まり図

② 建方計画

先に述べたアンカー筋付きの木構造梁を型枠に差し込んでいく際、アンカー筋の長さ(L500mm)以上型枠から逃がした位置で、所定の位置まで差し込んでいく必要がある。この時、型枠と反対側が同様の木構造であれば建て逃げ方式で建方を進められ特に問題ないが、本物件では、木構造部分の外周を取り囲むようにRC部(型枠)が配置されているため、建方の順序、方法について検討が必要であった。

建て逃げ可能な物件では、柱→梁→つなぎ筋→柱というように柱を先行して建方を行うが、本物件では、RC部に取り付く梁を先行して型枠に差し込み、反対側の仕口付近で梁を仮受けし、最後に柱を建て込む計画とした。この時、木構造の柱・梁同士の連結も、つなぎ筋とエポキシ樹脂により固定されるが、そのつなぎ筋が柱の建て込み時に干渉することが懸念された。これについては、「やり送り」(木構造梁にあらかじめ柱・梁の定着長分の鉄筋を内蔵しておき、柱・梁の仕口部分でお互いの連結位置を調整した後、内蔵した鉄筋をスライドさせ、所定の定着長が確保できる位置まで移動させる方法)という方法によって柱を最後に立て込む計画とした(図-6)。

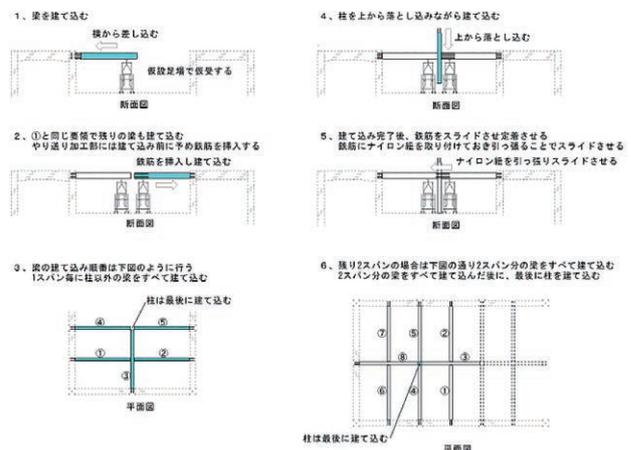


図-6 建方ステップ図

(2) コンクリート打設時における木構造の固定方法

本物件では、従来のRC部を構築してから木構造を架設する場合と異なり、コンクリート打設時には木構造のみが自立し、RC部分が後から硬化して一体化するという状態になる。木構造部分は、エポキシ樹脂の硬化により所定の仮設撤去強度が発現すれば構造として担保されるが、RC取り合いについてはRC側の支持が期待できないため、不安定な状態となる。実際、コンクリートの打設により、何も支持が無い状態では5mm程度の撓みを生じる計算となっていた。そこで、現場での検討の結果、RCに取合う木構造梁については、1本あたり2カ所を強力サポートで仮受けする計画とした(図-7)。

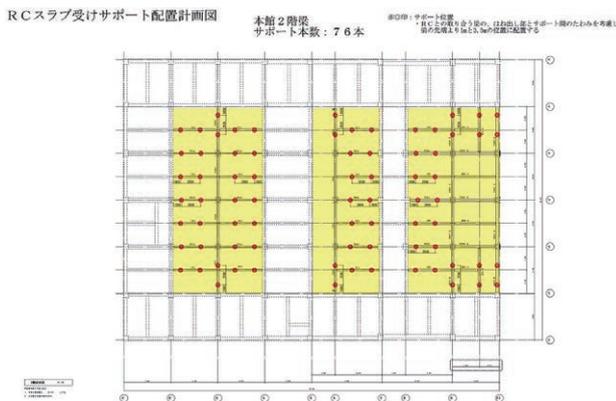


図-7 強力サポート配置図

(3) 木構造が見え掛かりになる部分の生コンクリートによる汚損防止方法

木構造梁を架設した後のコンクリートを打設時に、木構造表面が汚損する要因として下記の2点が考えられた。

- ① 型枠・デッキの隙間から漏れるコンクリートのノロによる木構造表面の汚損(図-8 左図)
- ② 生コンクリートが木材に染み込むことで生じる汚損(図-8 右図)

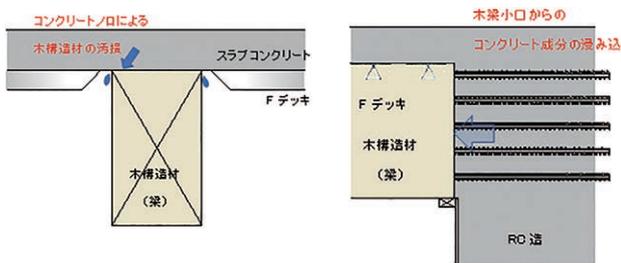


図-8 汚損の要因

以上の2点は、どの程度の影響があるか不明確であったため、現場では小型のモックアップを作成し、養生方法等を事前に検証することとした。

- ① コンクリートノロによる汚損防止の養生方法
 - a. 木構造梁とデッキの間にルーフィング材を緩衝材として挟み込む
 - b. デッキ取り合い部をコーキング処理
 - c. デッキ取り合いに水切り形状の養生材を取付け、木

材表面にノロが垂れないようにする

- ② 生コンクリートの染み込みに対する養生方法
 - a. 養生なし
 - b. 木構造の小口面に充填用のエポキシ樹脂によりコーティング

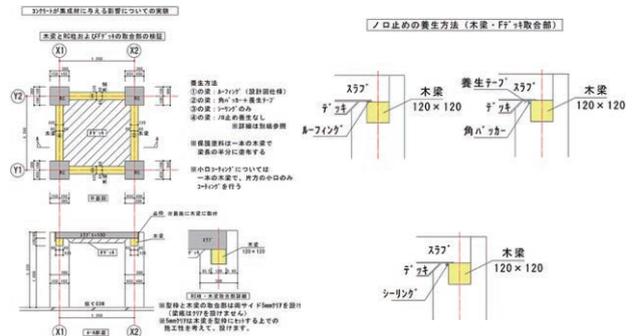


図-9 実験計画図

モックアップの製作状況を写真-1に示す。また、製作した実験体の各部位において、計画した養生方法による実験結果は写真-2~4に示す通りであった。実験の結果より、以下の方針で養生を考えることとした。

- ① コンクリートノロによる汚損の対策
 - a. ルーフィング材を挟み込む方法ではノロによる汚損が見られたことから、何らかの対策をしなければ汚損



写真-1 モックアップ製作状況



写真-2 a. ルーフィング材の緩衝材
(①ノロ垂れの跡あり ②染み込みなし)



写真-3 b. コーキング処理
(①ノロ垂れの跡なし ②染み込みなし)



写真-4 c. 角バッカーの水切り
(①ノロ垂れの跡なし ②染み込みなし)

が発生することが予想された。bのコーキング処理はデッキ取り合いからのノロの漏れは確認できなかったが、デッキ同士の隙間や完全にノロを防止することができるか不安があったため、同様に汚損の見られなかった、cの比較的安価で手間の少ない水切り形状の養生を取付ける方法を採用することとした。

② 生コンクリートの染み込みの対策

aの養生なし、bのコーティングあり、共に染み込みに対する汚損は見られなかったが、木梁製作の段階で工場においてコーティング処理が可能であることから、RCと接合する木材の小口面にはあらかじめコーティング処理を施すこととした。

§3. 施工結果

3-1 コンクリート打設前（型枠・鉄筋）の状態における木構造の施工

以下に木構造の架設状況を示す（写真-5～16）。

写真のように、各工程を進めた結果、当初の計画通り型枠の状態のRC部に対して木構造を組み込んでいくことができた。

ここで、特筆すべき事項として

- ① 鉄筋量の多い仕口部分への木構造梁の建方
配筋量の多い柱の仕口部分はアンカー付き木構造梁を差し込む際に鉄筋同士が干渉（配筋計画でもギリギリで



写真-5 木構造架設前状況



写真-9 木構造柱建込み状況



写真-13 木梁エポキシ注入状況



写真-6 木構造部材搬入状況



写真-10 木構造建方完了状況



写真-14 デッキスラブ敷込状況



写真-7 木構造梁架設状況



写真-11 木構造建入れ調整状況



写真-15 木構造部スラブ配筋状況



写真-8 梁上シアキー打設状況



写真-12 木梁取合シーリング状況



写真-16 木構造内部RC取合状況

あった) し、鉄筋業者の相番作業により既存配筋を微調整しながら木構造梁をセットしたが、かなり苦勞した(写真-17, 18)。



写真-17 木構造梁差し込み状況



写真-18 木構造梁差し込み完了状況

② 「やり送り工法」の成功

当初の計画通りではあったが、実際に木構造梁の仕口部分でナイロン紐を引っ張ると、内部の鉄筋がスライドし、所定の位置に納まっていくことが確認できた(写真-19~21)。

3-2 コンクリート打設時における木構造の固定方法

木構造架設後、建て入れ調整を行い、エポキシ樹脂を



写真-19 つなぎ筋段取り状況



写真-20 つなぎ筋セット状況



写真-21 つなぎ筋引込み状況

注入することで木構造としては自立することになる。但し、従来の工法と異なり、木構造の仮設撤去強度発現後に、「デッキスラブ敷き込み～スラブ配筋」、「RC部のコンクリート打設」があるため、それらの影響による変位が発生しないかを検証した。

具体的には、木構造の建て入れ調整後を基準とし、「1. コンクリート打設前」、「2. コンクリート打設後」に木構造の変位が発生するかを確認した。

結果としては1., 2. 共に有効な建て入れの変位は見られなかった(図-10)。

木構造建て入れ変位確認表 (1F)

1F木構造柱			CON打設前		CON打設後		変位	
X	Y	柱記号	X	Y	X	Y	X	Y
3	3	LC1	1	-1	1	-1	0	0
3	4	LC1	0	1	0	1	0	0
3	5	LC1	-1	1	-1	1	0	0
6	3	LC1	1	-1	1	-1	0	0
6	4	LC1A	1	1	1	1	0	0
6	5	LC1	0	2	0	2	0	0
9	3	LC3	1	0	1	0	0	0
9	4	LC3	1	3	1	3	0	0
9	5	LC3	2	2	2	2	0	0
10	3	LC3	2	1	2	1	0	0
10	4	LC3	0	3	0	3	0	0
10	5	LC3	1	3	1	3	0	0

図-10 木構造建入れ値変化 (CON前後)

3-3 木構造が見え掛かりになる部分の生コンクリートによる汚損防止方法

生コンクリート打設時に以下の状況を確認した。

① 見え掛かりとなる木構造部分

直上となるデッキスラブからのノロは各所に見られたが、計画通り仮設の水切りからノロが垂れることによって木構造梁の表面にモルタル成分が付着することは避けられた。また、木梁の RC 取り合い部(型枠との取り合い)からの有効なノロ漏れは確認されなかった(写真-22)。

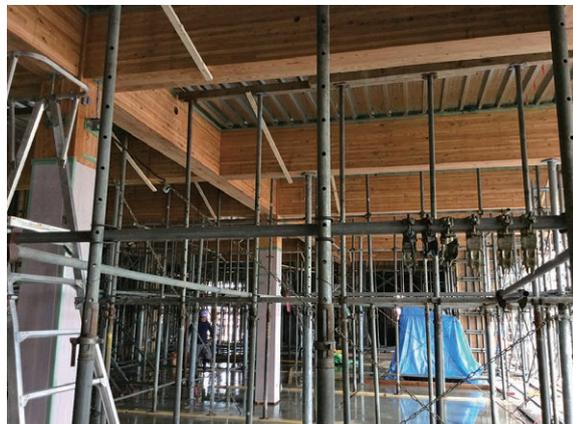


写真-22 木構造見え掛かり部打設中

② 隠蔽部となる木構造部分

直上のデッキの隙間から各所、モルタル成分が漏れ出してくるのが確認できた。これについてはモルタル成分が固化する前に、下部よりハイウォッシャーで水洗いをする事で、モルタル成分が垂れた跡は木材表面に残ったがセメント成分の固化を防ぐことができた(写真-23)。

以上より、今回採用した養生方法は有効であったことが確認できた。

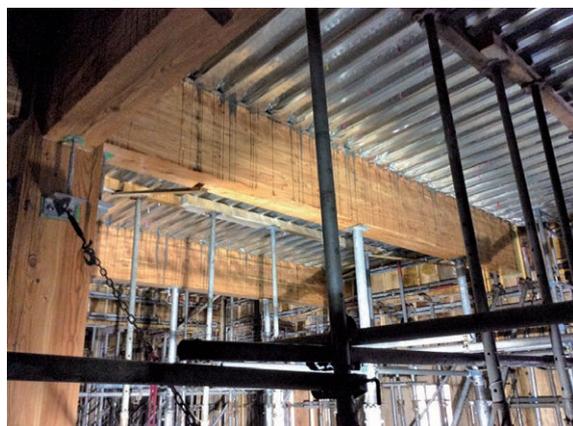


写真-23 木構造隠蔽部打設中

§4. まとめ

本物件は、国内では稀な事例である RC 造と木構造の混構造におけるコンクリートの一体施工が大きな特徴であった。過去に施工事例が無いため、試行錯誤を繰り返しながら計画・施工を行った。

まず、木構造を RC 部分と一体施工するには、RC 在来工法の途中に木構造の工程を組み入れる必要があった。具体的には、アンカー付きの木構造梁を RC 柱・梁に接合するため、在来工法で柱・梁の型枠・配筋作業が完了

した後、木構造を架設していく必要があった。また、建物の外周周りを RC 造、内部を木構造で構成している平面形状から、木構造の架設時には周囲が在来型枠で囲われている状況のため、木構造の柱・梁の建方手順・方法、仮設計画に多くの検討を要した。試行錯誤ではあったが、結果は満足のいくものであった。完成後の木構造部の状況及び全景を写真-24~26 に示す。

昨今の地産地消の流れや、木構造に対する考えが見直され、公共建築物などでは構造としての木材が使用された物件がある。また、その中で木造とその他の構造を組み合わせた混構造による計画もある。本物件で採用された RC と木造ハイブリッド構造の一体施工は、それらの設計・施工の幅を広げるものであり、一つの実績が残せたのではないかと考える。



写真-24 木構造完成後(待合ロビー)



写真-25 木構造完成後(デイルーム)



写真-26 完成写真(外観)