

## CLT を用いた既設橋梁の床版取替えに関する一考察

服部エンジニア株式会社 正会員 ○荒木 昇吾  
 秋田県立大学 正会員 佐々木 貴信  
 秋田県立大学 正会員 林 知行

### 1. 序論

橋梁の主要部材のひとつである床版は、車両の繰返し荷重を直接支持するために、最も傷みやすいとされている。軽微なひびわれであれば注入処理を行うことで現状を維持できるが、抜け落ち等の甚大な損傷が生じた場合には、既設床版を撤去し、取替えることが対策の基本となる。新たに設置する床版は、現行の活荷重に対する安全性、厚さや配筋要領等の規定を満足する必要があるが、過去に造られた床版は、一般に床版厚が薄く、かつ、設計活荷重も小さい。このため、床版の取替えを行うがゆえに、死荷重と設計活荷重による断面力が増加し、主桁の補強が必要となる場合もある。

一方、CLT(Cross Laminated Timber)は、写真-1 に示すように、小断面のひき板を並列した単層を、その軸方向(繊維方向)を直交させて積層接着した面状の大型構造用木質材料である。従来の木質材料に比べて寸法安定性が向上すること、強度異方性が改善されること等から、中層および大規模建築への適用が期待されている。CLT に限らず、木質材料の単位体積質量は、一般にコンクリートの 1/3 程度と軽量である。このため、同程度の断面で床版の取替えが可能となれば、死荷重の減分と設計活荷重の増分がキャンセルされ、主桁補強を行わずに現行規定を満足できる可能性がある。

本稿は、CLT の土木分野での利用に向けた検討のひとつとして、既設橋梁の床版取替えへの適用を検討するものであり、一般的な場所打ち RC 床版との比較を行うことにより、CLT 床版の有効性について考察する。

### 2. CLT の曲げ性能

床版は、主に橋軸直角方向の曲げに抵抗する部材であり、耐荷性の検討には材料の曲げ性能を把握できていることが前提である。しかし、CLT の強度性能は、現在、産官学が連携して実験等に基づく検証が行われている最中であり、製材や集成材のように、等級区分に応じた規格強度は示されていない。このため、図-1 に示す 27 試験体の曲げ試験結果<sup>1)</sup>から設定した曲げ基準強度  $F_b$  に、表-1 に示す  $K_f$  等の各種耐力調整係数<sup>2)</sup>を乗じることで、許容曲げ応力度  $\sigma_{ba}$  を設定した。

### 3. 検討モデル

床版取替えの検討は、図-2 に示す RC 床版を有する鋼単純非合成鈹桁橋を簡略化したモデルを用いて実施する。なお、床版厚や主桁の断面構成は、図-3 および表-2 に示すように、昭和 55 年版道路橋示方書の規定に基づき設定した。



写真-1 CLT (直交集成板)

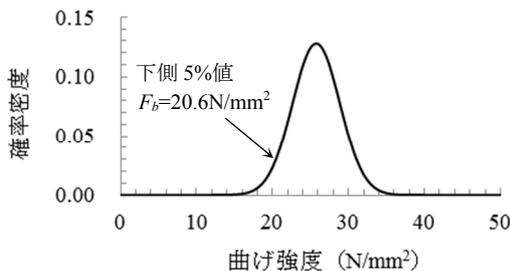


図-1 CLT の曲げ強度分布

曲げ基準強度	$F_b = 20.6 \text{ N/mm}^2$
安全係数	$K_f = 0.67$
基準化係数	$K_o = 0.50$
荷重継続期間係数	$K_d = 1.10$
含水率調整係数	$K_m = 0.80$
許容曲げ応力度	$\sigma_{ba} = 6.1 \text{ N/mm}^2$

※ $K_d$  は、供用期間 50 年とした値

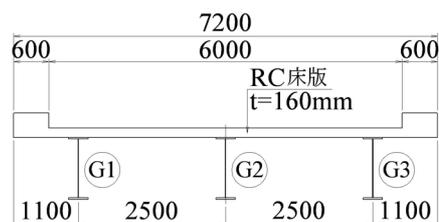


図-2 検討モデルの概要図

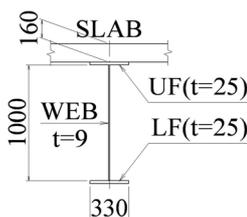


図-3 主桁の断面構成

表-2 検討モデルの構造諸元

支間長	$L = 20 \text{ m}$
設計活荷重	L-14 (二等橋)
床版厚 (最小厚 160mm)	$30 \times 2.5 + 110 - 30 = 155 \text{ mm}$
使用鋼材	SM 400
主桁下縁の曲げ応力度	$\sigma_{gb} = 137.5 \text{ N/mm}^2$
許容曲げ応力度	$\sigma_{gba} = 140.0 \text{ N/mm}^2$

キーワード CLT, 既設橋梁, 床版取替え, 主桁補強

連絡先 〒420-0053 静岡県静岡市葵区弥勒 2-2-12 服部エンジニア株式会社設計部 TEL 054-251-2331

4. RC 床版を用いた検討結果

場所打ち RC 床版を用いた対策概要図を図-4 に示す。床版厚は、「道路橋示方書<sup>3)</sup>」(以下、道示)に準じ、大型車交通に対する割増し係数を最小値である 1.10(500 台未満/日/方向)とすれば、210mm が必要となる。次に、設計活荷重を初期条件である L-14 から A 活荷重(L)に変更し、床版取替え後の主桁の照査を実施した。なお、検討の便から、主桁の照査は G2 桁の桁下縁の曲げ応力度のみを対象とした。表-3 に示すように、床版取替えと活荷重の変更により、死荷重および活荷重曲げモーメントが初期状態から増加する。「既設橋の耐荷力照査実施要領(案)<sup>4)</sup>」では、現行活荷重を用いた照査を行った場合に、許容応力度に対して 30%以内の超過であれば実質的な影響は少ないとしているが、今回のケースでは応力超過が 30%を超える(34%)ことから、図-4 に示すように、フランジを増厚する等、主桁を補強しなければならない。

5. CLT 床版を用いた検討結果

道示に規定されている RC 床版の単位幅あたりの設計曲げモーメントの算出式は、等方性版を対象とした解析結果を基に安全側に近似したものである。木材は異方性材料であるが、CLT は面材の繊維方向を直交積層して製作されるために、概略検討の範囲内では等方性と捉えてよいと思われる。このため、CLT を用いる場合の床版厚は、道示に示される A 活荷重で設計する連続版の算出方法と、表-1 に示した許容曲げ応力度  $\sigma_{ba}$  を用いて、図-5 に示すように 180mm に設定した。次に、RC 床版を用いる場合と同様に、G2 桁の応力照査を実施した。表-4 に示すように、CLT 床版を用いる場合においても、設計活荷重の変更により活荷重曲げモーメントは増加するが、死荷重(ここでは CLT 床版の単位体積質量  $\gamma_{clt}=8.0\text{kN/m}^3$  とした)が軽減されることから、死荷重曲げモーメントが小さくなり、全体としては初期状態にほぼ等しい。このため、主桁の曲げ応力度が許容値を超過せず、主桁の補強を行わずとも現行の活荷重に対する安全性が確保できる。

6. 結論

本稿では、CLT を用いた既設橋梁の床版取替えに関する有効性について検討した。過去に造られた橋梁の性能を引き上げるためには、何らかの補強材を取り付けることが基本ではあるが、既設橋特有の構造・施工上の制約がある中では、母材の供用状態を維持しつつ、性能が向上できることが望ましい。また、今回のケースにおける経済性比較では、CLT 床版を用いる場合に 12%程度の工事費の低減効果が得られている。既設床版の取替えは、安価な場所打ち RC 床版を用いることが一般的であるが、主桁補強が必要となるようなケースでは、構造性と経済性の両面に優位性が得られない場合もあり、ここに CLT の活用の「場」があると思われる。今後、いくつかのケーススタディを実施することで CLT 床版の有効性を検証するとともに、構造細目の検討等、実用化に向けた研究を行う予定である。

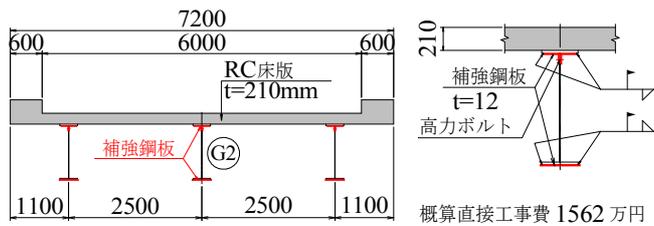


図-4 RC 床版を用いた対策概要図

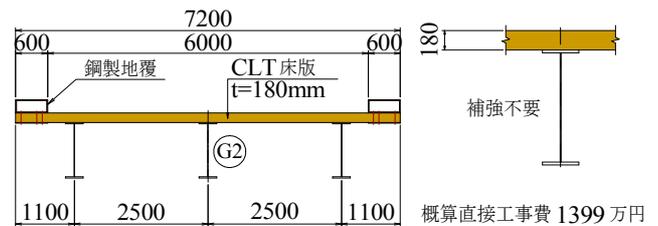


図-5 CLT 床版を用いた対策概要図

表-3 主桁の応力照査結果(RC床版)

項目	初期状態	床版取替後	主桁補強後
死荷重曲げモーメント $M_D$ (kN・m)	588	741	768
活荷重曲げモーメント $M_L$ (kN・m)	744	1,075	1,075
設計曲げモーメント $\Sigma M$ (kN・m)	1,332	1,816	1,843
曲げ応力度 $\sigma_{gh}$ (N/mm <sup>2</sup> )	137.5	187.5	137.9
許容曲げ応力度 $\sigma_{gha}$ (N/mm <sup>2</sup> )	140.0	140.0	140.0

表-4 主桁の応力照査結果(CLT床版)

項目	初期状態	床版取替後
死荷重曲げモーメント $M_D$ (kN・m)	588	278
活荷重曲げモーメント $M_L$ (kN・m)	744	1,075
設計曲げモーメント $\Sigma M$ (kN・m)	1,332	1,353
曲げ応力度 $\sigma_{gh}$ (N/mm <sup>2</sup> )	137.5	139.6
許容曲げ応力度 $\sigma_{gha}$ (N/mm <sup>2</sup> )	140.0	140.0

参考文献

- 1)佐々木貴信ら:ラミナ強度データによる CLT の強度評価(その 2), 第 65 回日本木材学会大会, D18-09-1345, 2015.
- 2)木質構造設計規準・同解説, 日本建築学会, 2002.
- 3)道路橋示方書・同解説, 日本道路協会, 2012.
- 4)既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案), 建設省, 1993.