

CLT 床版橋における CLT 床版と鋼桁の合成挙動

環境構造工学分野 7016810 加藤 京介
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

CLT 床版橋は、鋼製 I 桁に CLT 床版を取り付けた橋梁で、秋田県内では既に 3 橋が架設されている。CLT 床版は、ボルトで鋼製 I 桁に連結されており、設計上は非合成ではあるが、CLT 床版部も剛性に寄与していると考えられる。そこで本研究では、CLT 床版と鋼製 I 桁との間に薄い仮想材料を挟み、その剛性を変えることで、実際の CLT 床版橋に近い連結状態をモデル化し、車両載荷試験の実測値と比較・検討する。



図-1 CLT 床版橋

2. 解析モデルと方法

解析対象は、厚さ 230mm、橋長方向 6970mm、幅員方向 3700mm の CLT 床版と桁高 300mm、フランジ幅 300mm の鋼桁 3 本からなる仙北市の CLT 床版橋（以後 1 号橋）モデルと、厚さ 132mm、橋長方向 9986mm、幅員方向 3450mm の CLT 床版と桁高 500mm、幅 200mm の鋼桁 4 本からなる大仙市の CLT 床版橋（以後 2 号橋）モデルとする。

これらの実際の橋梁の不完全度をモデル化するため、有限要素解析ツール Salome-Meca を用いて、CLT 床版と鋼桁の間に図 2 のようなゴム状の仮想材料を挟み、厚さやヤング率を変えて考察する。CLT 床版は等方性材料とし、橋軸方向が CLT の弱軸方向であることから、弱軸方向の測定値 1.7GPa を、鋼桁のヤング率は 206GPa を用いる。要素は四



図-2 モデルのイメージ図

面体要素による自動メッシュ分割を用いるが、曲げ変形の対称性を考慮し、図-3 のように橋軸方向中央面と幅員方向中央面を対称面とする梁の 1/4 を解析する。境界条件は、桁下面の支定点（× 桁本数）を線拘束し、橋軸方向変位のみを自由とする。

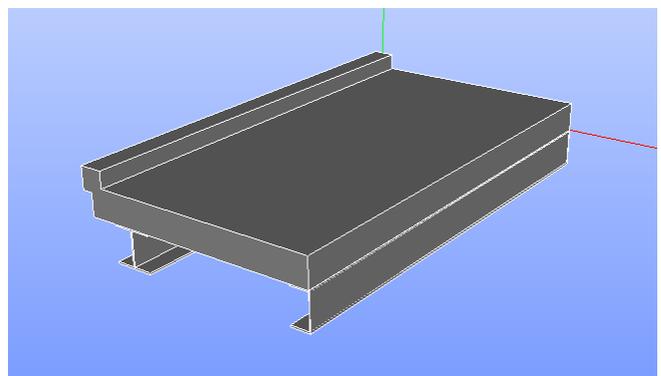


図-3 1 号橋の 1/4 解析モデル

3. 解析結果

仮想材料のヤング率を CLT のヤング率の 1 倍（完全合成桁に相当）から、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、 $\frac{1}{1000}$ 倍、 $\frac{1}{10000}$ 倍、と小さくしていき、非合成桁の理論値に近づくか調べる。但し、仮想材料が薄すぎると十分に变形できずに CLT と鋼桁間のずれが生じにくくなるため、仮想材料の厚さも 1mm~3mm まで変えて比較する。

解析結果を表 1 ~ 4 に示す。仮想材料厚さについて、1mm の時と 3mm の時の解析結果を示す。表

内の E は仮想材料のヤング率、「完全合成」は完全合成桁として計算される理論値、「非合成」は非合成桁として計算される理論値、FEM は、Salome-Meca による解析値である。理論値は、仮想材料の厚みも考慮して断面二次モーメントを計算している。

1号橋では、FEM 解は仮想材料が CLT と同じヤング率の時、完全合成桁よりもやや固めな結果になっているが、仮想材料を柔らかくするにつれて非合成桁の理論値に近づいている。2号橋では、FEM 解は仮想材料が CLT と同じヤング率の時でも完全合成桁の理論値よりもやや柔らかめの結果が出ており、1号橋同様に仮想材料を柔らかくするにつれて非合成桁の理論値に近づいている。仮想材料の厚さを厚くするほど、より柔らかめの結果となり非合成の結果に近づいている。次に、実際の車両載荷試

荷した時の結果を、仮想材料厚さが 3mm の時の結果を同様に表 5 ~ 6 に示す。FEM の解析値は車両載荷の荷重条件を再現して計算した値である。1号橋と 2号橋ともに、FEM の結果は完全合成桁の理論値から非合成桁の理論値までの幅を表現出来ていると言える。実験値は、1号橋は非合成桁の理論値よりも柔らかめに出ており、非合成桁に近いことがうかがえる。2号橋は完全合成桁の理論値よりも固めに出ており、完全合成桁に近いことがうかがえる。

表-1 たわみ (1号橋,3点曲げ, 仮想材料:1mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	3.3810	5.2494	3.1771
0.17	3.3812	5.2494	3.1873
0.017	3.3812	5.2494	3.2489
0.0017	3.3812	5.2494	3.6498
0.00017	3.3812	5.2494	4.6918

表-2 たわみ (1号橋,3点曲げ, 仮想材料:3mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	3.3625	5.2494	3.1607
0.17	3.3631	5.2494	3.1844
0.017	3.3631	5.2494	3.3411
0.0017	3.3632	5.2494	4.1150
0.00017	3.3632	5.2494	4.9869

表-3 たわみ (2号橋,3点曲げ, 仮想材料:1mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	1.3176	1.6717	1.4187
0.17	1.3176	1.6717	1.4198
0.017	1.3176	1.6717	1.4249
0.0017	1.3176	1.6717	1.4595
0.00017	1.3176	1.6717	1.5947

表-4 たわみ (2号橋,3点曲げ, 仮想材料:3mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	1.3139	1.6717	1.4154
0.17	1.3141	1.6717	1.4180
0.017	1.3141	1.6717	1.4308
0.0017	1.3141	1.6717	1.5087
0.00017	1.3141	1.6717	1.6578

表-5 たわみ (1号橋, 車両載荷, 仮想材料:3mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	3.1858	4.9735	2.9675
0.17	3.1864	4.9735	2.9883
0.017	3.1864	4.9735	3.1318
0.0017	3.1864	4.9735	3.8647
0.00017	3.1864	4.9735	4.7049
実験値			5.2700

表-6 たわみ (2号橋, 車両載荷, 仮想材料:3mm)

E (GPa)	完全合成 (mm)	非合成 (mm)	FEM(mm)
1.7	1.0747	1.3674	1.1375
0.17	1.0749	1.3674	1.1396
0.017	1.0749	1.3674	1.1487
0.0017	1.0749	1.3674	1.2101
0.00017	1.0749	1.3674	1.3338
実験値			0.9200

4. まとめ

3点曲げの解析では、完全合成桁と非完全合成桁のそれぞれの理論値に近づく結果が得られた。仮想材料モデルによって、完全合成桁から非合成桁までの不完全な領域を表現することが出来た。また車両載荷試験の再現についても、1号橋と 2号橋ともに完全合成桁の理論値から非合成桁の理論値の幅を表現出来ているといえる。実験値は、1号橋は非合成桁よりも柔らかめに出ており、非合成桁であることがうかがえる。2号橋は完全合成桁よりも固めに出ており、完全合成桁に近いことがうかがえる。実験値は不確定な要素があるため、それぞれの CLT と床版橋がそれぞれの合成状態に近いとは必ずしも言い切れないが、不完全合成桁の領域であっても、この仮想材料モデルを用いて表現が出来ると言える。

験の載荷条件を再現し、4箇所タイヤ接触面に載