

## 旧開智学校校舎における梁上支圧板設置のための樹脂モルタル製飼物の支圧耐力試験

- 種別：材料試験 [木材・煉瓦・鉄・コンクリート・その他]、重量測定  
要素試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根) ・非構造部材・その他]、  
補強性能試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根) ・非構造部材・その他]

### ●基本情報

文化財名称：旧開智学校校舎

文化財種別（指定年月日）：国宝（令和元年 9 月 30 日）

所在地：長野県松本市開智 2-4-12

所有者（管理団体）：松本市（松本市丸の内 37 号）

構造形式：木造、建築面積 507.0 m<sup>2</sup>、二階建、寄棟造、棧瓦葺、中央部八角塔屋付

建築年：明治 9 年（1876）4 月、昭和 39 年（1964）現在地に移築復元

事業名称：国宝旧開智学校校舎 耐震対策工事

事業期間：令和 2 年 9 月～令和 6 年 12 月

工事種別：耐震対策工事

事業者：松本市

設計監理：(公財)文化財建造物保存技術協会

実験計画者：菊岡喜一（同上）、古川 洋（有）安芸構造計画事務所

実験機関：信州大学工学部

実験年月日：2023 年 10 月 11 日

引用・参考文献：

### ●実験に至る経緯と目的

旧開智学校校舎の耐震補強において、柱の浮き上がりを拘束するために、1 階床下基礎と 2 階天井梁をタイロッドを用いて緊結した。2 階天井梁が太鼓状の加工で上部は丸太状であり、タイロッドの支圧板をセットするには木製飼物を光付け加工して水平面を設ける必要があったが、全ての部材形状が異なり狭い天井内で施工が困難であった。そこで木製飼物に代わる方法として、コンクリート建造物の補修に用いられるエポキシ樹脂系モルタル（商品名：ボンド K モルタル）を採用した。必要な支圧耐力を確認するために、ボンド K モルタルを用いて支圧試験を行った。

● 姿図・寸法

【使用材料】

1) 製材：ベイマツ、ボンド K モルタル、剥離シート：ラップフィルム

2) ボンド K モルタル (コニシ株式会社 以下カタログより転写)

・用途：コンクリート構造物の欠損部や露出鉄筋部の補修用充填剤、不陸・段差部の調整用樹脂モルタル

・JIS A 6024 (建築補修用及び建築補修用エポキシ樹脂) 表示認証を取得

・性状

項目	主材	硬化剤
主成分	エポキシ樹脂	ポリアミン類
外観	灰白色パテ状	灰黒色パテ状
混合比	主材：硬化剤=2：1 (質量比)	
比重	0.75± 0.05	

・ボンド K モルタル 硬化物の性能規格 (社内規格値)

試験項目	規格値	試験方法
圧縮降伏強さ (N/mm <sup>2</sup> )	24以上	JIS K 7208
曲げ強さ (N/mm <sup>2</sup> )	10以上	JIS K 7203



写真1 混合作業状態

【試験体寸法】

試験体の寸法を図 1 に示した。天端を丸太状に加工した製材にラップフィルムを貼り、簡単な型枠を載せ、混合したボンド K モルタルを押さえるようにして充填した。硬化後天端を水平且つ平滑に仕上げた。試験体の試験を写真 2 に示した。



写真2 支圧試験体

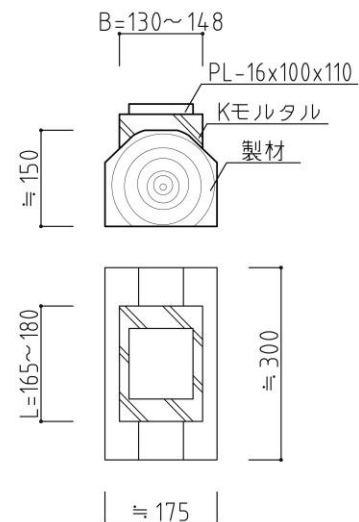


図1 試験体の形状寸法

●実験方法

写真 3 に示すように、アムスラー型万能試験機を用い、試験体とクロスヘッドとの間にロードセルを挟んで支圧荷重を、加力支圧板の左右 2 カ所とクロスヘッドの 3 カ所の変位を測定し、加力支圧板の 2 カ所の平均値を採用した。

加力は破断に至るまでの単純増加荷重として加力した。



写真 3 加力試験の様子

●荷重変形

3 体の支圧試験の荷重－変形曲線に完全弾塑性体モデルの評価曲線を加えた結果を図 2 に示した。また、試験結果と完全弾塑性モデルの置換結果の一覧を表 1 に示した。

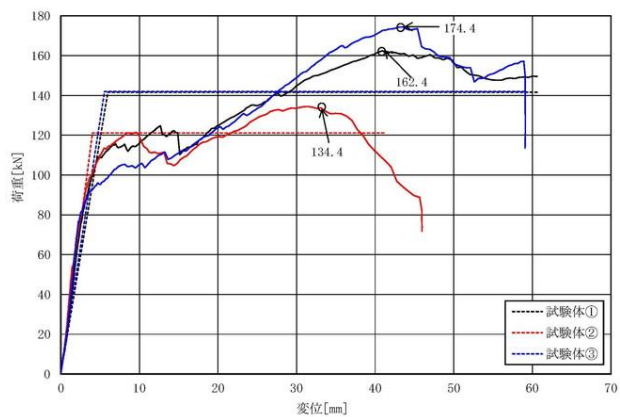


図 2 支圧試験結果

表 1 試験結果と完全弾塑性体モデルの一覧

試験体	Pmax kN	Py kN	$\delta y$ mm	Ke kN/mm	Pu kN	$\delta v$ mm	$\delta u$ mm	塑性率 $\delta u/\delta v$	備考
①	162.4	105.9	4.5	23.5	141.6	6.0	60.6	10.1	
②	134.4	84.5	2.8	30.2	121.1	4.0	41.2	10.2	
③	174.4	90.9	3.6	25.3	142.0	5.6	59.1	10.6	

●破壊形状

試験体 3 体の破損状況を写真 4、写真 5 に示した。



写真 4 各試験体の破損状況：木口面



写真5 破損状況：天端めり込み

いずれの試験体も同じように、モルタルが製材にめり込み始めるとモルタルの端部に割れが発生した。写真に見られるように、めり込みが進行して製材の木口に割れが認められる状況になると支圧板の外周に沿ってモルタルが破断して分離した。それ以降は支圧板と支圧板下のモルタルのみが製材にめり込むようになり、木口が大きく破損した状況となった。最終的にはモルタルを含めて支圧板は 30mm ほどめり込んだ状態になった。

#### ●考察

試験体の製材長さが短いこともあり、天端のめり込みにより木口面が大きく割れることになった。製材の長さが確保できていればさらに大きな支圧耐力が得られたと思われる。木質構造基礎理論(日本建築学会、2010、P.98)によれば、製材の端部から 100mm は材端に当たり基準強度を低減することになり、ベイマツの材端めり込み強度： $F_{cv}=0.72\text{kN}/\text{cm}^2$ とすると支圧耐力： $nPu=10.0 \times 11.0 \times 0.72\text{kN}/\text{cm}^2=79.2\text{kN}$ となる。実験結果は  $Pu=134.4 \sim 1174.4\text{kN}$  となり、材端の低減を行わない  $F_{cv}=0.90\text{kN}/\text{cm}^2$ 、 $nPu=99.0\text{kN}$  をも満足する結果となった。

丸太状の梁天端に支圧板をセットするために、エポキシ樹脂系モルタルを用いた方法は、タイロッドの張力を確保するために特に問題がないことが確認できた。また、支圧板を受けるモルタルの大きさについては、支圧試験中に製材へのめり込みによりモルタルに割れが発生したことから、支圧板の面積のみを有効にする必要があることが確認できた。