

護国寺月光殿における短釘を用いた構造用合板補強のせん断試験

- 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：護国寺月光殿 (旧日光院客殿)
文化財種別 (指定年月日)：重要文化財 (昭和6年1月19日)
所在地：東京都文京区
所有者 (管理団体)：宗教法人護国寺
構造形式：桁行七間、梁間六間、一重、入母屋造、妻入、正面軒唐破風付
中門 桁行一間、梁間一間、一重、切妻造、総檜皮葺
建築年：桃山時代 (慶長末年 (1615) 頃)
事業名称：重要文化財護国寺月光殿保存修理事業
事業期間：平成20年1月2日～平成26年1月31日
工事種別：解体修理
事業者：宗教法人護国寺
設計監理：公益財団法人文化財建造物保存技術協会
実験計画者：有限会社山辺構造設計事務所 山辺豊彦
実験機関：職業能力開発総合大学校東京校
実験年月日：－
引用・参考文献：『重要文化財護国寺月光殿 (旧日光院客殿) 保存修理工事報告書』 (宗教法人護国寺 平成26年1月)

●実験に至る経緯と目的

文化財建造物の木造建築の耐震補強工事では、補強部材を見えないように壁内に設置するケースが多い。その際、補強壁の厚さを薄くするため、小さな受け材と短い釘による納まりが求められる。しかし通常使用する釘より短い釘を使用した耐震要素は一般的ではなく、その強度性状が不明であり、短い釘を耐震補強に使用することが困難であるのが現状である。

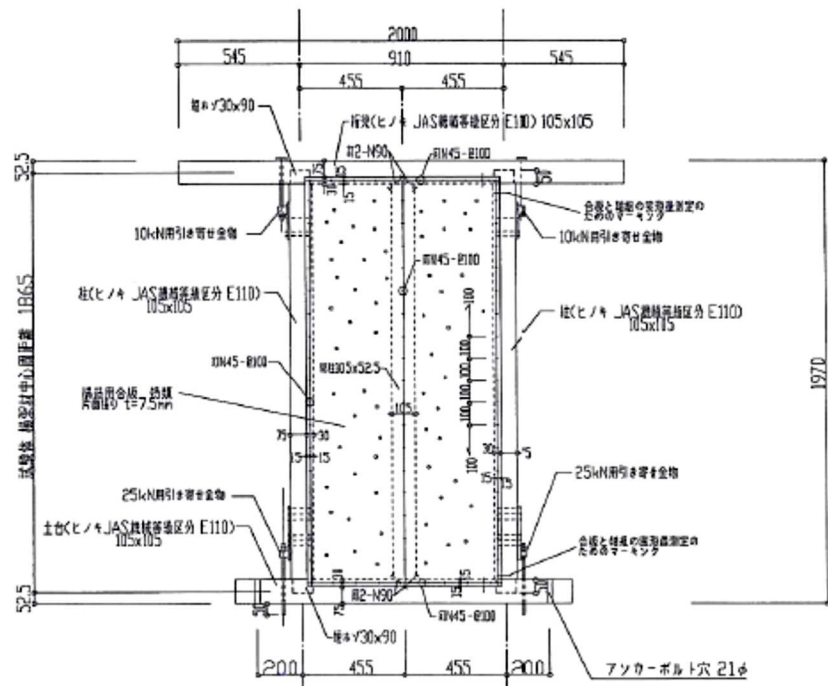
本実験では、短い釘を用いた耐震要素の性能を推定するために必要となる釘1本当たりの耐力を実験的に求めることを目的とする。

● 姿図・寸法

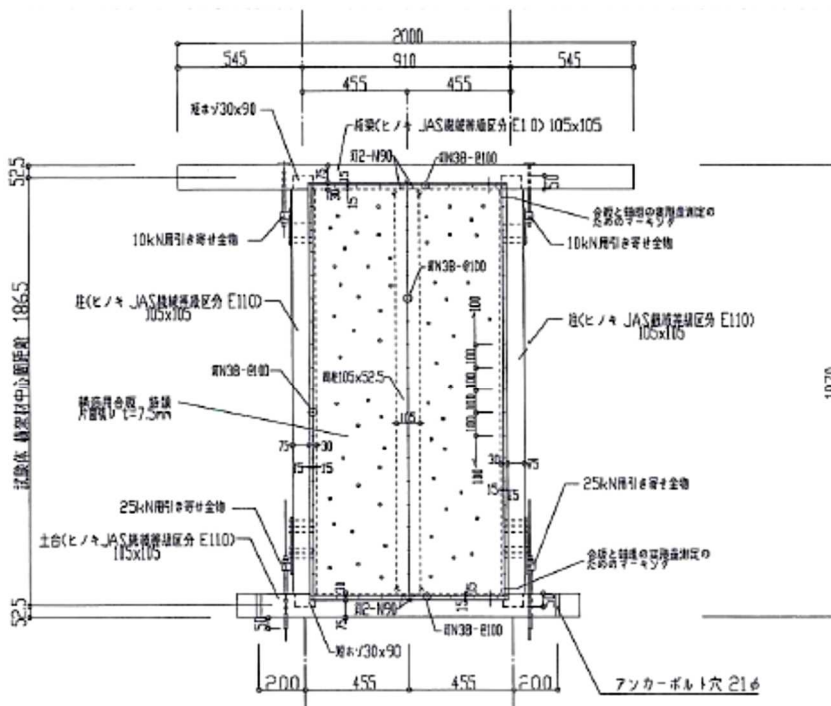
【使用材料】 軸組 910×1865×105 ヒノキ

普通丸釘 N45, N38

【試験体寸法】



(a) N45



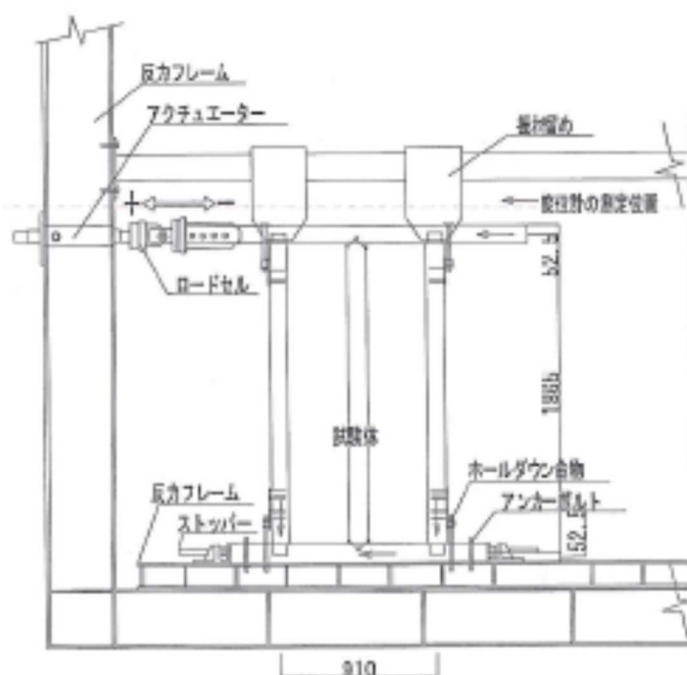
(b) N38

●概要

軸組のみの試験体1体のほか、構造用合板を釘で打ち付けた N45 釘打ち張り試験体を3体、N38 釘打ち張り試験体を3体用意し、加力試験を行った。

●実験方法

正負交番繰り返し加力とし、せん断変形角が 1/450~1/50 まで7ステップ、同一ステップで3回の繰り返しを行い引き側で最終破壊をさせた。荷重はアクチュエータに取り付けられたロードセルで測定し、変位は電気式変位計を用いて、横架材及び土台については水平変位、柱については浮き上がり変位を測定した。



●特性値

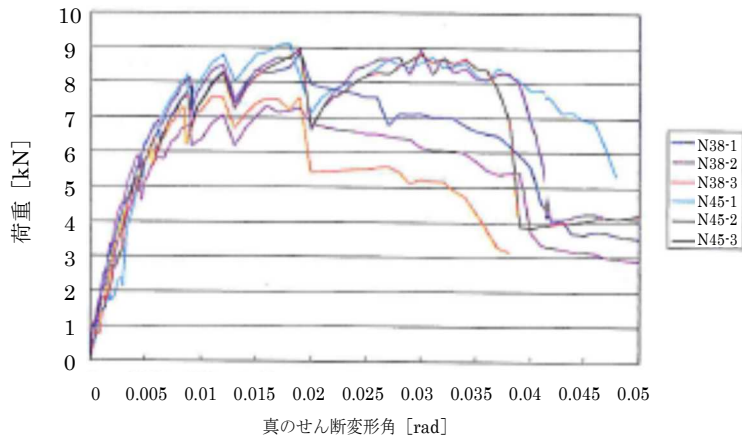
表に示す通り。

	N45-1	N45-2	N45-3	N45 平均値	N38-1	N38-2	N38-3	N38 平均値
最大荷重 Pmax (kN)	9.13	8.98	8.92	9.01	8.84	7.33	7.59	7.92
最大荷重時の変形角 (rad)	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.016	0.011	0.015
降伏耐力 Py (kN)	7.90	5.01	6.20	6.37	5.30	4.74	4.28	4.77
降伏耐力時の変形角 δy (rad)	0.008078	0.003291	0.005509	0.005626	0.003995	0.003879	0.003130	0.003668
終局耐力 Pu (kN)	8.55	8.17	8.13	8.28	7.73	6.58	7.15	7.15
完全弾塑性モデルの降伏変形角 δv (rad)	0.008736	0.005373	0.007221	0.007110	0.005823	0.005387	0.005232	0.005480
初期剛性 K	978	1521	1128	1208	1327	1221	1366	1305
80%荷重低下時の変形角 δu (rad)	0.042	0.039	0.037	0.039	0.03	0.034	0.019	0.028
塑性率 μ ($\delta u / \delta v$)	4.81	7.26	5.12	5.73	5.15	6.31	3.63	5.03
構造特性係数 Ds	0.34	0.27	0.33	0.31	0.33	0.29	0.40	0.34

※軸組のせん断耐力負担の影響を減じている

●荷重変形

図に示す通り。



※軸組のせん断耐力負担の影響を減じている

●破壊形状

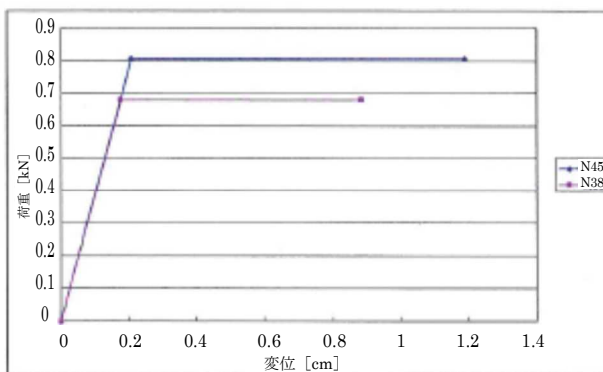
耐力壁は釘接合部の面材のパンチングシア破壊により終局に至った。釘接合部のほとんどがパンチングシア破壊であったが、土台及び横架材の中央部近辺については釘の引き抜けによる変形であった。釘の繰り返し変形による破断は、柱一列あたり2～5本程度であった。

●理論式

—

●モデル化

耐力壁の性能については、「木造軸組構法の許容応力度設計」内で示される完全弾塑性のモデル化を行って求めた。釘1本あたりの一面せん断耐力も「木造軸組構法の許容応力度設計」内で示される算定に基づいて行った。



(1) N45 について

$\Delta P_v = 0.807$ (kN) : 面材釘1本あたりの終局耐力
 $\delta v = 0.208$ (cm) : 完全弾塑性モデルとした場合の降伏変位
 $\delta u = 1.192$ (cm) : 終局変位
 $k = 3.879$ (kN/cm) : 初期剛性

(2) N38 について

$\Delta P_v = 0.679$ (kN) : 面材釘1本あたりの終局耐力
 $\delta v = 0.176$ (cm) : 完全弾塑性モデルとした場合の降伏変位
 $\delta u = 0.884$ (cm) : 終局変位
 $k = 3.864$ (kN/cm) : 初期剛性

●考察

実験より得られた短い釘1本あたりの1面せん断のデータに、耐力に影響を及ぼす係数を乗じて、耐力壁の詳細設計法に使用する面材釘1本あたりの1面せん断のデータを算出することができた。

本実験の結果を用いれば、短い釘についても詳細設計法を用いて耐力壁の設計を行うことが可能であるが、静的加力試験による性能評価しか行われていないため、地震動（動的加力）に対する性能及び破壊性状を検証することが望まれる。

また、既成釘の長さとは細さは比例関係にあるため、短い（細い）釘は発錆の影響を受けやすいのではないかとの指摘もあり、注意を要する。