

北海道大学農学部第二農場、植物園・博物館における下見板壁及び板壁の性能試験

- 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：北海道大学農学部（旧東北帝国大学農科大学）第二農場（事務所、種牛舎、牧牛舎、産室・追込所及び耕馬舎、穀物庫、収穫室及び脱稈室、秤量場）
北海道大学農学部植物園・博物館（博物館本館、博物館事務所、博物館倉庫、植物園門衛所）

文化財種別（指定年月日）：重要文化財（昭和44年8月19日、平成元年5月19日）

所在地：北海道札幌市

所有者（管理団体）：国立大学法人北海道大学

構造形式：木造、一階建もしくは二階建、棧瓦葺、スレート葺もしくは鉄板葺

建築年：明治10年（種牛舎）～明治44年（収穫室及び脱稈室）

事業名称：北海道大学「農学部第二農場」及び「農学部植物園・博物館」改修工事

事業期間：平成26年2月12日～平成27年3月31日

工事種別：部分修理、耐震対策工事

事業者：国立大学法人北海道大学

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：一

実験機関：地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場

実験年月日：平成25年9月10日～平成25年9月12日

引用・参考文献：『北海道大学農学部「第二農場」及び「植物園・博物館」修理工事報告書』
（平成27年3月）

●実験に至る経緯と目的

北海道大学農学部第二農場および同植物園・博物館の建造物の耐震診断にあたり、主な耐震要素と考えられる下見板張り及び内壁板張りの適切な耐力評価が必要となった。しかし、当該建物に対応した板壁の復元力特性についての既往研究や実験データが極めて少なく、新たに構造実験を実施して耐力評価を行う必要があった。加えて、これらの有効な補強方法についても実験的に検証する必要があった。

● 姿図・寸法

【使用材料】

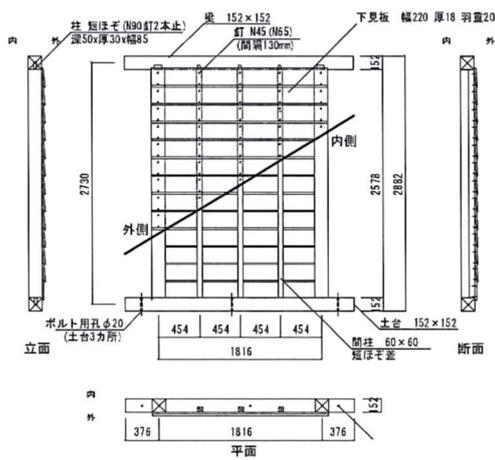
樹種はトドマツ、試験時の含水率は柱材で約 65%、板類で 26%。

【試験体寸法】

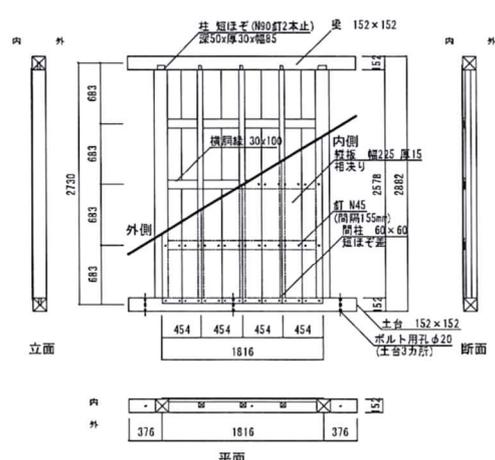
軸組寸法は 1820×2730×152。

以下の 6 種類の試験体を 1 体ずつ用意した。

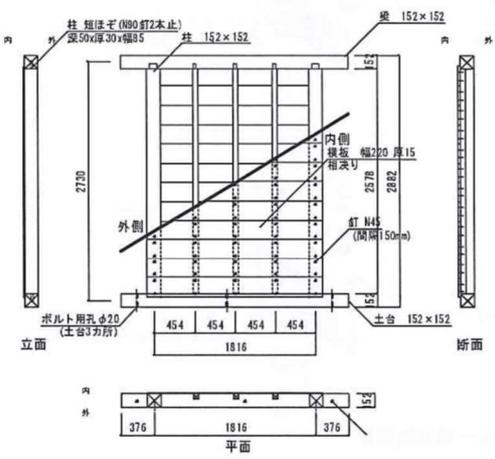
- ・試験体①：現状の外壁を想定。下見板張り、釘打ち (N45)、内壁なし
- ・試験体②：外壁の釘の仕様を変更。下見板張り、釘打ち (N65)、内壁なし
- ・試験体③：現状の内壁を想定。縦板張り、釘打ち (N45)、外壁なし
- ・試験体④：現状の内壁を想定。横板張り、釘打ち (N45)、外壁なし
- ・試験体⑤：②と③を合わせた仕様。外壁下見板張り、釘打ち (N65)、内壁縦板張り、釘打ち (N45)
- ・試験体⑥：補強後を想定。外壁下見板張り、釘打ち (N65)、内壁縦板張り、釘打ち (N45)、構造用合板張り (t9.0)



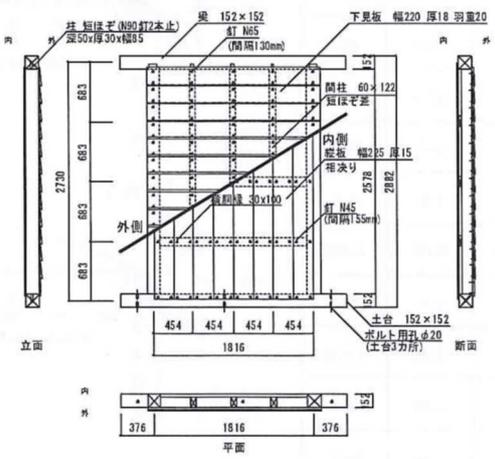
試験体① 外側 下見板張り釘2本 (N45)
試験体② " " (N65) ※寸法は見付×見附



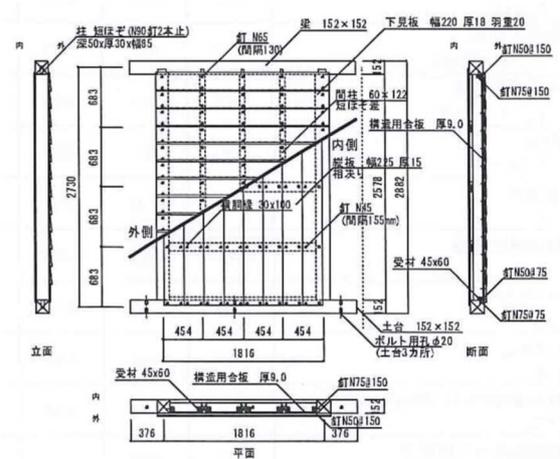
試験体③ 内側 縦板張り (大壁) 釘2本



試験体④ 内側 横板張り (大壁) 釘2本



試験体⑤ 外側 下見板張り釘2本
内側 縦板張り (大壁) 釘2本



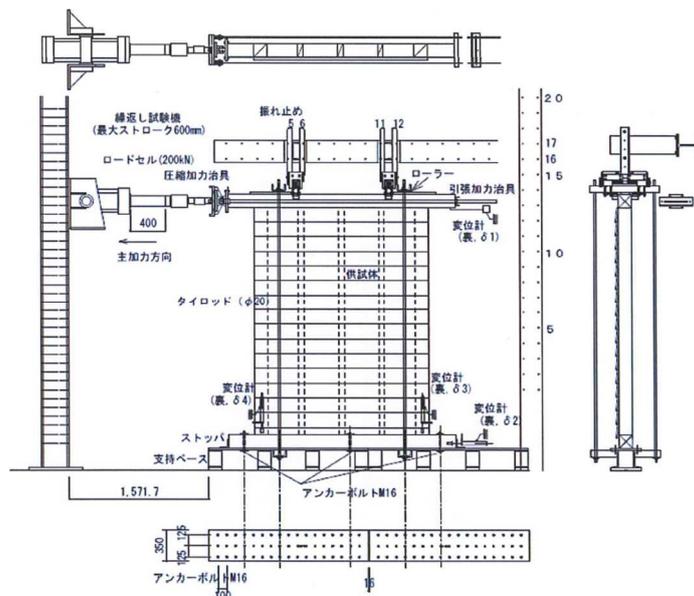
試験体⑥ 外側 下見板張り釘2本
内側 構造用合板+縦板張り(大壁)釘2本

●概要

建造物の現状の外壁下見板張り及び内壁板張りに倣った試験体を作成し、水平加力試験を実施した。試験体の一つは構造補強を想定し構造合板張り真壁を加えた仕様とした。

●実験方法

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 6.3 鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断力を算定するための試験」に準じた。正負交番繰り返し加力とし、1/300~1/50rad まで8ステップ、各ステップ3回ずつ加力し、最後に1/10rad以上に達するまで加力した。試験体固定方法はタイロッド方式とした。



●特性値

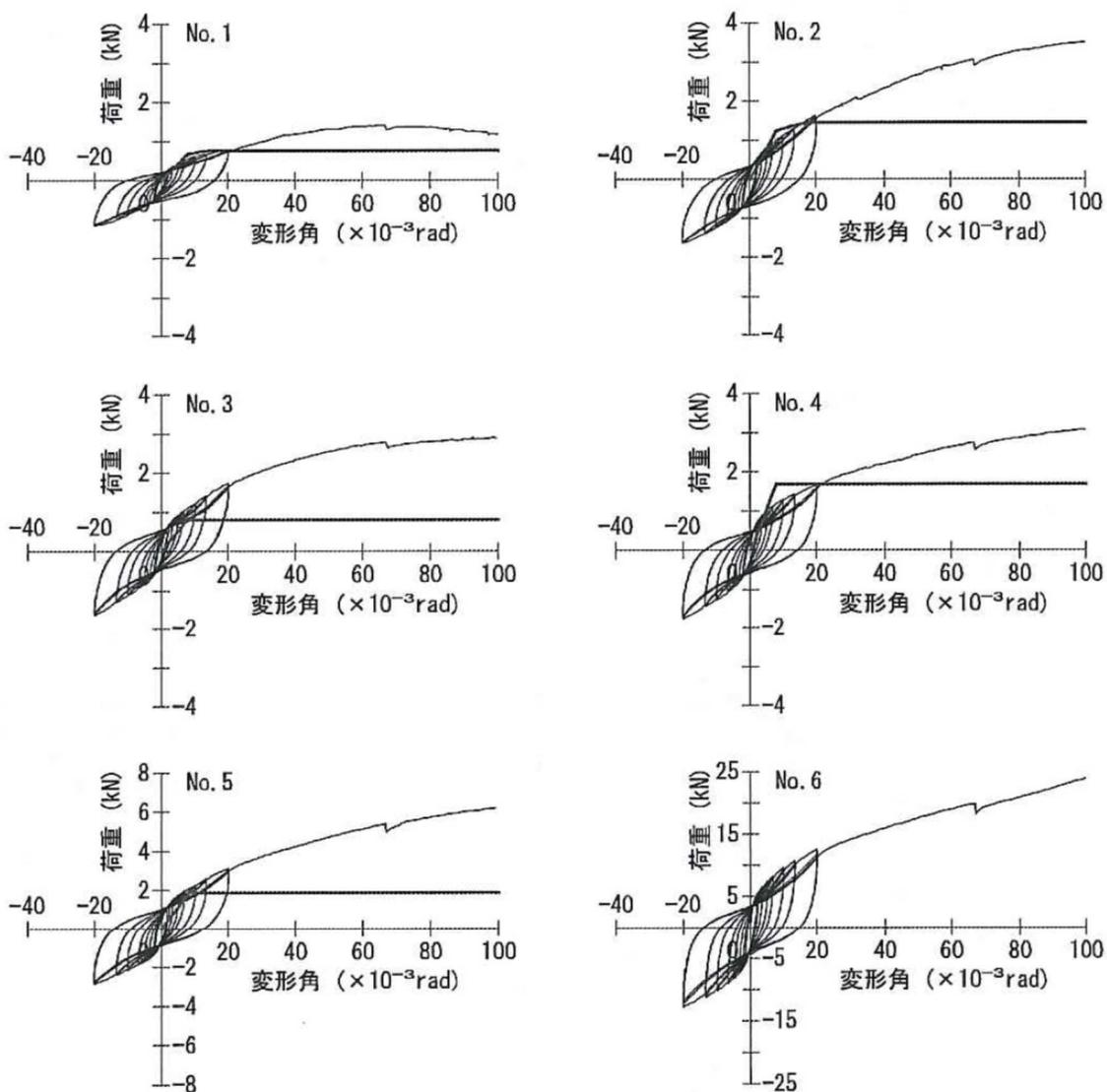
表に示す通り。

試験結果

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
最大耐力 P_{max} (kN)	1.41	3.06	2.79	2.75	5.39	19.86
最大耐力時変形角 γ_{max} ($\times 10^{-3}$ rad)	62.4	65.9	66.7	66.2	66.7	66.7
降伏耐力 P_y (kN) (a)	0.65	1.45	1.42	1.34	2.59	9.93
降伏変形角 γ_y ($\times 10^{-3}$ rad)	11.2	16.1	13.3	11.3	13.4	11.4
終局耐力 P_u (kN)	1.18	2.56	2.42	2.29	4.48	16.54
終局変形角 γ_u ($\times 10^{-3}$ rad)	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7	66.7
降伏点変形角 γ_v ($\times 10^{-3}$ rad)	20.4	28.4	22.6	19.2	23.3	19.0
剛性 K (kN/rad)	58	90	107	119	193	870
塑性率 μ	3.26	2.35	2.95	3.47	2.87	3.51
構造特性係数 D_s	0.425	0.520	0.451	0.410	0.460	0.408
$P_u \cdot (0.2/D_s)$ (kN) (b)	0.56	0.98	1.07	1.12	1.95	8.11
$2/3 P_{max}$ (kN) (c)	0.94	2.04	1.86	1.83	3.59	13.24
特定変形時(1/150rad)耐力 (kN) (d)	0.51	0.92	1.04	1.12	1.94	8.31
短期基準せん断耐力 (kN)	0.51	0.92	1.04	1.12	1.94	8.11
壁倍率(試算値)	0.14	0.26	0.29	0.31	0.54	2.27

●荷重変形

実験結果を図に示す通り。釘のせん断剛性・曲げ剛性とせん断耐力・曲げ降伏モーメントから求めた完全弾塑性モデルの推定値を併せて示す。



※グレー線は推定値

荷重—変形角曲線

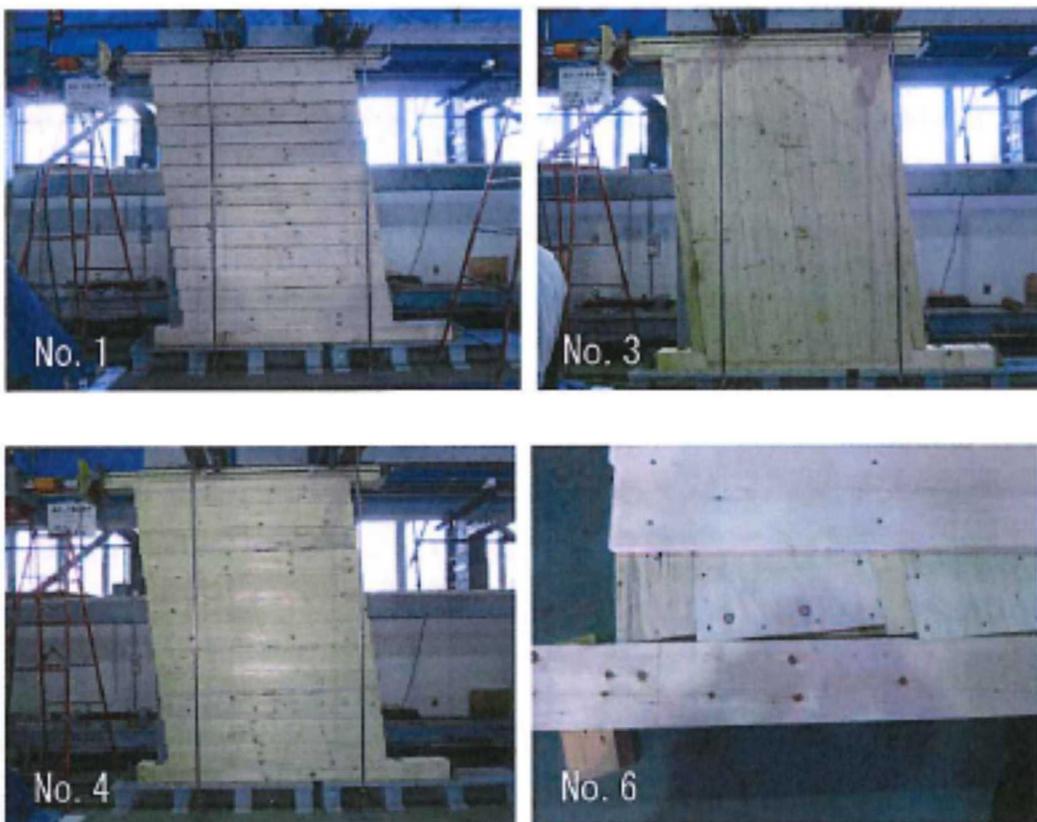
●破壊形状

いずれの試験体も $1/10\text{rad}$ まで荷重が大きく低下することなく変形が進行した。

下見板を N45 で釘打ちした試験体①に比べて N65 を用いた試験体②の荷重が大きい。N45 釘では柱への打ちこみ深さが 10mm 程度であり、大変形時に荷重が担保できないと考えられる。

内壁に縦板（試験体③）、横板（試験体④）を釘打ちした場合、外壁に下見板を釘打ちした試験体①に比べて釘の本数は少ないにもかかわらず、せん断性能は上回っていた。

外壁に下見板と内壁に縦板を釘打ちした試験体⑤の荷重は、下見板のみの試験体②と縦板のみの試験体③とを加算したものと同等であった。下見板と縦板にさらに構造用合板で補強した試験体⑥はより高い荷重が得られた。



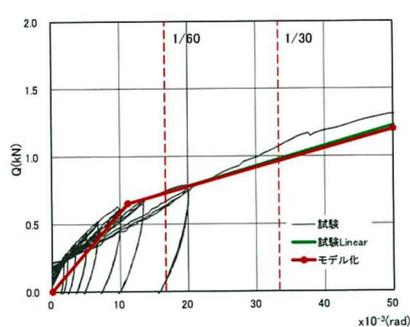
●理論式

—

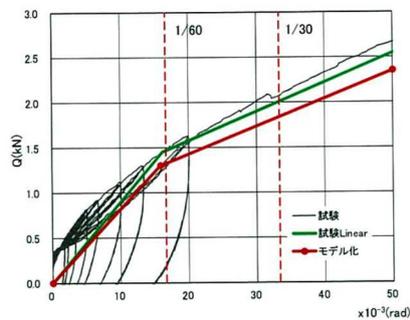
●モデル化

バイリニア型にモデル化し、耐力は実験値の85%~95%程度を採用した。

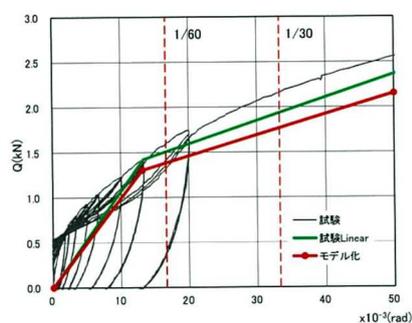
試験体	仕様	モデル化
No. 1	下見板 (釘 N45)	
No. 2	下見板 (釘 N65)	耐力は実験値の90~95%前後
No. 3	縦板壁	耐力は実験値の90~95%前後
No. 4	横板壁	耐力は実験値の90~95%前後
No. 5	下見板 N65+縦板壁	単純累加が成立するものとしモデル化省略 No. 2+No. 3 とする。
No. 6	下見板 N65+縦板壁+構造用合板	耐力は実耐力は実験値の85%とする



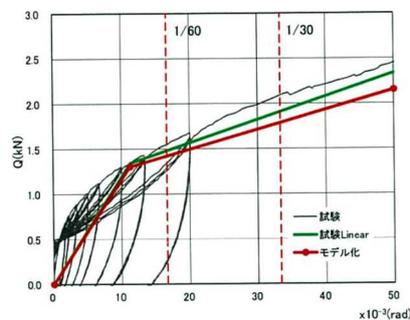
No.1 下見板現状



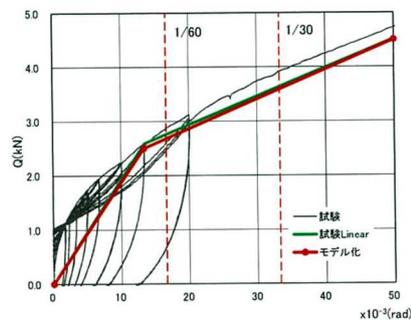
No.2 下見板補強



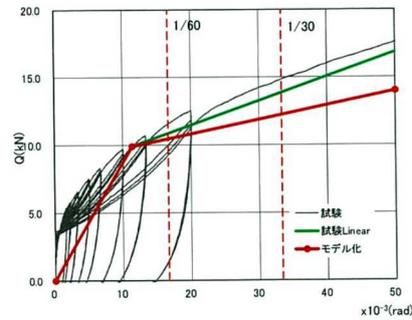
No.3 縦板壁



No.4 横板壁



No.5 下見板+縦板壁



No.6 下見板+縦板壁+構造用合板

●考察

—