

## 姫路城大天守における床組の強度試験

- 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：姫路城大天守

文化財種別（指定年月日）：重要文化財（昭和6年1月19日）

国宝(昭和26年6月9日)

所在地：兵庫県姫路市本町

所有者（管理団体）：文部科学省(姫路市)

構造形式：五重六階、地下一階付、本瓦葺

建築年：慶長13（1608）

事業名称：国宝 姫路城大天守保存修理工事

事業期間：平成18年6月－平成21年3月

工事種別：調査工事

事業者：姫路市

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：公益財団法人建築研究協会

実験機関：大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻建築構造学講座 甲津功夫研究室

実験年月日：平成19年3月1日－24日

引用・参考文献：国宝姫路城大天守保存修理工事に伴う調査工事 構造調査報告書（平成18年度 国庫補助事業分）

### ●実験に至る経緯と目的

姫路城は大天守完成後、約400年の歴史を刻み、その間天災、戦災に遭うことなく、現在に至っている。木造の天守閣が現在まで残っている例は極めて稀であり、貴重な文化財として国宝・重要文化財、世界遺産に指定されている。

本建造物に地震力が作用した場合には、各階各通りに配置された柱と貫、長押、更には土壁で構成される軸組が抵抗すると想定される。軸組に作用する地震時水平力は、剛床仮定が成立しない場合、床の面内変形を考慮して求める必要がある。

本実験は姫路城大天守の耐震安全性を評価するにあたり、床組の面内剛性を把握し、その実態に即した耐震性能評価を行うことが目的である。

● 姿図・寸法

【使用材料】

根太：米ヒバ 135×135×2200

床板：米ヒバ幅 270，厚 27

和釘：長 80

【試験体寸法】

図に示す通り。

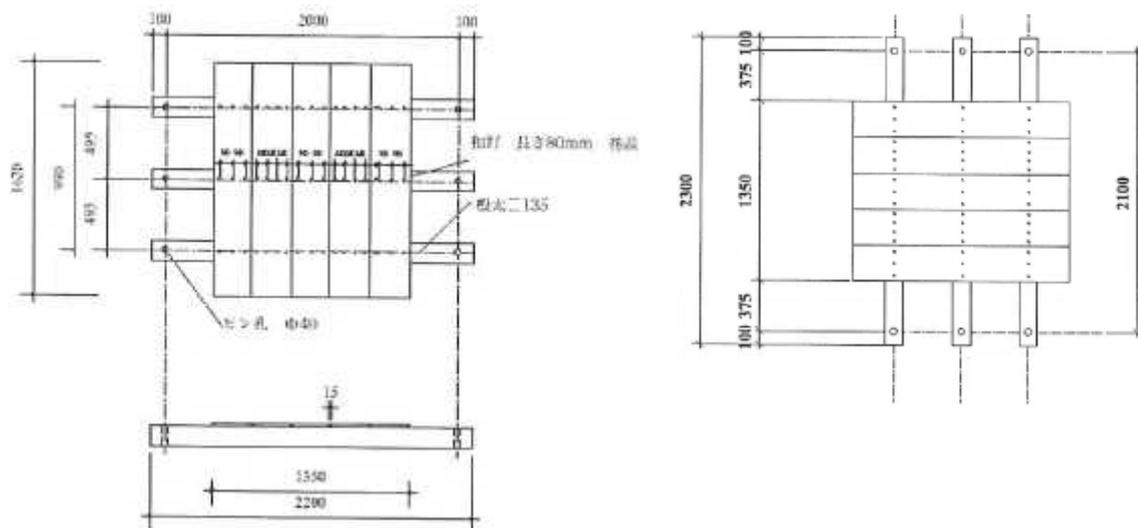


図 試験体寸法(左：試験体 No.1, 右：試験体 No.2)

● 概要

姫路城大天守の床組強度を確認するため、実大の水平加力試験を行った。同建築物の床組において床板の長辺方向は、次の図に示すように、必ずしも平面一方向に限っていない。そのため、根太軸心方向にせん断力が作用する場合を想定した試験体 No.1 と、根太軸心方向に直行してせん断力が作用する場合を想定した試験体 No.2 の計 2 体を用意した。

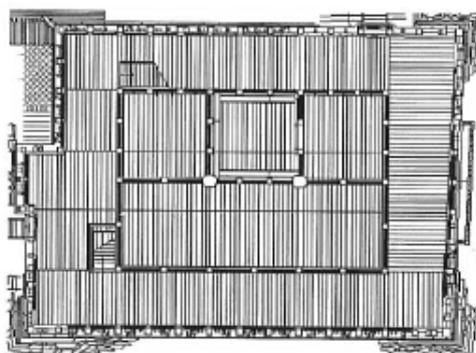


図 姫路城大天守 1 階の床板配置

●実験方法

載荷プログラムは、せん断変形角の値が 1/400、1/300、1/200、1/100、1/60、1/30、1/20、1/15 となる一定振幅制御で各 3 サイクルの繰返し載荷とする。なお、このせん断変形角とは、試験体 No.1 については鋼製柱の頂部と脚部間距離で除した値とし、試験体 No.2 については根太の頂部と脚部のピン中心間距離で除した値とする。

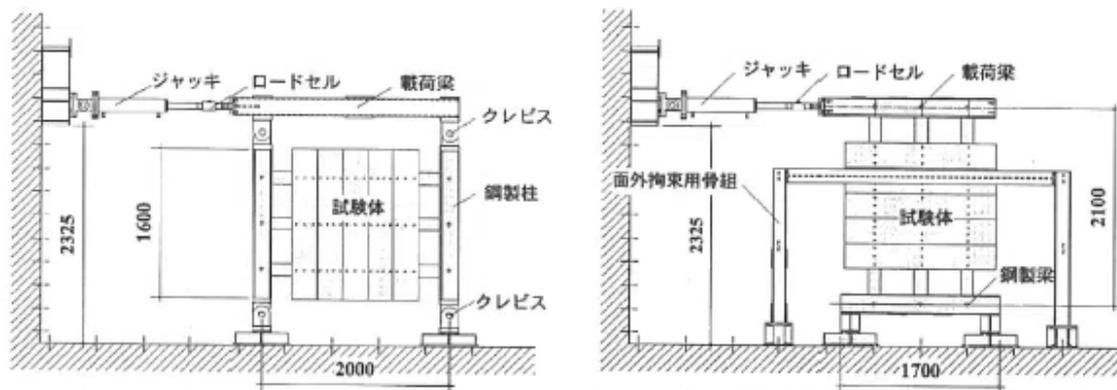


図 載荷装置(左：試験体 No.1, 右：試験体 No.2)

●特性値

—

●荷重変形

図に示す通り。

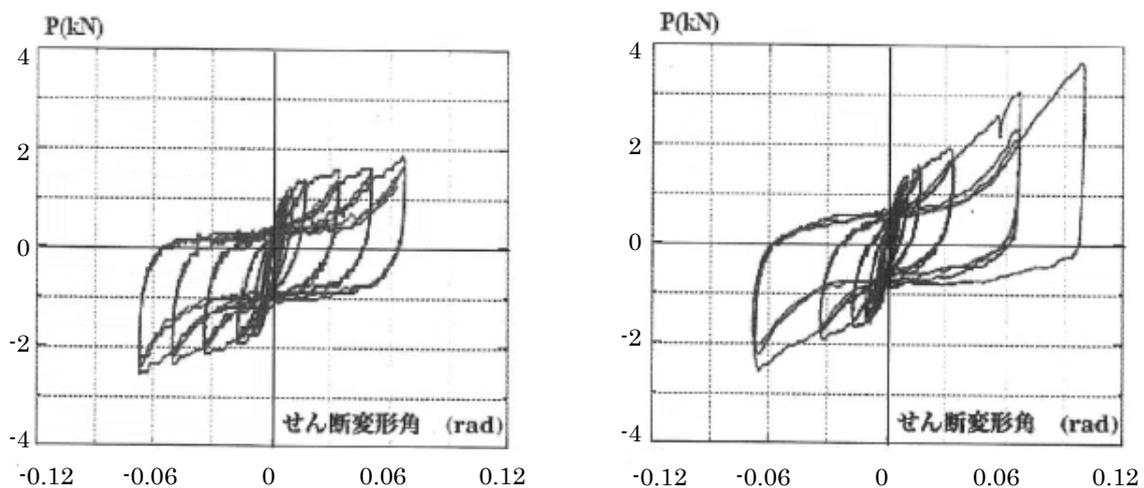


図 せん断—変形角関係(左：試験体 No.1, 右：試験体 No.2)

●破壊形状

(試験体 No.1)

せん断変形角  $1/30$  で床板相互のすべりや床板裏面の亀裂が発生したが、 $1/15$  でも表面には損傷は現れなかった。

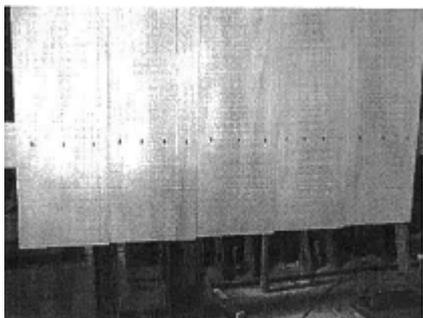


図 床板相互のすべり

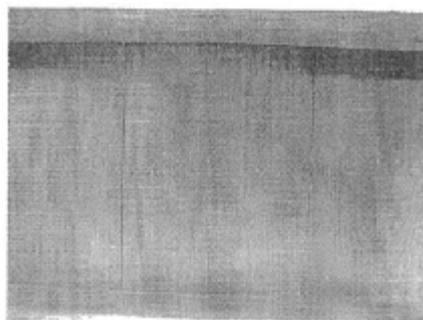


図 床板裏面の亀裂

(試験体 No.2)

せん断変形角  $1/30$  で床板相互のずれが生じているが、 $1/10$  に至っても外観上の損傷は認められなかった。

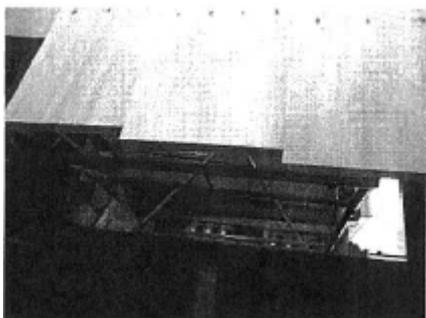


図 床板相互のずれ

●理論式

—

●モデル化

—

●考察

床板と根太で構成された 2 体の床組試験体を用いた実験結果のせん断変形角  $1/100$  以下の領域に着目し、設定せん断変形角振幅の第 1 サイクルの履歴曲線を用いて骨格曲線を多項式に回帰した。2 体の実験結果に有意な差がないと仮定して水平構面奥行き単位長さあたりのせん断抵抗力を求めた。その結果、代表的なせん断変形角  $1/150$  でのせん断抵抗力は

900N/m であった。さらに、このせん断抵抗力を用いて水平構面の単位長さあたりの基準耐力を 1960N/m として床倍率を求めた。

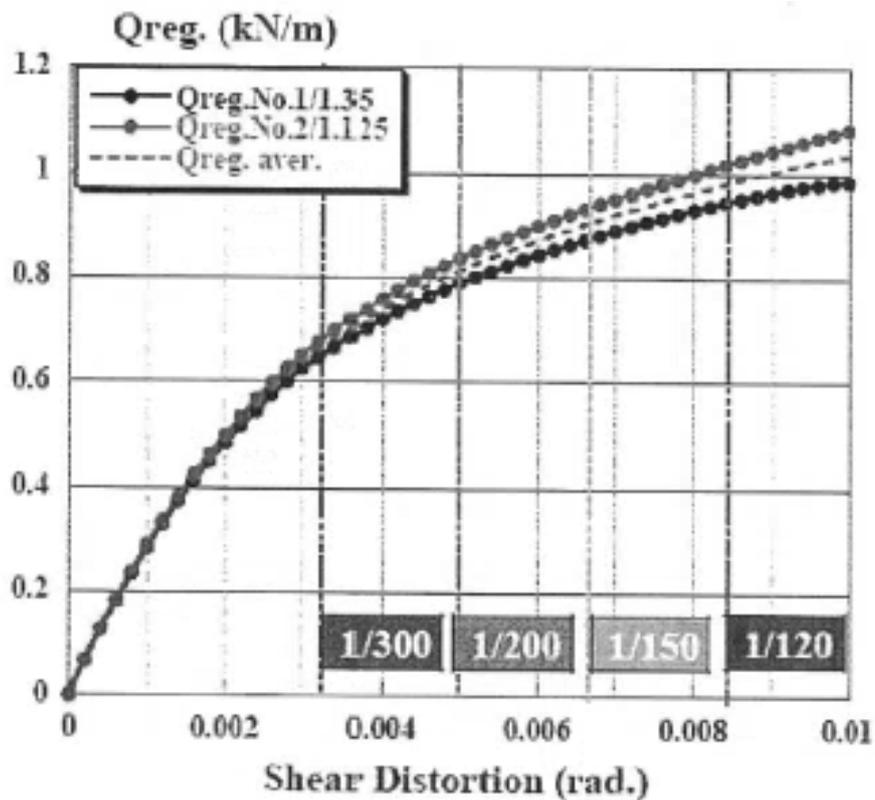


図 試験体 No.1, No.2 の回帰曲線(単位長さ当たり)と平均曲線

表 せん断変形角と単位長さ当たりのせん断抵抗力、床倍率

せん断変形角	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100
せん断抵抗力 (N/m)	660	820	900	980	1030
床倍率	0.34	0.42	0.46	0.5	0.53