

重要文化財 奈良女子大学旧本館の耐震補強について

主任研究員 古荘 貴也

1. 概要

(1) 奈良女子大学の創設とその後の経緯

奈良女子大学は、明治41年（1908）に設置された奈良女子高等師範学校をその前身とする。奈良女子高等師範学校は、女子師範学校、高等女学校の女子教員や幼稚園の保姆の養成を行うことを目的として、明治42年5月から授業が開始された。

昭和24年（1949）国立学校設置法の公布により、奈良女子高等師範学校を母体として奈良女子大学が発足し、平成15年（2003）10月に施行された国立大学法人法により、平成16年4月には国の機関から国立大学法人奈良女子大学へと移行した。

(2) 本館の建設と経過

校舎の建築は、明治41年（1908）2月29日に着工され、本館周囲の一号館から四号館も含めて明治42年（1909）10月25日に完成したとされている。

工事は文部省建築課が行い、京都帝国大学建築部長、奈良出張所長心得の山本治兵衛が実務の中心的役割を果たした。大学には創建時の設計図及び仕様書・見積書等の史料が残されている。

建設後の履歴としては、2階集会室の演壇へ奉安殿の付加、受付の電話室の撤去、南面へ事務局長室の増設、接続されていた渡り廊下の撤去等の改修を受けたが、間取りや構造に大きな変更はない。

平成2年（1990）には「記念館」と名称を変更し、平成6年（1994）には屋根の葺替え、外壁・内壁・床の補修及び補強、壁筋違の追加、小屋組の補強、外溝改修、窓の二重化、南面便所の改修等の大規模な工事を行い、同年12月に国の重要文化財に指定された。

また、平成9年（1997）には空調・電気設備の設置に伴い、床、天井、窓等が改修された。

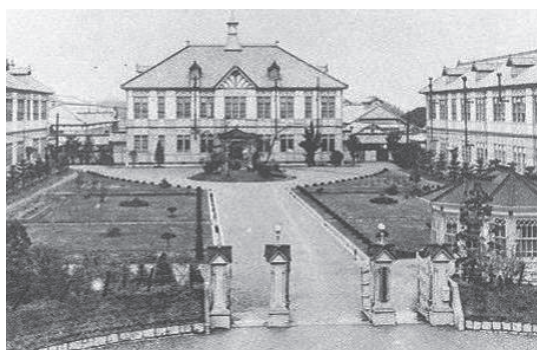


図1.1 竣工間際の本館



図1.2 大正2年（1913）落成時

（図1.1、図1.2共『奈良女子大学60年史』より転載の古写真）

(3) 構造形式

木造、二階建、梁間16.45m、桁行29.2mの矩形で東を正面とし、一階は正面中央に玄関ポーチ、両側面及び背面にも出入口用のポーチを設け、南面に便所を付設している。1階は東西及び南北に廊下を十字型に通し、廊下を挟んで展示室、会議室、事務室等を配し、南北両端を階段室としている。二階は中央を集会室とし、北面中央に演壇を設けている。集会室の南北にはホールを配し、北東隅をダクトスペースとしている。

基礎は煉瓦造で外周は布基礎を廻し、間仕切り位置では煉瓦積の束の上に土台を流し、柱は土台建ちで隅柱等の主要な柱は通し柱として胴差を通し柱に差し、その間に管柱、間柱を建てて、管柱の間には木製筋違を入れて軸部を固めている。

屋根は寄棟造棧瓦葺で中央に塔屋を載せ、東側の正面に切妻の破風を取り付ける。正背面に各2か所、両側面に各1か所ずつドーマー窓を設ける。大棟には板状の突起に丸孔を空けた棟瓦を乗せ、玄関ポーチは寄棟造銅板瓦棒葺とする。他3面のポーチと南面便所は切妻造棧瓦葺としている。

小屋組はクイーンポストトラス（対東式構造）を採用しているが、平成6年（1994）に鉄梁が追加された。

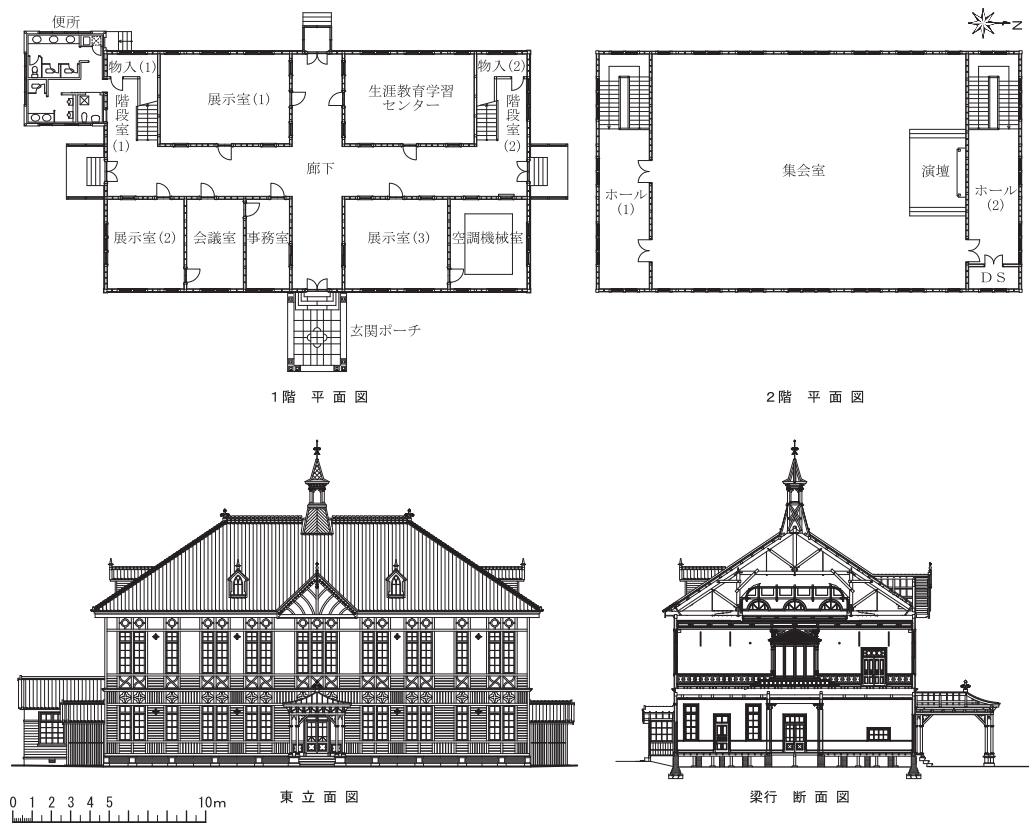


図1.3 現状図

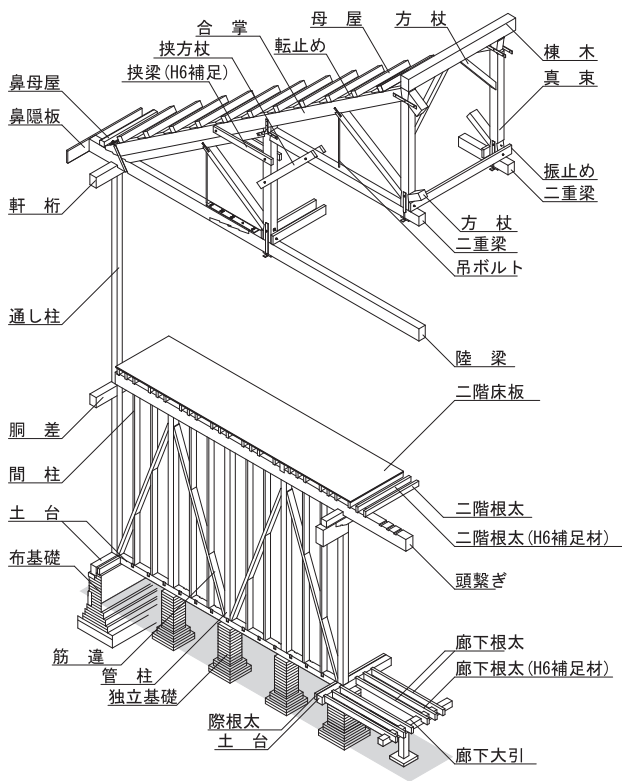


図1.4 軸組概要図

内部の壁は大壁構造で上下階各室の腰上壁仕上を白漆喰塗、腰壁は灰色味掛かった漆喰塗とするが、集会室の腰壁のみ装飾を施した腰板を嵌めている。

内部の天井は敷目板張とし、各室の中央と四隅に透かし彫りの天井飾りを設け、廊下および二階ホールは中央の透かし彫りを省略している。集会室は格天井で、敷目板を斜め張りとし、外側から1間ほど内側より折上げ格天井として、立上り部分に半円窓を設けている。床は杉板にリノリウム貼としていたが、現在はリノリウムが剥がされ、杉板の上に捨て張り用の合板を重ね、カーペットやビニールシート、コルクタイルで仕上げている。外装は1階を下見板張、2階をハーフ・ティンバー形式とするが、柱や梁、壁は軸部の表面に貼り付けられている。



図1.5 小屋裏詳細

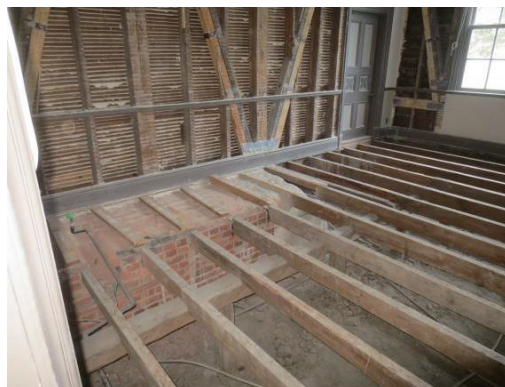


図1.6 1階床組み

2. 耐震診断

(1) 検討方針

奈良女子大学旧本館は、大学施設として1階は展示室、会議室等に、2階は集会室として活用されており、また、一般公開を行い不特定多数の来館者により使用されることも想定されるため、一定の構造性能が要求されることから、『重要文化財（建造物）耐震診断指針（平成11年4月 文化庁文化財部 平成24年6月12日改訂）』に基づき検討を行うこととした。

(2) 検討方法

建物の構造性能を把握するため、実測調査、X線調査等を基に軸組図を作成し、実際の架構に近い立体フレームモデルを構築し、非剛床解析を行った。

立体フレームモデルを用いて梁間、桁行の各方向に対し増分解析により復元力特性を算出し、限界耐力計算法を実施した。

① モデル概要

- 構造図に基づき、柱、梁、筋違、小屋組材、窓枠等の木部は線材に置換し、各部材や接合部に断面性能や復元力等の特性を与えた。
- 柱・梁接合部は日本建築学会『木質構造接合部設計マニュアル2009年』により半剛接としてモデル化した。
- 筋違端部は、圧縮側は柱側面のめり込み基準材料強度、引張側は接合金具の基準許容せん断耐力を用いたバイリニア型としてモデル化した。
- 床面は柔床とし、1階床面は剛性を与えず、2階床面および屋根面には床倍率に相当する復元力特性を与え、R階床面の補強設計には鋼製筋違の特性を直接入力した。
- 増分解析により各層および桁行・梁間方向それぞれの復元力特性を生成し、限界耐力計算に用いた。
- 立体フレームモデルを弾性モデルとし、荷重算定で算出した固定荷重、積載荷重、地震力を作用させ、各部の検定に用いるとともに、小屋組鉄骨補強部材、基礎等の各部の設計に用いた。
- 風荷重を算定し、地震力より小さいことを確認した。

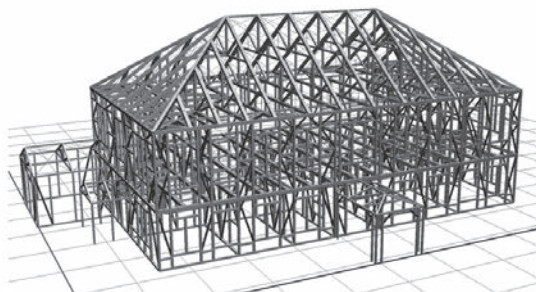


図2.1 モデル概要図（南東より）

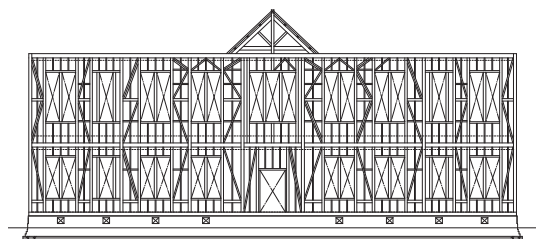


図2.2 軸組図（正面 桁行方向）

② コンピュータープログラム名
SNAP Ver.6 (株) 構造システム

(3) 耐震性能の目標と判断基準

『重要文化財（建造物）耐震診断指針（平成11年4月 文化庁文化財部 平成24年6月12日改訂）』に基づき、必要耐震性能を設定し、「大地震動時に倒壊せず生命に重大な危害を及ぼさない」ことを目標に、大地震動時における層間変形角（限界耐力計算による応答値）が $1/30$ (rad) 以下となることを目標とした。（但し、 π rad = 180° ）

(4) 現況の構造性能

限界耐力計算による応答値は、桁行方向、梁間方向とも2階は $1/30$ (rad) 以下となり必要耐震性能目標を満たしたが、1階はいずれの方向とも必要耐震性能を満たさなかった。

よって、必要耐震性能を満たすため耐震補強を施すこととなった。

また、地震時における天井等の二次部材の落下も懸念されることから、対策を講じることとなった。

表2.1 1質点系の応答値から算出した2階建ての各階応答値（現況）

方向	階	層間変形角 (rad)	判定
桁行	2階	1/33	OK
	1階	1/25	NG
梁間	2階	1/45	OK
	1階	1/24	NG

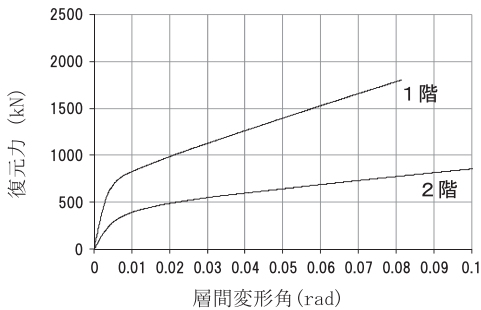


図2.3 各層の復元力特性（現況 桁行方向）

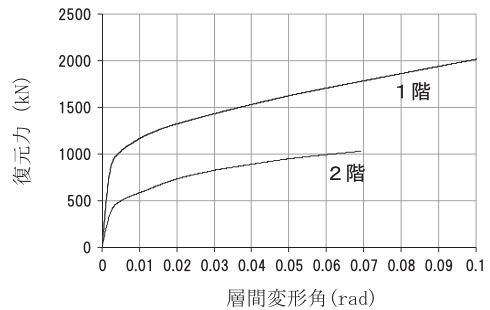


図2.4 各層の復元力特性（現況 梁間方向）

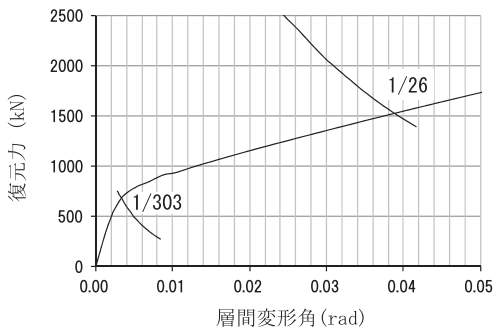


図2.5 1質点系への縮約による復元力特性と応答値（現況 桁行方向）

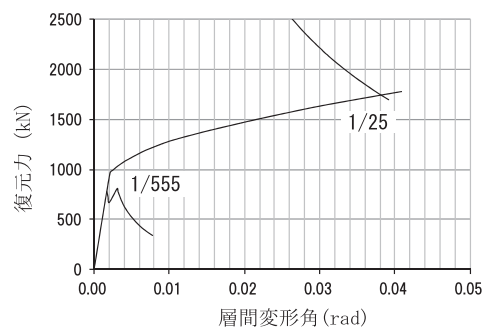


図2.6 1質点系への縮約による復元力特性と応答値（現況 梁間方向）

3. 構造補強計画

構造補強計画としては、意匠を損なわないこと、補強材を取り付けるための解体範囲を最小限とすること、部材をできる限り傷めないこと、将来に取り外すことが可能であること（可逆性のある補強）、元の部材と区別できること、安全性を確保できる範囲で必要最小限とすることを方針とし、以下の補強を実施した。

① 基礎梁の設置

地震荷重が地盤へ確実に伝達するように基礎梁を設置した。

外周の布基礎には鉄筋コンクリート製による基礎梁の増し打ち補強を行った。

② 付土台の設置

既存の土台に付土台を設置し、補強金物により基礎梁と緊結することにより、筋違が負担する圧縮力および引張力を基礎梁に伝達させた。

付土台は既存の土台にコーチボルトを用いて一体化し、アンカー用の既製品金具を用いて鉄筋コンクリート製基礎梁と緊結した。

③ 筋違の補足

現況は片筋違を端部で釘止めしているため、筋違を補足してたすき掛けとし、端部を鋼製プレートやボルトやラグスクリュー等の金具を用いて柱や横架材と緊結し、圧縮・引張とも耐力を発揮するよう補強した。

④ 2階床面・小屋面の水平剛性確保

2階床面および小屋面の水平剛性を確保するため、構造用合板および鋼製筋違をそれぞれに設置した。

2階床面は、捨て張り用合板を構造用合板に置き換え、根太に所定のピッチで釘止めとし、小屋面は既存のトラス陸梁の側面に鋼製アングル材およびターンバックルを取り付けることにより、水平構面を補剛した。

⑤ 天井及びシャンデリアの落下防止対策

天井には防振天井吊木を追加し、シャンデリアにはステンレスワイヤーを取り付けた。

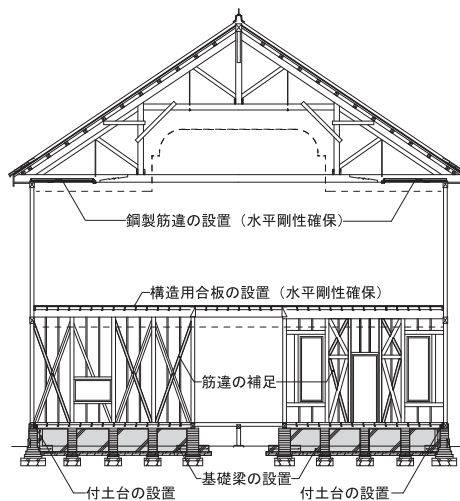


図3.1 構造補強概要図



図3.2 2階床構造用合板の設置

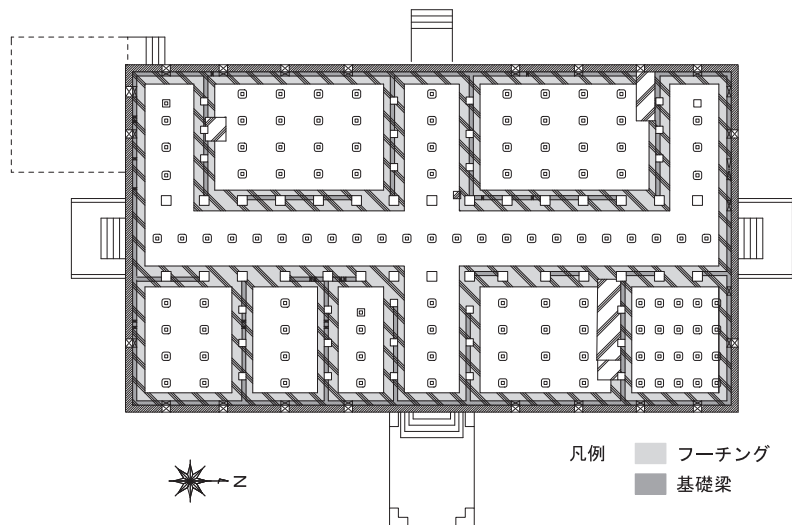


図3.3 基礎補強配置図

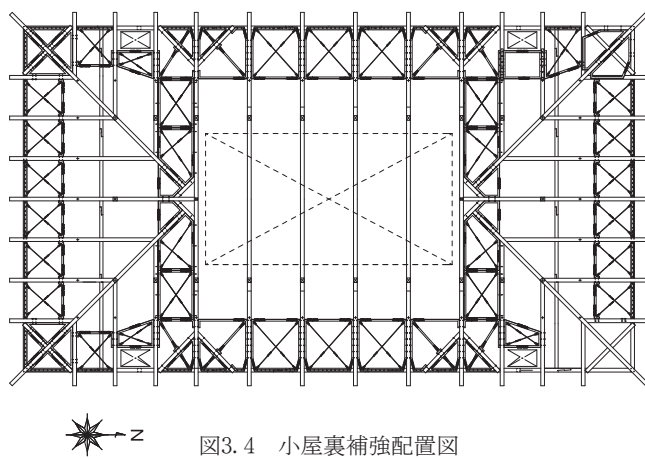


図3.4 小屋裏補強配置図



図3.5 基礎梁、付土台の設置



図3.6 小屋裏、鋼製筋違の設置

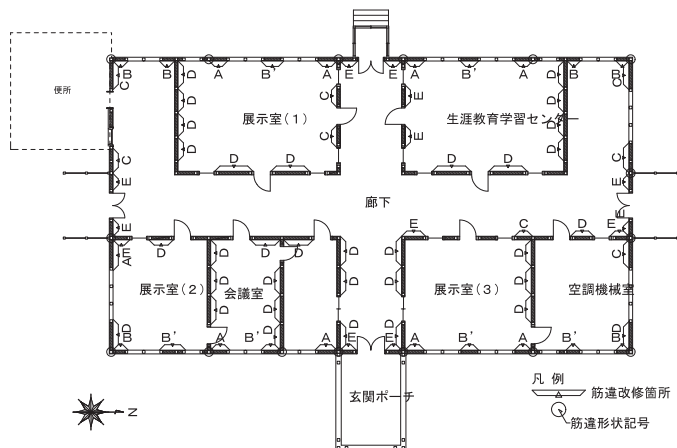


図3.7 筋違補強範囲図

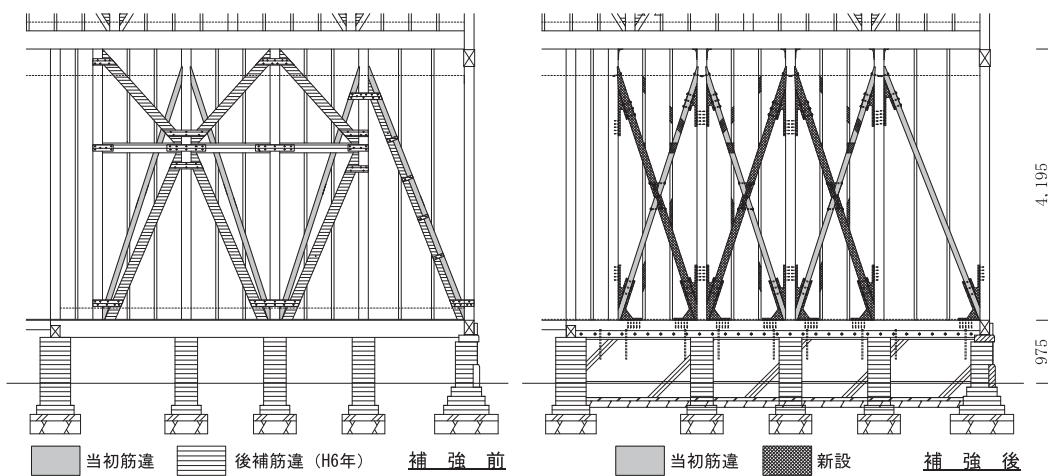


図3.8 筋違及び筋違端部金具設置

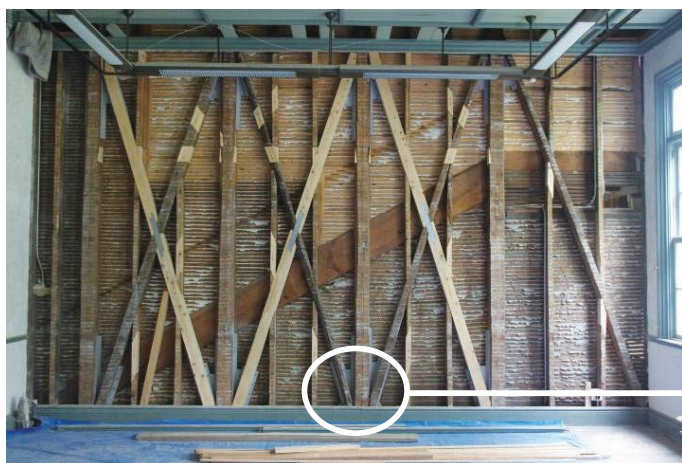


図3.9 筋違及び筋違端部金具設置状況



図3.10 筋違端部金具

4. 補強後の構造性能

補強後は1階の復元力が桁行方向、梁間方向とも増加し、応答値も小さくなったことから全体的に目標耐震性能を満たす結果となった。

基礎梁や小屋面の構成筋違等も地震時に加わる応力が材料の許容値を超えないことを確認した。

また、防振天井吊木の設置により大地震時に天井が落下する危険性がないことを確認した。

表4.1 1質点系の応答値から算出した2階建ての各階応答値（補強後）

方向	階	層間変形角 (rad)	判定
桁行	2階	1/34	OK
	1階	1/41	OK
梁間	2階	1/45	OK
	1階	1/34	OK

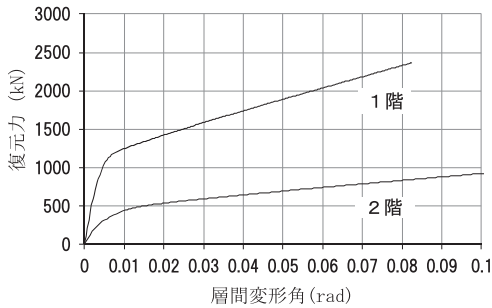


図4.1 各階の復元力特性（補強後 桁行方向）

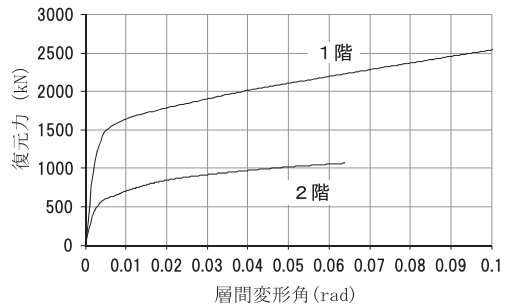


図4.2 各階の復元力特性（補強後 梁間方向）

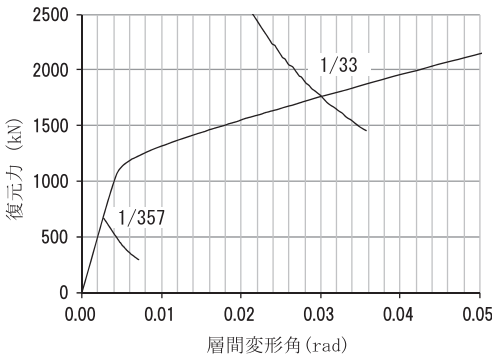


図4.3 1質点系への縮約による復元力特性と応答値（現況 桁行方向）

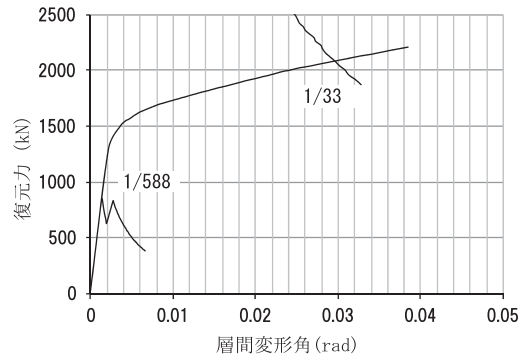


図4.4 1質点系への縮約による復元力特性と応答値（現況 梁間方向）

おわりに

本稿作成にあたり、奈良女子大学の関係者の皆様には大変お世話になりました。この場をお借りして御礼申し上げます。本工事の詳細な内容は「重要文化財奈良女子大学（旧奈良女子高等師範学校）旧本館耐震対策工事報告書」にてまとめている。

写真撮影 口絵：真陽社、その他：一般財団法人建築研究協会、尾田組

資料提供 国立大学法人奈良女子大学