

旧緒方洪庵住宅（適塾）の耐震改修工事について

主任研究員 井上年和／研究員 守屋友貴

1. はじめに

旧緒方洪庵住宅（適塾）は、平成23年度から平成25年度にかけて大阪大学により耐震改修事業が実施された。

当協会では、この事業において耐震診断および設計監理を行ったので、その事業内容について報告を行うこととする。

2. 適塾の創設とその後の変遷

「適塾」は、備中足守藩出身の緒方洪庵が江戸や長崎で蘭学・医学を修行後、天保9年（1838）、大坂・瓦町に医院とともに開いた私塾で、西洋医学の研究をはじめとして、種痘事業やコレラ治療など、大きな医学史上の業績が生まれた。

適塾からは、福沢諭吉、大村益次郎、長与齋専^{ながよ せんさい}、大鳥圭介^{おおとり けいすけ}、佐野常民^{つねたみ}、橋本左内^{さない}などをはじめ、幕末から明治維新にかけて、近代日本の国家形成に関与する幾多の人物を輩出し、明治2年（1869）に新政府は、洪庵の二男・惟準^{これよし}や洪庵の弟子達、およびオランダ人教師・ボードウィンを迎えて大阪仮病院と大阪医学校を開設した。大阪医学校は幾多の変遷を経て大正4年（1915）に大阪府立医科大学になり、大阪帝国大学医学部へと発展していった。

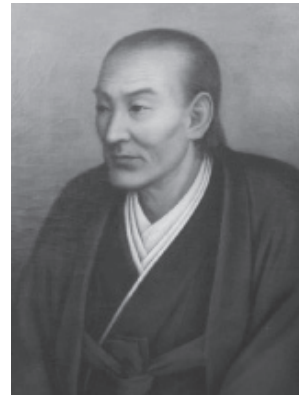


図1 緒方洪庵肖像
五姓田義松画
明治34年（1901）
適塾記念会所蔵

3. 建造物の概要

旧緒方洪庵住宅（適塾）は、大阪府中央区北浜3丁目に所在する。現在の建物の建設時期は明らかでないが、寛政4年（1792）5月16日の大火（中船場大火）後と推測され、弘化2年（1845）に洪庵が当時の過書町に町屋を購入し、瓦町の旧適塾から移転して拡張した建物である。当時船場の瓦町で医者として開業していた洪庵のもとには、患者のみならず、門人となって教えを乞う者が次第に増え、塾を開くことができるよう、より広い家屋を求め、彼の知己を得ていた両替商の天王寺屋五兵衛の世話で、五兵衛の分家にあたる天王寺屋忠兵衛の持家を買い受けた。

洪庵は入居に際してこれを診療所であるとともに学塾としての機能をもった形に改造し、医業と門弟教育の場を兼ね備えた建物へと変身させたと考えられている。

文久3年（1862）に洪庵が江戸へ出府してからは、洪庵の四女八千代の夫であった拙斎が適塾を継ぎ、明治期にも引き続き拙斎、惟準が教えていたようで、診療所としても開業されていたようである。

この頃、背後の居住棟に二階を増築し、その後も明治35年頃から六男収次郎が住み、明治40年に内部を改装して診療所を充実させたようである。

大正4年（1915）には大阪市街の整備のため、表通りが拡張され、この時にこの建物もオモテ側の半間通りが切り取られ、オモテ構えが一、二階とも変更を生じ、大正13年（1924）には井尻辰之助が借りて華陽堂病院を開設したことにより、在来の形態は尊重されながら、病院として必要な施設や衛生的な配慮からの改装が施された。

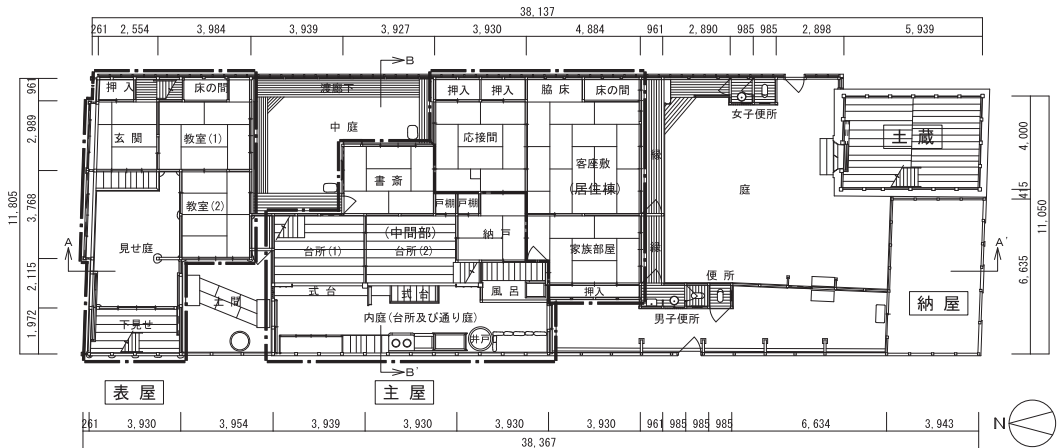


図2 一階平面図

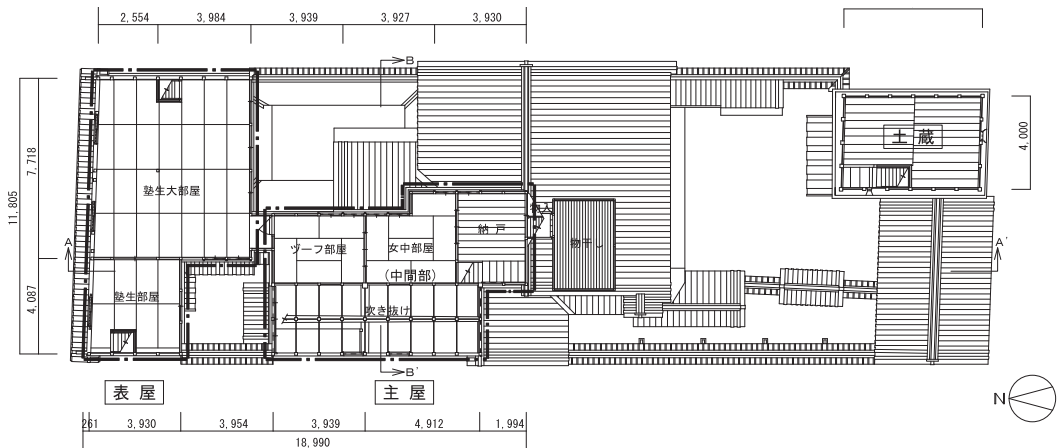


図3 二階平面図

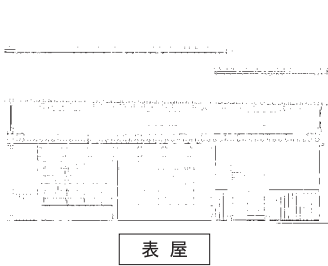


図4 北立面図

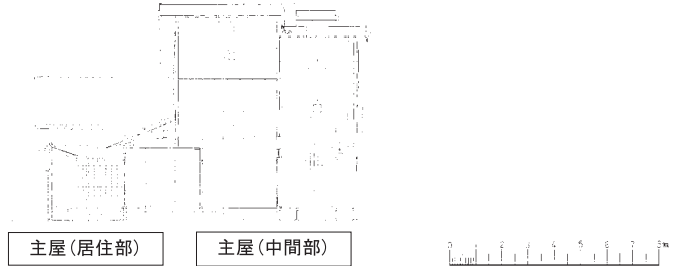


図5 東西断面図 (B-B' 断面)

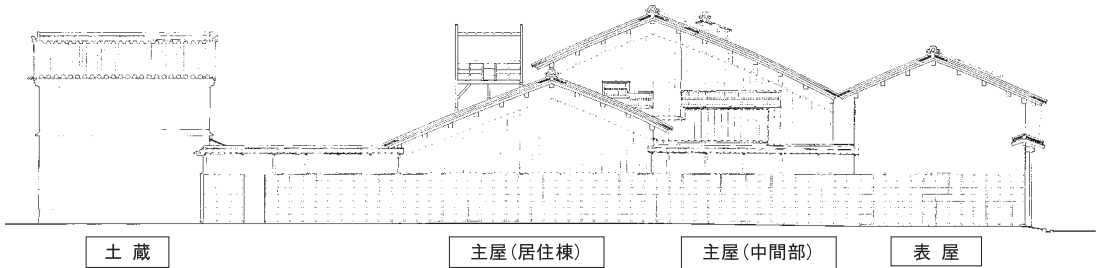


図6 東立面図

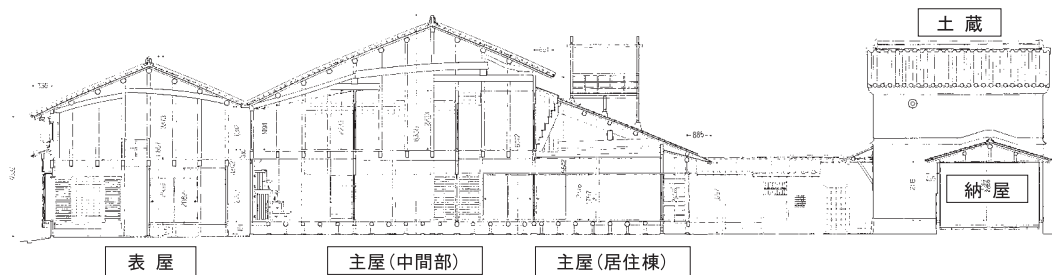


図7 南北断面図 (A-A' 断面)

※図4～7は参考文献1より転載

4. 文化財の指定

昭和16年(1941)12月には「緒方洪庵旧宅および塾」として史跡に指定され、昭和17年(1942)11月には文部省が所管することとなり、昭和25、26年(1950、1951)隣家の改築に伴い妻壁の補修が施され、昭和39年(1964)には表屋・主屋が重要文化財に、また敷地内の土蔵と納屋が附指定された。

5. 昭和の大改修

昭和47年(1972)には『適塾管理運営委員会』を発足させ、昭和48年から昭和51年にかけて建物強度調査、周辺環境・振動性調査等を実施し、昭和51年(1976)12月から昭和56

年（1981）3月にかけて、オモテの構えを全解体、後方の居住部分を部分撤去するなどの半解体、土蔵と納屋は屋根葺替・部分修理をそれぞれ実施した。

また、建物の解体調査を行って、改修履歴を明らかにした上で、この頃周辺地表面の嵩上げに対応して敷地地盤面を20cm高め、明治後期に増築された部分を撤去するなど、可能な限り江戸時代の姿に復原された。

6. 構造形式

表屋 桁行11.8m、梁間東面6.53m 西面3.91m、二階建、落棟切妻造、
棧瓦及び銅板葺、南面取合部桁行1.48m 梁間0.98m附属

主屋 桁行北面6.0m 南面11.8m、梁間東面8.87m 西面15.77m、一部二階、
切妻造北面及び南面縁付、棧瓦及び銅板葺、便所二所附属

附^{つげたり}土蔵（一棟）土蔵造、桁行5.86m、梁間3.96m、切妻造、本瓦葺

納屋（一棟）桁行6.68m、梁間3.94m、切妻造、棧瓦葺

7. 耐震改修に至る経緯

平成23年12月から24年2月にかけて表屋および主屋、土蔵、納屋の3棟に対し耐震診断を実施した。その結果、表屋および主屋、蔵の2棟に対して耐震補強の必要性が認められた。

この結果を受け、平成24年3月には表屋および主屋、土蔵の耐震補強案を策定した。

平成24年度からは、建物が重要文化財建造物に指定されているため、学識経験者、文化庁建造物担当、大阪府・大阪市の文化財保護担当による検討会を組織し、平成23年度に実施された耐震補強案を基に耐震改修計画の策定および工法の選定を行った。

【検討会の日程】

平成25年1月24日	第1回	適塾耐震改修検討会	耐震診断の概要説明
3月5日	第2回	適塾耐震改修検討会	補強方針の策定
5月2日	第3回	適塾耐震改修検討会	補強方針の再策定
6月27日		適塾耐震改修工法検討会	補強工法の決定

（平成26年2月4日 工事現場視察）

検討会で示された耐震補強計画を基に、平成25年4月から7月に工事実施図書を作成し、平成25年10月から平成26年3月にかけて耐震補強工事を実施し、これにあわせて経年による劣化が見られた箇所の小修繕工事も行った。

8. 耐震診断の内容

8-1. 診断方法

表屋および主屋については、「限界耐力計算」及び「質点系時刻歴応答解析」を行った。

限界耐力計算は、建物を質点系に置き換えているため、水平構面が剛床仮定で、建物全体が一体的に挙動することが求められるが、主屋は中間部・居住棟の2棟により構成されており、地震時においてはこれらが個別の挙動を示すと考えられるため、表屋、中間部、居住棟の3棟に分割して個別に検討を行うこととした。

また、建物を等価な質点系モデル（表屋、中間部は2階建のため2質点、居住棟は平屋建のため1質点）に置き換え、時刻歴応答解析を行った。

8-2. 入力地震動

(1) 限界耐力計算

○解放工学的基盤で与えられる $h = 5\%$ における加速度応答スペクトル（図8）を表層地盤による加速度増幅率（略算法の第2種地盤の値）を用いて地表面まで増幅させた。

○稀に発生する地震動（中地震）に対するスペクトルの加速度レベルは、極めて稀に発生する地震動（大地震）に対する加速度応答スペクトルの1/5である。

(2) 地震応答解析

○地震応答解析に用いる地震波は、中地震動として BCJ-L1、大地震動として BCJ-L2 及び EL CENTRO NS, TAFT EW, HACHINOHE NS の4波を用いた。

○EL CENTRO NS, TAFT EW, HACHINOHE NS の3波については最大速度振幅を50[cm/s]に基準化したものを用いた。

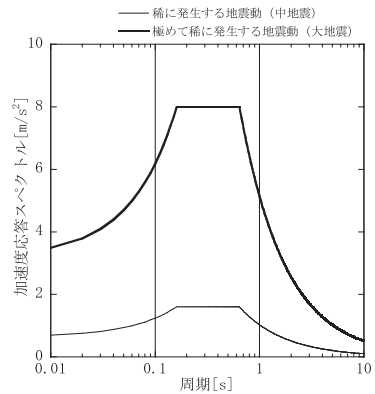


図8 解放工学的基盤上の加速度応答スペクトル ($h = 0.05$)

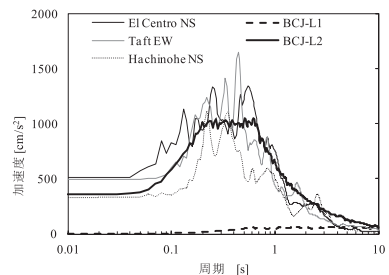


図9 入力地震動の加速度応答スペクトル ($h = 5\%$)

8-3. 耐震性能目標（クライテリア）の設定

安全性の判断基準は、限界耐力計算および質点系地震応答解析において、大地震時の層間変形角が1/30以下となった場合、安全性を満足するものとした。

8-4. 解析結果（現状診断）

上記の設定により耐震診断を実施した結果、表屋および主屋、土蔵に対して以下のように判定された。

- 表屋は、一階の梁行方向、桁行方向とも安全性を満足しない。
- 二階は、梁行方向に対して安全性を満足し、桁行方向に対して安全性を満足しない。
- 中間部は、一階の梁行方向、桁行方向とも安全性を満足しない。
- 二階は、梁行方向に対して安全性を満足し、桁行方向に対して安全性を満足しない。
- 居住棟は、梁行方向に対して安全性を満足し、桁行方向に対して安全性を満足しない。
- 土蔵は梁行方向、桁行方向とも安全性を満足しない。

表1 表屋・主屋の耐震診断結果

地震ケース	方向	階	層間変形角(rad) 破損の状況										
			表屋		中間部		居住棟						
			限界耐力計算	振動解析	限界耐力計算	振動解析	限界耐力計算	振動解析		限界耐力計算	振動解析		
大地震時	桁行 (東西)	1階	応答値なし 倒壊の危険性	1/11	BCJ-L2	応答値なし 倒壊の危険性	1/23	BCJ-L2	応答値なし 倒壊の危険性	1/8	BCJ-L2		
				1/14	EL CENTRO		1/43	EL CENTRO		1/12	EL CENTRO		
				1/19	TAFT		1/46	TAFT		1/18	TAFT		
				1/20	HACHINOHE		1/74	HACHINOHE		1/12	HACHINOHE		
	2階	1/176	BCJ-L2	1/8	BCJ-L2	1/17	EL CENTRO	1/20	TAFT	1/15	HACHINOHE		
												1/175	EL CENTRO
												1/182	TAFT
												1/188	HACHINOHE
	梁行 (南北)	1階	1/20 非倒壊 (大破)	1/17	BCJ-L2	1/21 非倒壊 (大破)	1/29	BCJ-L2	1/79 再使用可能 (小破)	1/49	BCJ-L2		
				1/20	EL CENTRO		1/31	EL CENTRO		1/69	EL CENTRO		
				1/38	TAFT		1/39	TAFT		1/42	TAFT		
				1/63	HACHINOHE		1/112	HACHINOHE		1/79	HACHINOHE		
2階		1/308 損傷なし (無被害)	1/107	BCJ-L2	1/199 再使用可能 (小破)	1/153	BCJ-L2	1/146	EL CENTRO	1/175	TAFT		
			1/107	EL CENTRO		1/175	TAFT						
			1/122	TAFT		1/211	HACHINOHE						
			1/139	HACHINOHE									

9. 耐震改修工事の内容

『適塾耐震検討会』において検討を重ねた結果、補強計画は『重要文化財（建造物）耐震診断指針』に基づき、「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」（安全確保水準）を目標とすることとなった。

また、文化財的価値にも配慮し、解体範囲を最小限にして部材をできるだけ痛めないこと、内部、外部の意匠、空間を最大限残す方針が示された。

その結果、主屋の補強方法は、下記の工法を採用することとなった。

表2 土蔵の耐震診断結果

地震ケース	方向	層間変形角(rad) 破損の状況		
		限界耐力計算	振動解析	
大地震時	桁行 (南北)	1/22 非倒壊 (大破)	1/15	BCJ-L2
			1/25	EL CENTRO
			1/29	TAFT
			1/38	HACHINOHE
梁行 (東西)	応答値なし 倒壊の危険性	1/13	1/13	BCJ-L2
			1/25	EL CENTRO
			1/36	TAFT
			1/19	HACHINOHE

※太字は層間変形角が1/30を越えていることを示す。

- (1) 屋根瓦を一旦めくって葺き土を撤去し、「空葺き」という土を使わない工法で元通り葺き直す。(→ 建物の軽量化)
- (2) 屋根瓦は古い瓦も全て釘で止めて、地震時に落下しないようにする。
(→ 二次部材の落下防止)
- (3) 屋根面を構造用合板で固めて、地震時に一体的に動くようにする。
(→ 水平剛性の確保)
- (4) 『複合鋼板耐震壁』を既存の土壁の中に埋め込み、地震の揺れを吸収して建物を強くする。(→ 建物の剛性確保。減衰性能の向上)
- (5) 『仕ロダンパー』、『耐震リング』を柱・梁接合部(仕口)に取り付け、地震の揺れを吸収して建物を強くする。(→ 建物の剛性確保。減衰性能の向上)

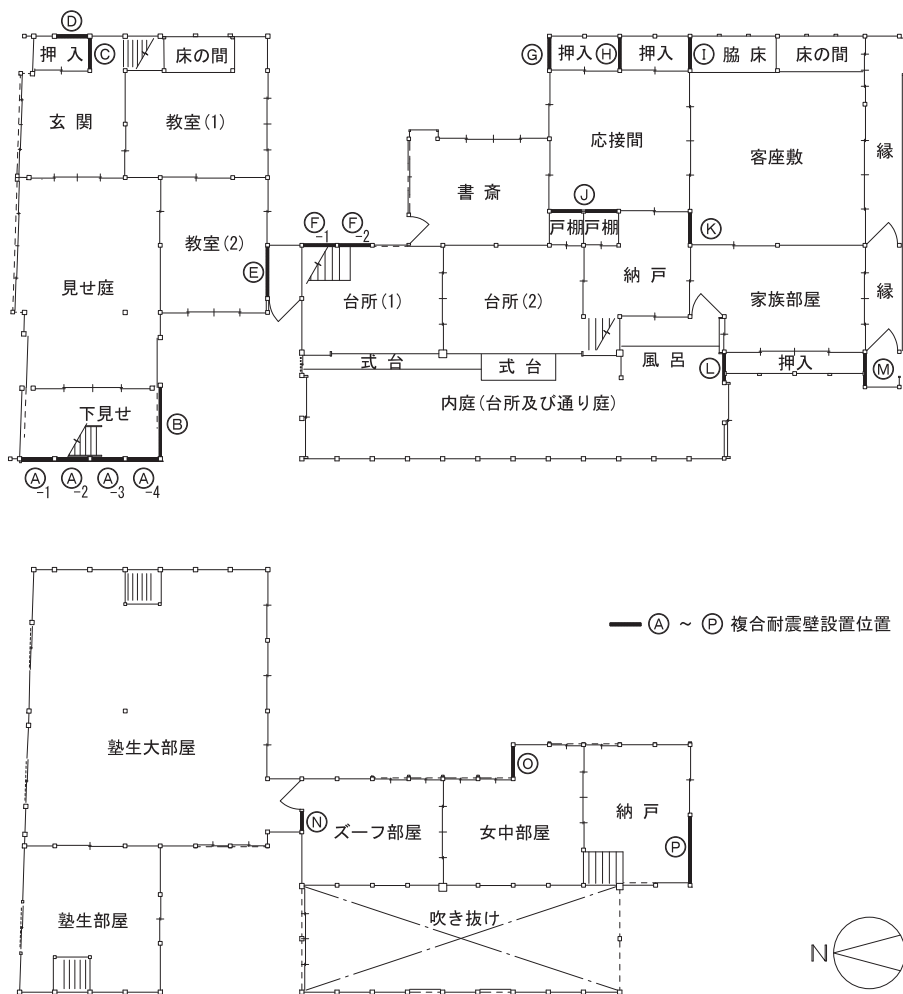


図10 複合鋼板耐震壁配置図

また、土蔵は内部の壁に『面格子壁』を嵌め込み建物の剛性を高め、地震時における層間変形を押さえる計画とした。

これらの補強を施すことにより、補強後の耐震診断において、全ての棟の各方向で安全性を満たす結果となった。

10. 新工法の採用

10-1. 複合鋼板耐震壁

適塾では、耐震補強に『複合鋼板耐震壁』（セーフティウォール）という工法を採用した。

これは、『複合鋼板パネル』という2枚の鋼板（アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板 表面0.6mm、裏面0.4mm）の間に粘弾性体（ブチルゴム系 厚2.5mm）

という材料を挟んだ厚さ3.5mmの材料を壁に取り付けることによって地震の揺れを吸収し、建物を強くする工法で、国土交通省より認定を受けた工法であるが（図11）、国宝・重要文化財の耐震補強に採用するのは全国初の試みとなる。

既存の柱や貫はそのまま残すが、土壁・竹下地は解体して、代わりに木の下地を組み、複合鋼板パネルを専用のビスで留め付けた。（図12、13）

また、鋼板の表面には結露防止剤を塗って、壁内部に水滴が発生するのを防ぐようにした。

枠の上には『木摺り』と言われる木の下地を取り付け、その上に聚楽あるいは漆喰を塗り改修前と同じように仕上げ、改修後は補強材がどこに取り付けられているのか、見掛け上は判らないようにした。

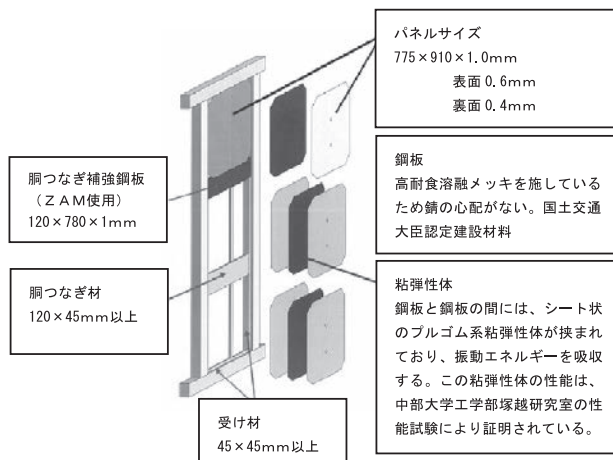


図11 複合鋼板耐震壁の構造（有限会社新技研提供）



図12 土壁の解体状況
（小舞下地）



図13 複合鋼板耐震壁
取付状況

10-2. 仕口ダンパー

『仕口ダンパー』は、2枚の折り曲げた鋼板（ステンレス鋼板 SUS304、鋼板 SS400+クロメート処理）の間に高分子材料の粘弾性体（アクリル系、ジェン系、シリコン系、スチレン系）を使用したハイテク金物で、仕口部に

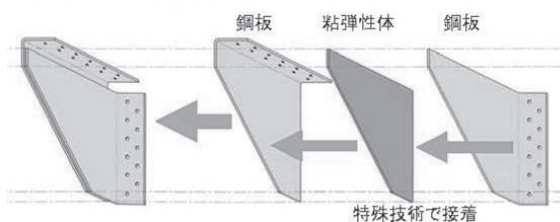
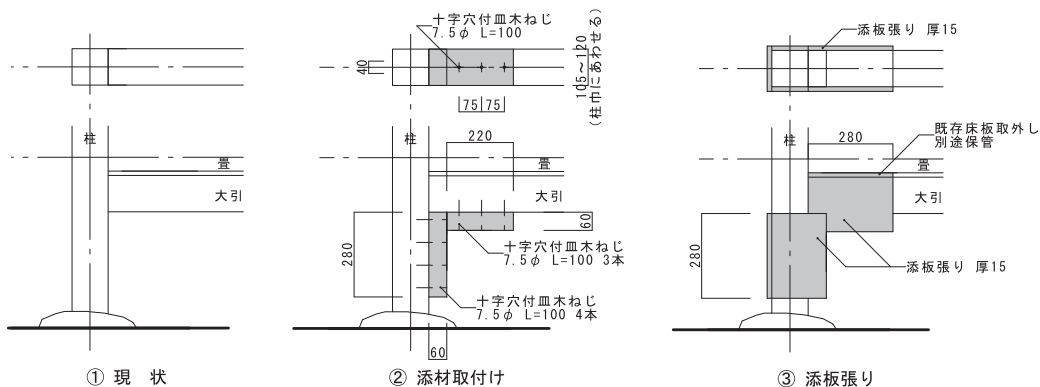


図14 仕口ダンパーの構造 (j.Pod & 耐震工法協会提供)

仕口ダンパーを取り付けることにより、地震の揺れを吸収し、建物の耐震性を向上させることができ、軽量、コンパクトで、簡単に木ネジで取り付けることができる。(図14)

適塾では、木ネジが文化財の部材をできるだけ痛めないように配慮して、新しい木や炭素繊維で古い部材を包み、その上に仕口ダンパーを取り付けた。(図15)



10-3. 耐震リング

『耐震リング』は、熱可塑性ポリエステルエラストマーという樹脂を一体成型した仕口補強材で、柱・梁の仕口部に取り付けることにより、風揺れや地震時建物の変形を小さくし、揺れを早く止め、耐震性能（耐力や変形抑制効果）が向上する。

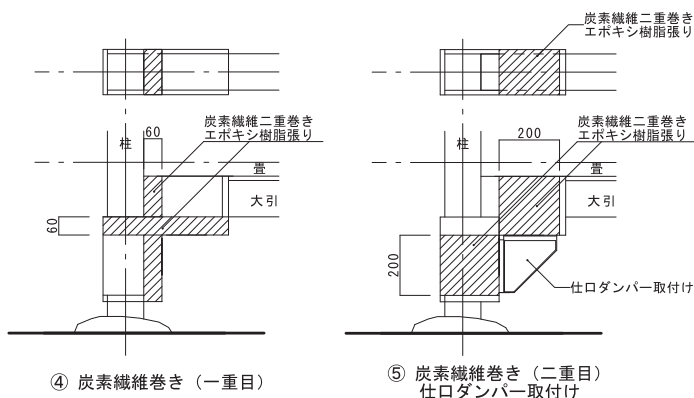


図15 仕口ダンパー取付要領

この耐震リングは一度取り付けたら日常の手入れは不要で、半永久的に性能が持続し、さまざまな環境条件でも安定した性能を発揮する。(図16)

適塾では通りニワの柱・梁仕口部と床下に取り付けた。(図17、18)

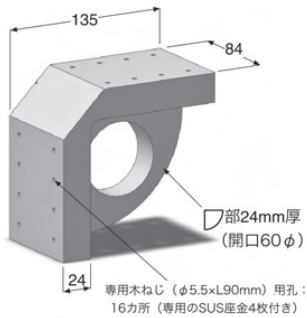


図16 耐震リングの形状
(j.Pod & 耐震工法協会提供)



図17 通りニワの柱と梁の仕口に耐震リングを取り付けた状態



図18 柱と大引の仕口に耐震リングを取り付けた状態

10-4. 土蔵の耐震補強

土蔵では一階の既存壁のチリ部分に面格子壁を嵌め込み、建物の剛性を高めることにより安全性を確保した。(図19、20)

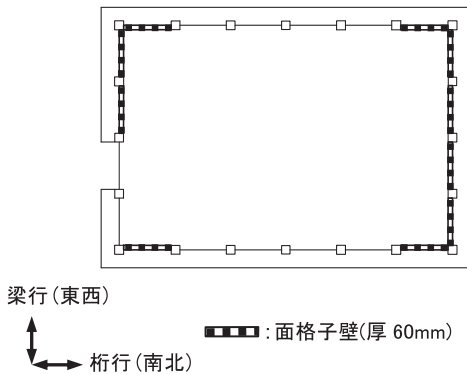


図19 一階面格子壁配置図



図20 一階面格子壁設置状況

11. おわりに

本稿作成にあたり、大阪大学適塾記念センターおよび大阪大学広報・社学連携オフィスの皆さまには大変お世話になりました。この場をお借りしてお礼申し上げます。

参考文献

- 1 文化庁『重要文化財旧緒方洪庵住宅修理工事報告書』1986年
- 2 梅溪昇『緒方洪庵と適塾』大阪大学出版会 1996年