

旧藤原家住宅（南部の^{まがりや}曲屋）耐震補強工事について

研究員 古荘 貴也

1. はじめに

大阪府指定有形文化財旧藤原家住宅は、平成24年11月に耐震診断を行い、平成25年2月から平成25年9月にかけて耐震補強工事が行われた。当協会では、この保存修理工事において耐震診断及び補強設計、工事の指導・監理を行ったので、その概要について報告を行う。

2. 建物概要

- 1 工事対象の名称 旧藤原家住宅（大阪府指定有形文化財）
- 2 指定年月日 昭和49年3月29日
- 3 建造物概要
 - ① 名称 大阪府指定有形文化財 旧藤原家住宅（南部の曲屋）
 - ② 構造形式 主屋 木造、平屋建、茅葺き、寄棟造。
ウマヤ 木造、平屋建、茅葺き、入母屋造。
チョウズドコ 木造、平屋建、茅葺き、寄棟造。
 - ③ 所有者 公益財団法人 大阪府文化財センター
 - ④ 所在地 大阪府豊中市服部緑地1-2 日本民家集落博物館内

区分	摘要(柱間真々)	寸法	区分	摘要	寸法
主屋	桁行	桁行両端 17.85m	チョウズドコ	桁行	桁行両端 3.88m
	梁間	梁間両端 9.12m		梁間	梁間両端 4.30m
ウマヤ	桁行	桁行両端 9.76m			
	梁間	梁間両端 6.67m			

4 建立及び修理の経過

竣工年月	修理・修繕内容
18世紀中期(推定)	建立
昭和38年3月	岩手県紫波郡矢巾町煙山から移築
昭和45年3月	一部焼失による屋根葺替修理
昭和60年2月	屋根葺替修理
平成8年3月	震災被害補修
平成11年10月	土間修理

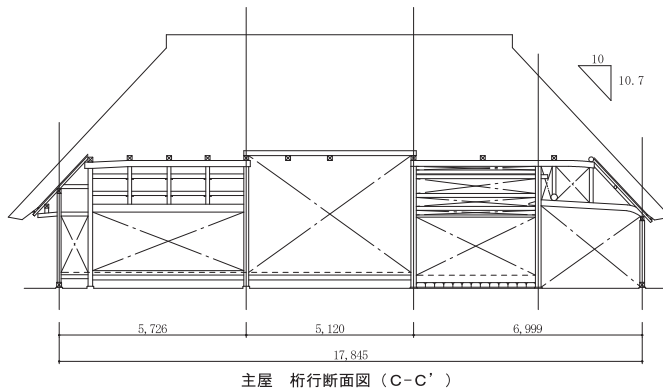
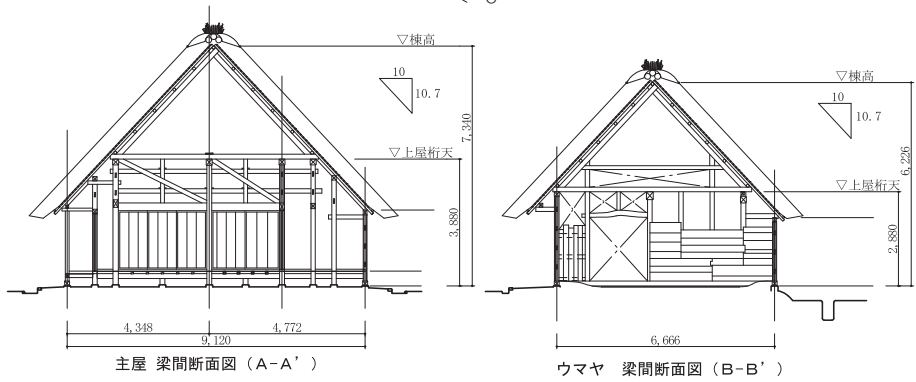
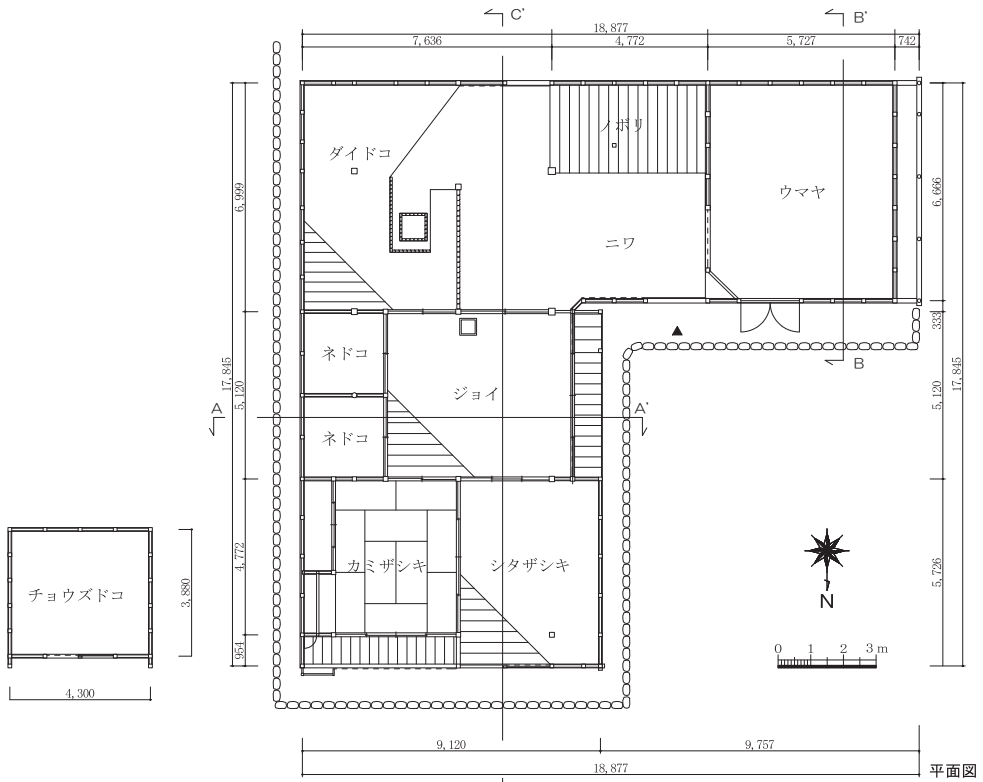


図1
主屋平面図、断面図

5 曲屋の概要

曲屋とは旧南部藩（岩手県と青森県の東半分）に多く見られ、鍵型の平面をもつ茅葺き民家のことである。同様の鍵型平面をもつ中門造りとは外観上は似ているが、相違点は曲屋には主屋に接続したウマヤに通路が確保されていない点である。中門造は日本海側の豪雪地帯を中心に分布しており、積雪時の出入りに対して便宜を図るため、また、雪の重さに対して家の抵抗力を増すために、家屋の形が鍵型となっている。対して東北の曲屋の分布地帯は、一般に豪雪地帯ではなく、曲がりの部分に出入り口を付ける必要があることから、純粋にウマヤとしての機能を果たすためだけに曲がり部分が接続されている。

6 芝棟について

曲屋は主屋、チョウズドコともに棟は芝棟の形式となっている。芝棟とは野芝の生えた土の重みで押さえると同時に芝の根が棟に絡みつくことで棟を固定するという、数多い棟仕舞いの中でも最も野趣溢れる特異な棟仕舞いである。

ミノ茅で覆った上に野芝の根に土のついた状態のものをのせ、その野芝がうまく根付けば丈夫な棟が出来上がる。野芝を植える前に杉皮を防水層として葺き込み芝土の重みで棟を押さえて固定する。この棟仕舞いの欠点は植えた野芝が風雨でずり落ちる心配があることで、その対策として棟の両脇に丸太や竹等が配される。本工事では防水のために杉皮とアスファルトルーフィングを葺き込み、両側には丸太を固定し土留とした。

芝棟には色鮮やかな野の花を植える場合もある。野芝の間にヤマユリ、ノハナショウブ、ノカンゾウ等のユリ科の花を植える。このような花を棟に植えると棟もちが良くなるといわれる。実際棟に花を立派に咲かすには、それなりに丈夫な棟仕舞いであることが必要である。

本建物は東北よりも気温の高い土地に移築しているため、よりこの土地にあった植物、という判断から、建物近くに植えて増やしていたジャーマンアイリスを芝棟に植えた。

芝棟は関東、東北の太平洋側から山間部にかけて分布する。これは、芝棟は芝が枯れずに根付く、夏の短い北日本に適した棟仕舞いであることを示す。



図2 芝棟（棟仕舞い）

3. 工事の概要

昭和六十年の修理以来約三十年が経過し、屋根が著しく破損している他、軸組の不陸傾斜、梁の折損、仕口の抜け、主屋壁面・犬走り・建具・ウマヤ扉の軸受けの破損が見られたため、平成24～25年度にかけて、大阪府補助事業による保存修理工事を行った。

今回の工事では主屋の耐震診断を行い、その結果をふまえて軒桁廻りの屋根裏面の構造補強を行った。保存修理工事としては、主屋とチョウズドコの棟の葺替え、差茅を行い、カミザシキ東面の建て起し、ダイドコ・ニワの折損梁二本の取替え、主屋北面・西面の外壁の補修・土間タタキ・座敷北面の折損腕木の補強・座敷北側建具およびウマヤ扉の軸受けの補修を行った。

4. 耐震診断と補強工事

① 診断方法

本建物を等価一質点系モデルに置換し、地震時の応答変形を限界耐力計算によって診断した。なお、計算を実施する前提条件には、建物が新築同等の維持管理状態にあることを想定している。

本耐震診断における限界耐力計算では、変位増分法により計算を行った。建物の耐力は、桁行、梁間方向ごとの耐力－変形角関係を剛床と仮定して、構造要素を加算した。ただし、本建物は茅葺き屋根（壁倍率換算0.56）のため、下屋部分の水平剛性が非常に低い（準拠規準^{*1}）。そのため、本耐震診断では下屋部分を除いた耐震要素のみを用いて計算を行った。

加算の方法は、各耐震要素で設定された規則によって行い、所定の層間変形角（1/120rad、1/60rad、1/40rad、1/30rad、1/20rad、1/15rad）における建物の耐力を算出した。（rad：平面角の単位、 $\text{rad} = 180^\circ/\pi$ ）。建物の構造高さは、縁部分の地盤が斜面となっているため、各柱長さに違いが見られるが、代表的な柱の長さを3.85mとした。本診断では、準拠基準^{*2}により必要耐震性能を稀に発生する地震での応答変形角1/120rad以下、極めて稀に発生する地震での応答変形角1/30rad以下と設定した。

② 診断結果（補強前）

本建物の耐震性能を、木造建物の限界耐力計算に用いられる準拠規準^{*3}から求めた。この際、建物の各構面の耐力は、桁行、梁間方向ごとの荷重－変形角関係を、剛床を仮定して単純加算した。限界耐力計算による各建物の荷重変形曲線および、必要性能スペクトル（稀に発生する地震・極めて稀に発生する地震）を桁行・梁間方向別に検討した。荷重変形曲線と必要性能スペクトルとの交点が等価1質点系の応答値となり、地震時の応答変形

角を算出する。また、層間変形角 $1/30\text{rad}$ における耐力を建物重量（地震力算定重量）で除した層せん断力係数を求めた。

層せん断力係数は、桁行・梁間方向とも0.18、0.21となった。偏心率は桁行方向0.42、梁間方向0.12と桁行方向が0.30を超える大きな偏心となっていた。本建物では、稀に発生する地震時の変形角は桁行方向 $1/102\text{rad}$ 、梁間方向 $1/110\text{rad}$ 、極めて稀に発生する地震では桁行方向では応答値なし、梁間方向 $1/16\text{rad}$ となり、必要耐震性能を満足していない。

以上の検討より、本建物には構造補強の必要性が認められた。

③ 補強方法

耐震診断の結果を踏まえ、耐震補強計画を策定した。耐震補強は、極めて力見え掛かり部分には行わず、将来、より適切な補強方法が開発された際に置き換え等が容易な工法を可能な限り採用した。

耐震補強方法として、下屋部分の壁を耐震要素として一体的に考慮するために、図4に示すような下屋-本体接合面に鉄製ブレースを追加して、下屋廻りの水平剛性の確保を行った。

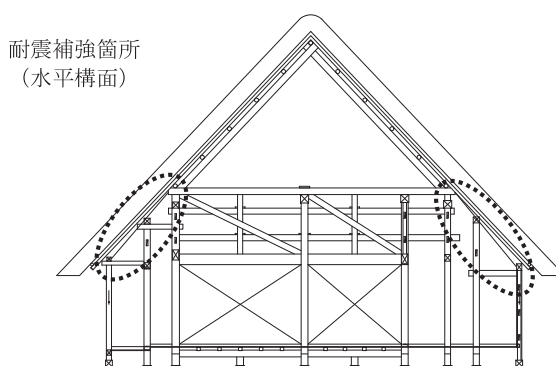


図3 耐震補強案、主屋梁間断面図
(下屋部分の水平剛性確保)

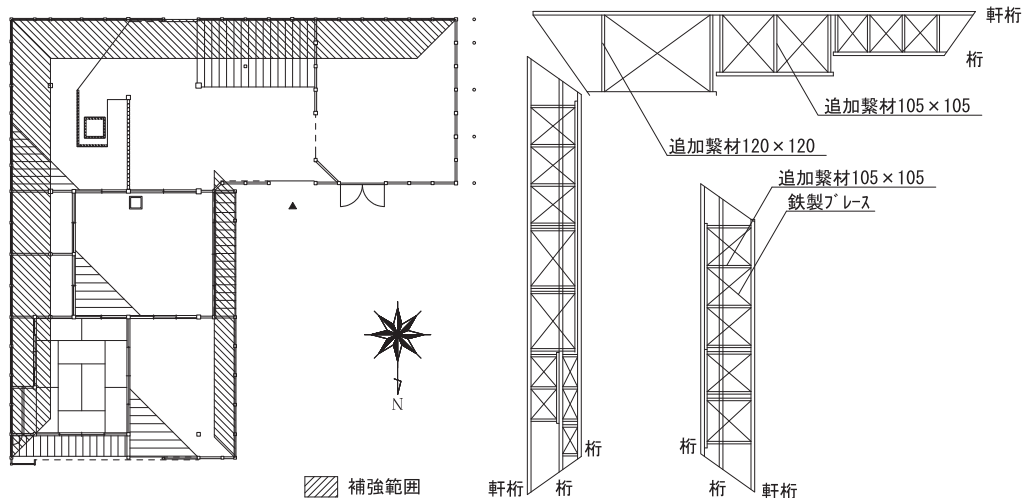


図4 左図：補強範囲図、右図：補強金物伏図

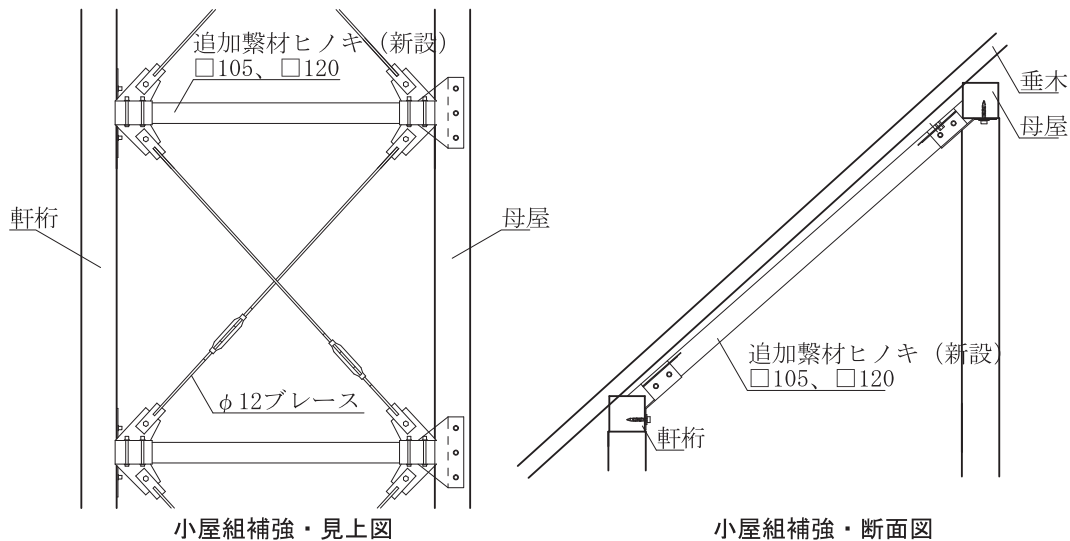


図5 小屋組補強詳細図

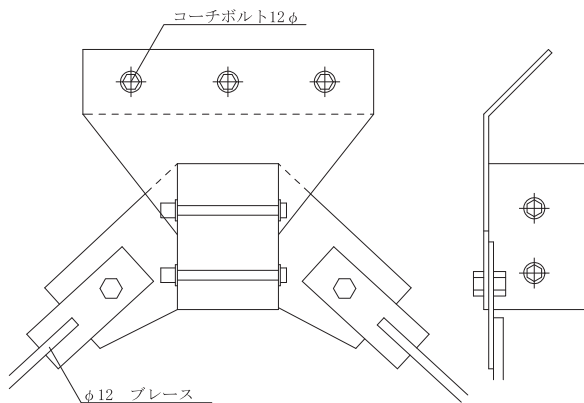


図6 小屋組補強金物詳細図



図7 小屋組補強

④ 診断結果 (補強後)

本建物の耐震性能を、木造建物の限界耐力計算に用いられる準拠規準*³から再度検討し、地震時の応答変形角及び層せん断力係数を求めた。

層せん断力係数は、桁行方向0.48、梁間方向0.63となった。偏心率は桁行方向0.12、梁間方向0.50と梁間方向が0.30を超える大きな偏心となっている。そのため、各方向の耐力を逡減して地震時の応答変形角を算出している。

本建物では、稀に発生する地震時の変形角は桁行・梁間方向ともに1/120ad以下、極めて稀に発生する地震では桁行方向1/33rad、梁間方向1/41radとなり、必要耐震性能を満足した。以上より、本建物は構造補強の有効性が認められた。

5. 破損状況と修理工事

① 基礎 正面に当たる北面と東面では風雨による犬走りタタキの風食が見られた。今回の修理では表土を撤去し、耐久性の高い改良土間タタキとした。

② 軸部 柱位置毎に敷居、差鴨居等の高低差を測定したところ、主屋北西の柱が最も高く、突出部のウマヤ部分に向けて沈下していく傾向が見られ、高低差は最大102mmになっていた。また、北東方向にも沈下傾向が見られ、高低差は65mmとなっていた。これは、ウマヤ部分の地盤が盛土となっているため、長年に亘り建物の重量を受け続けた結果、不同沈下を生じたものと考えられる。

柱の傾斜をみると、外回り柱はほぼ全て外部に向けて傾斜しており、最大で84mm(変形角1/24rad)と大きな数値を示す。これは屋根荷重が屋根勾配に沿ってかかり、外側に押出す傾向が生じるのに対して、外回りと内部軸組との結合が緩んできているためと考えられる。

座敷・ジョイ廻りの差鴨居やダイドコ東の繫梁は仕口の抜け、緩みが見られた。シタザシキ西寄りの繫梁は鼻栓の仕口が破損し、栓が効いていない状態である。これらは部材自体のねじれが著しく、移築組立て時からこの不具合が生じているものと思われる。

ニワとダイドコの2個所で梁の折損が見られた。これは平成7年の阪神淡路大震災後の余震時に確認された被害であり、応急処置として、ニワの折損箇所には柱を追加し、ダイドコの折損箇所には下に通っている貫との間に飼木を入れて支持していた。

座敷北とウマヤ北の軒桁は腕木で受けているが、腕木の折損或いは仕口の緩みのため、軒桁が全体的に下がっていた。この腕木は柱に鼻栓止めとし、軒桁に比較して断面が不足しているためと思われる。

今回の修理では、傾斜の著しいカミザシキ西面を建て直し、外回りの柱の倒れを止めるために、軒桁と入側通りの桁を鋼製ブレースで緊結した。建て起こしに際して周囲の土壁を撤去し、床板を解体して地盤に固定した杭で軸組みを引き付けた。建て起こし時は傾斜0mm近くまで戻ったので、一旦筋交いで固定して1週間後に、引き付けを解除すると工事前傾斜の約半分の40mm程度戻って安定した。軸組み仕口の緩みは、見え隠れ部分にL型仕口金物を取付け、外れ防止とした。

折損梁は全て新材に取替え、応急処置の支持柱・飼木は撤去した。北面軒桁の腕木は方杖を追加した。

- ③ 壁 軸組の傾斜と同様に外回りの壁が外部に向けて傾斜し、カミザシキ床の間の土壁にひび割れが発生していたので、建て起こしに際して全て撤去し、建て起こし後の変形の安定を確認後、復旧を行った。

主屋西面・北面、ウマヤ北面は中塗り仕上げであるが、小動物による引掻き傷や、風雨による風食で表面が痛んでいたため、表面の塗りなおしを行った。

- ④ 屋根 主屋とチョウズドコは全面に亘り、茅材の経年劣化により、表面には草や苔が生い茂っていた。中でも曲がり部分の内隅谷や、ウマヤ北面、南面一部は表面の陥没箇所も見られた。芝棟は土留棧が腐朽欠損し、土が流出し、下地アスファルトルーフィングが露出していたので、養生シートで覆いを掛けた応急処置がなされていた。

今回の修理では芝棟の全てを葺き替え、チョウズドコ全面とウマヤ北面と南面の一部の平葺きを差茅とした。

- ⑤ 雑作 ウマヤ扉の軸受けが磨耗破損により、開閉不能になっていたので新材にて取り替えた。

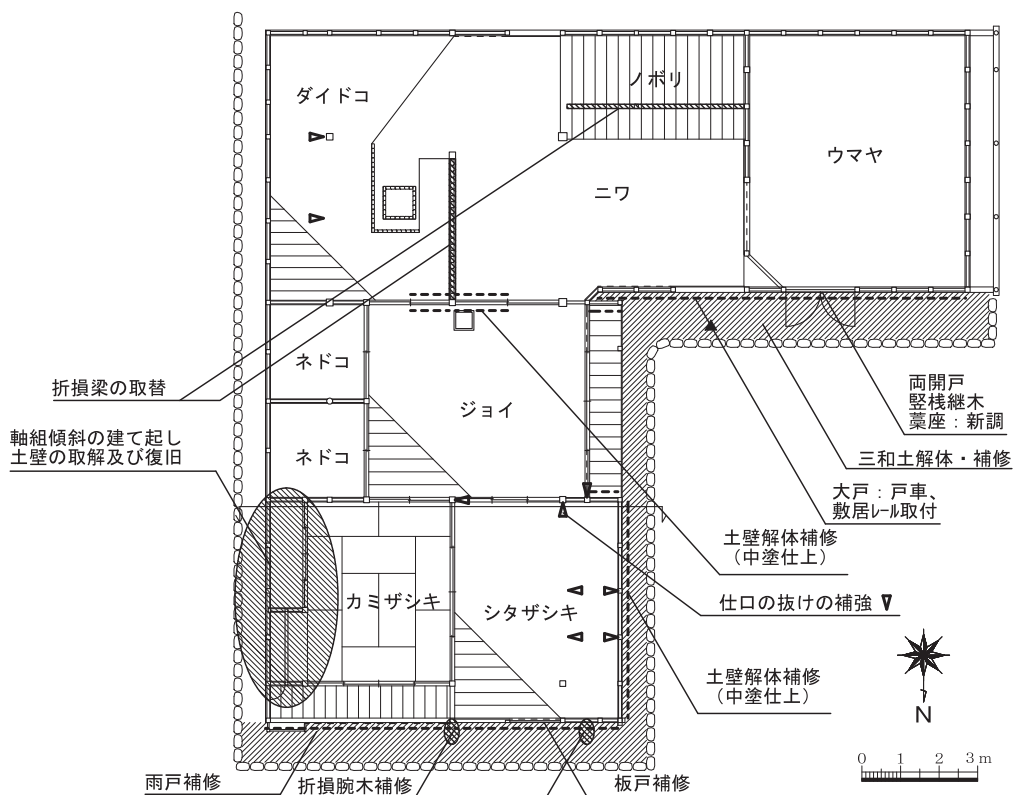


図8 破損及び修理概要図

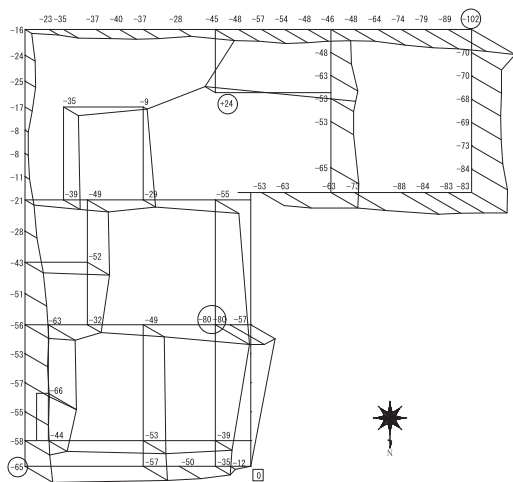


図9 不陸図（最大沈下102mm、ウマヤ南西隅）

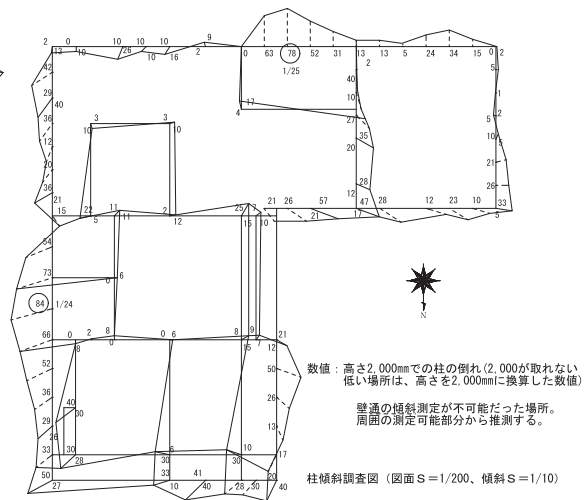


図10 傾斜図（建物外側に傾斜する傾向）

6. おわりに

最後になりましたが、本工事にご指導、ご協力頂いた公益財団法人大阪府文化財センター、大阪府教育委員会ならびに工事関係者の皆様に、感謝申し上げます。

参考資料

- 1) 『民家の案内』財団法人大阪府文化財センター 日本民家集落博物館 2006年
- 2) 安藤邦広『茅葺きの民俗学—生活技術としての民家』はる書房 2005年

準拠基準

- *1 (財)文化財建造物保存技術協会『文化財建造物等の耐震性能の向上に関する試験研究』2013年
- *2 文化庁文化財部『重要文化財（建造物）耐震診断指針』2003年、2012年改正
- *3 木造軸組構法建物の耐震設計マニュアル編集委員会『伝統構法を生かす木造耐震設計マニュアル 限界耐力計算による耐震設計・耐震補強設計法』学芸出版社 2004年