

# 事例に基づく耐震改修の構造的検討

川崎市木造住宅耐震診断判定委員会

判定委員長 白石 梢

## 第1章 : 木造住宅と耐震基準

## 第2章 : 耐震診断にともなう調査内容

## 第3章 : 耐震補強工事

## 第4章 : 想定外の場合知っておきたい補強方法対応

1

2

# 第1章 木造住宅と耐震基準

軸組工法建物の基準や仕様の変遷

	昭和56年以前	昭和56年～平成12年	平成12年以降
壁量	× 現行基準よりも必要壁量が少ない。	○ 必要壁量が現在と同じ基準になる。	◎ 必要壁量は変わらず。しかし、基準耐力が1.5倍に引き上げられる。
金物	× 金物による補強がほとんどない	△ 2階建の補強金物の基準が規定されていない。→ほとんど金物が無い。柱頭・柱脚金物は作用する力に応じて配置する。	◎ 補強金物の仕様は義務化される。→使用の強制。柱頭・柱脚金物は耐力壁の耐力に応じて配置する。
壁の釣り合い	△ 壁のつりあい良い配置についての規定が無い。	△ 壁のつりあい良い配置についての具体的な規定が無い。	◎ 壁のつりあい良い配置について検討方法が規定される。
水平構面	× 水平構面の剛性に関する規定がない。	× 水平構面の剛性に関する具体的な規定がない。	△ 水平構面の剛性に関する具体的な規定がない。上位の設計法では考慮。
重さ	土壁や瓦(葺き土有)といった重い仕様が主流	ボード貼の壁やカラーベスト等の比較的軽い仕様が増える。	ボード貼や軽量屋根材が主流に。地域によっては重い仕様も現存
プラン	和室が多く、間仕切り壁が少ない	洋室が主体となり、個室(寝室・子供室 etc.)化が進み、間仕切り壁が増える。	LDK型が主流で大スパンが増え間仕切り壁が減少する。

凡例 ◎…考慮されている      △…一部考慮されている  
 ○…一応考慮されている      ×…ほとんど考慮されていない

新耐震木造住宅検証法

出典 耐震補強マニュアル

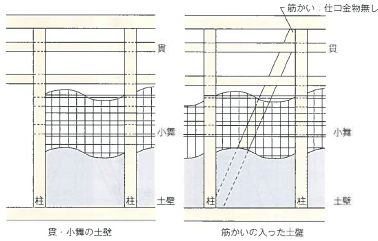
3

4

明治～昭和 25 年

筋かいの導入 伝統軸組工法から在来軸組工法への過渡期

それまでの伝統軸組工法である貫と小舞による土塗壁に加え、西洋技術であるトラスの原理を利用した筋かいが取り入れられるようになります。しかし、筋かいの設置方法に関して<sup>※0</sup>特に引張りに対して配慮されていなかったため、筋かいが建物の耐震性を高める効果は小さいといえる。



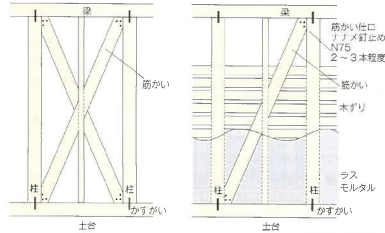
基礎：延石、無筋コンクリート延石型基礎  
耐力要素：土塗り壁、筋かい

診断法における「伝統的構法」は、この頃の建物に多いと思われる。土塗壁のせん断耐力と腰壁・垂れ壁によるラーメン効果(柱の曲げ耐力+小壁のせん断耐力)によって耐力評価します。

昭和 25 年～昭和 56 年

建築基準法制定

関東大震災や室戸台風、福井地震などの災害を受けて、1950年(昭和25年)に建築基準法が制定された。木造の仕様規定によって、柱の小径、畳置計算、床・小屋面への火打ち材設置、継ぎ手・仕口金物の設置が義務付けられた。  
また、同年には住宅金融公庫が設立され、公庫が融資する建物に適用される工事仕様書が発行された。



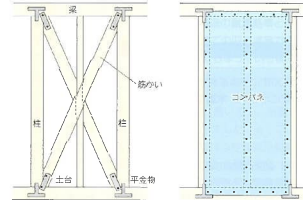
基礎：無筋コンクリート布基礎  
耐力要素：筋かい、ラスモルタル(木ずり下地)、ボード類の頭頭水平構面：板張り+火打ち材

時代は高度経済成長期にあり、公庫を除く量産型住宅等では、構造安全性を第一としないローコスト設計や作りやすさ優先の施工実態があり、性能劣化住宅を拡大させていました。

昭和 56 年～平成 12 年

建築基準法改正 (新耐震設計法)

新耐震設計法とは、中規模地震において弾性域内にあることを確認できればよいとする設計法に対し、大地震時における塑性域を考慮した評価を行う設計法である。しかし、この設計法は数倍速や鉄筋コンクリート造に対して適用されたもので、木造は従来の壁置計算における壁率を増加するに留まった。



筋かい仕口金物は当初樹皮プレート型のみであったが、内装材では取り付け困難な状況であった。釘打りの間隙や釘・種からの腐蝕が定まっていなかった。木造2層建てでは、畳積率の大小に変わらず、側面ブローのみであった。

基礎：鉄筋コンクリート布基礎・べた基礎  
耐力要素：筋かい・面材(合板等)  
※大手メーカーでは50%程度の使用率(一般的には10%以下)  
水平構面：面材張り+火打ち材

鉄筋コンクリート造の基礎や面材壁、接合金物が普及し始めましたが、耐震性能への関心が低く、適切な施工方法や性能が確認された材料が一般に普及していなかったといえます。昭和53年にはZマーク表示金物が規格化されましたが、Zマーク金物が当時の金物の主流とはなっていませんでした。

平成 12 年～

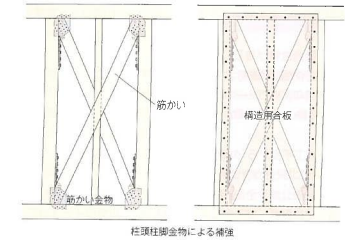
2000年の法改正以後

阪神淡路大震災の被害を受け、2000年に建築基準法が改正された。要訣であった木造の仕様規定が明確に示され、木造住宅の基準が大きく見直された。

(仕様規定における主な改正事項)

- ・耐力壁の釣り合いよい配置を確認する四分割法の導入
- ・接合部の仕様(筋かい端部、耐力壁に隣接する柱の柱頭柱脚)
- ・基礎の仕様

その他、地盤調査の実施により軟弱地盤への対策(べた基礎や杭基礎、地盤改良等)が行われるようになった。また、ねこ土台の普及、軸組みの防蟻・防腐処理によって、腐朽・劣化対策が講じられるようになった。耐力の確保だけでなく耐久性に配慮することで建物の性能を担保しやすくなったといえる。



木造住宅耐震診断から補強工事までの流れ

① 耐震診断

- 「一般診断法」：建築士および建築関係者向け (川崎市無料診断)
- 「精密診断法」：建築士・構造専門家向け (川崎市補強助成制度)

② 耐震補強設計

「精密診断法」

- 保有耐力診断法
- 許容応力度等計算による方法
- 限界耐力計算による方法
- 時刻歴応答解析による方法

③ 耐震補強工事

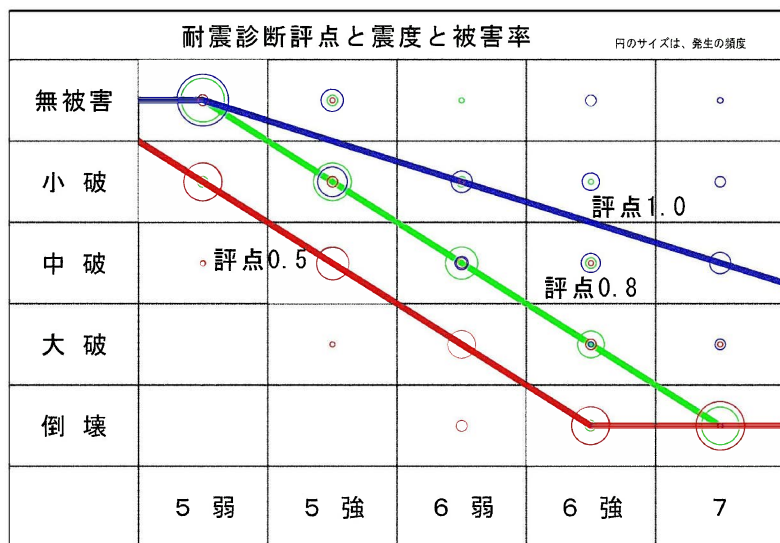
補強工事を行なう為には、必ず上記のいずれかのルートで補強設計が必要になる。

一般・精密診断法とも大地震動での倒壊の危険性について検討する。

一般診断・精密診断評価基準と判定

上部評点は、地震に対して抵抗できる建物の耐力の割合を示す

上部構造評点	判定
1.5以上	倒壊しない
1.0以上～1.5未満	一応倒壊しない
0.7以上～1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7未満	倒壊する可能性が高い



9

## 第2章：耐震診断にともなう調査内容

注) 耐震診断時の調査説明ですが、主に、施工者が補強工事に伴い施工費に影響する内容について纏めてあります。

11

## 川崎市木造住宅無料耐震診断及び耐震補強の実績

- ・ 一般診断調査結果 (平成17-令和2年)  
診断総数 5,108件
- ・ 耐震補強精密診断 (平成17-令和2年)  
診断補強総数 906件

10

1. 外部を見る
2. 地盤・基礎を掘る
3. 室内を調べる
4. 水まわりを見る
5. 床下をのぞく
6. 天井裏を見る

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor』vol.1より

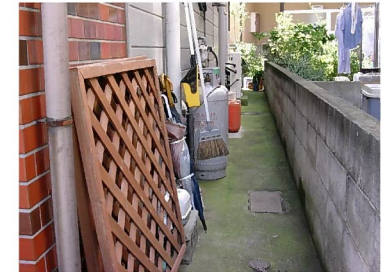
12

## 1. 外部を見る

- 屋根や外壁にひび割れなどの劣化はあるか
- 浴室まわりが漏水していないか
- 建物が不同沈下していないか

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor.』vol.1より

## 建物外周と基礎



13

14

## 2. 地盤・基礎を掘る

- 敷地の傾斜や盛り土はあるか
- どのような地質か
- 基礎の深さや形はどうなっているか

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor.』vol.1より

## 鉄筋棒を地面に打ち込んで布基礎幅を確認する



東石だけの基礎



15

16



### 3. 室内を調べる

- 間取り、開口部の位置はどうなっているか
- 天井、壁、床の仕上げは何か
- 壁に割れや雨漏りの跡はあるか

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor』vol.1より

17

### 4. 水まわりを見る

- 床、壁タイルにひび割れはないか
- ひび割れの場所と原因は何か
- 窓まわりは劣化していないか

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor』vol.1より

19

内外壁クラック



18

浴室床下 漏水による腐朽 基礎立ち上がりが湿っている



腐朽と蟻害による被害

20

## 5. 床下をのぞく

- 湿度はどの程度か(木材の含水率の状態)
- 土台などの接合や劣化状態はどうか
- 基礎の配置や高さ、ひび割れの有無はどうか

含水率が35%を超えると腐朽し始める

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor』vol.1より

### 床下



和室畳下点検口

火打ち

基礎クラック



21

22

## 6. 天井裏を見る

- 2階床、屋根の組み方、接合はどうか
- 外壁の下地や筋交いの仕様はどうか
- 雨漏りなどによる劣化はないか

日経BPムック『住まいをもっと知りたい人のdoor』vol.1より

### 小屋裏



押入れ天袋より

23

24



事前調査事例



境南教会前景

昭和48年竣工



外壁：モルタル壁



25

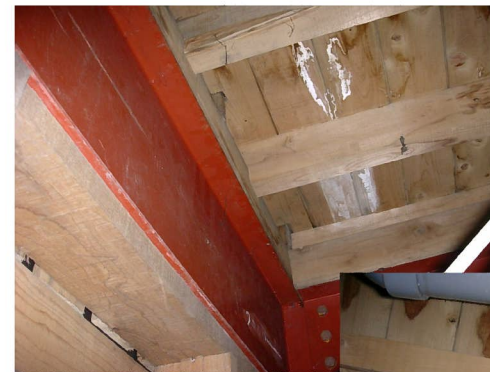
26



極めつけシロアリもいた



蟻害により筋交いが無くなった



2階水周り床の腐朽



27

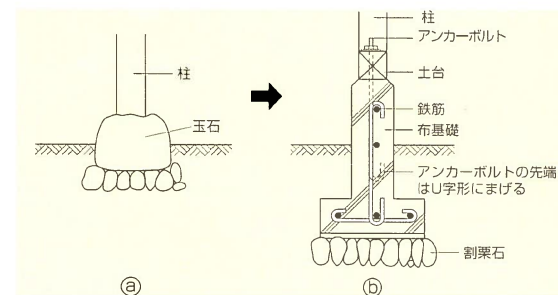
28

## 第3章：耐震補強工事

### ①基礎の補強

#### 補強方法

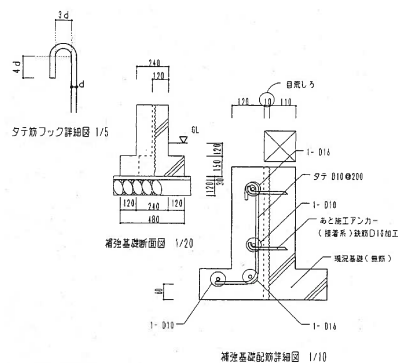
玉石に束立てだけの基礎は、鉄筋コンクリート造の布基礎とし、アンカーボルトで土台と一体化にする。



29

30

#### 補強方法



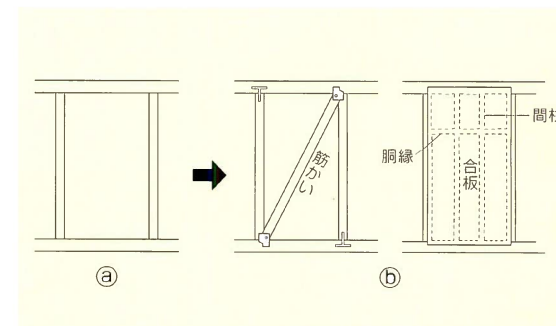
基礎の底盤の幅が不足していたり基礎に鉄筋が入っていない場合には、基礎を増し打ちするなどして、既存のコンクリート布基礎を補強する。

補強工事概算費用 約5万円/m

31

### ②壁や筋交いを増やして建物の耐力を増す

#### 補強方法



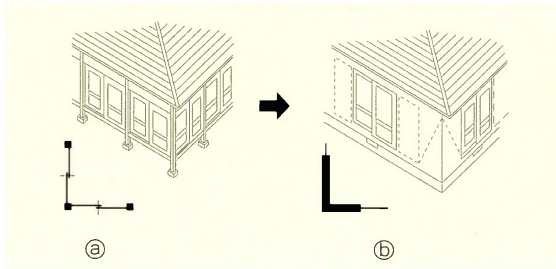
補強工事概算費用 外壁取り外し・補強・復元 約15.0万円/箇所(新設、壁長910)

32



## 補強方法

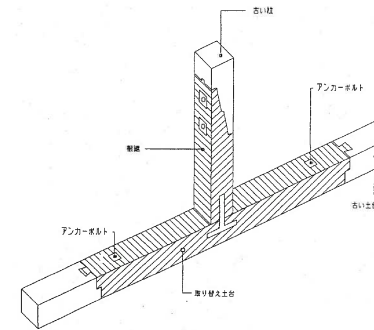
柱・梁では地震の力に抵抗できないため  
釣合いよい配置を考慮しながら壁・筋交いを増やす



補強工事概算費用 約15万円/箇所(新設、壁長910cm)

33

## 補強方法



- ・ 蟻害や腐朽により劣化した柱・土台を取り替える
- ・ アンカーボルトの不足を補う

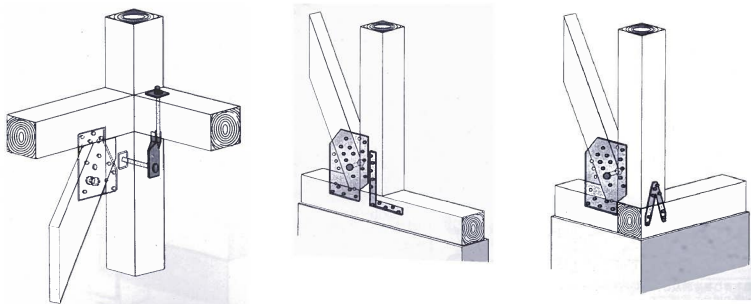
柱脚・土台の補強 約5.0万円/1ヶ所

34

## 補強方法

羽子板ボルト

かど金物 筋交いプレート 山形金物 柱脚引き抜き金物



35

## ④ 床の補強 ・ 屋根

### 補強方法

床の剛性を高めて、耐震効果を増す事もできる



火打ちの増設



構造用合板で剛性を高める

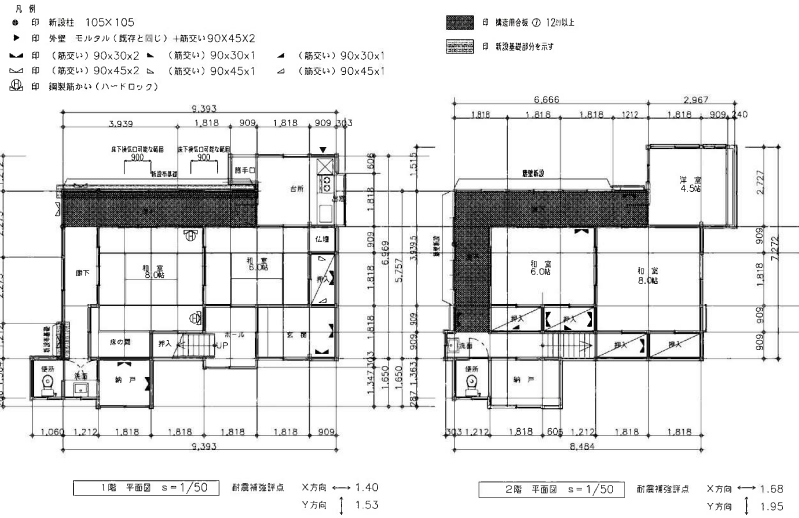
屋根の軽量化

但し、野地板の張替え、足場組、  
廃材処分については別途

36

**S邸耐震補強例** 昭和38年竣工

耐震診断結果 **1階 X方向 0.58**  
**Y方向 0.62**      **2階 X方向 0.32**  
**Y方向 0.81**



補強前の様子



S邸全体写真



廊下下の基礎



床下の状態



廊下下の基礎

37

38



廊下側布基礎新設



床下換気口新設

改修前の廊下と天井の様子



1階廊下側筋交い増設



39

40



## 2階廊下改修前と改修計画について



斜線範囲腰壁増設

41

## 2階南廊下外観補強計画



42

## 2階南廊下腰壁補強



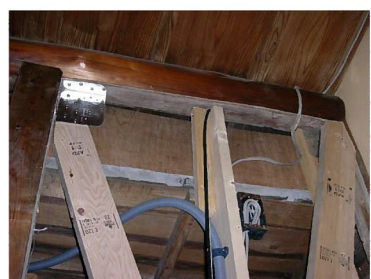
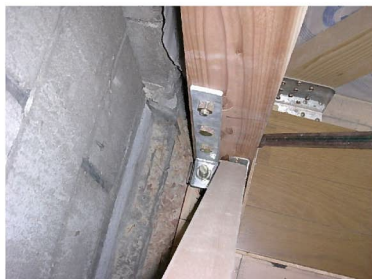
43

## 2階廊下完成写真



44



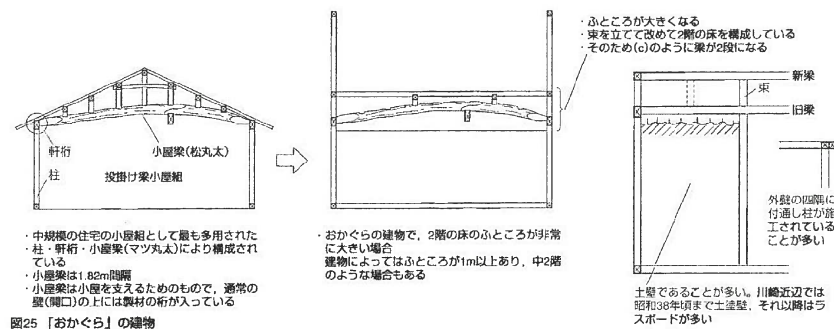


補強工事の留意点

- a. 計画した耐震補強が施工可能であるかどうか、仕上げ工事 設備工事などの関連、設計監理費、工事費について明確にする
- b. 建築主に対して耐震補強効果の説明を行うとともに、工事の手順を事前に十分説明を行う。住みながらの工事が多い為、必ず工程表を提出すること。
- c. 改修工事は想定どおりでない事が多い為、工事中に変更がある場合 理由の説明と施工費の増減について、施工者は必ず設計者と相談し 建築主に了解を得ること。
- d. 補強方法には在来の筋交いや合板による構法だけでなく様々な工法 が開発されている為、補強建物に合った幾つかの方法を検討することも必要である。

第4章 想定外の場合知っておきたい 補強方法対応

平屋から、2階建てに増築している場合



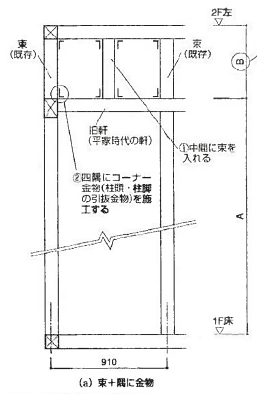


図26 「おかくら」の補強方法

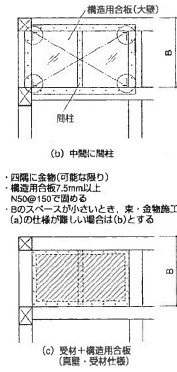
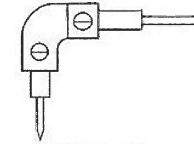


図27 新設添え柱

Bが小さい場合は、②の金物が留めづらいが、L型ドライバーを用いれば90°の角度からビス留めができる。ただしあまり力がないため、(へ)対応以上の長い金物の場合は施工が難しい



L型ドライバー

例：カネシン ハイバースリム  
(へ)対応、ビス8.5cm  
タナカ シナーコーナー  
(へ)対応、ビス：梁に対しては10cm

- ・(は)対応の金物であれば施工しやすい  
例：カネシン リブコーナー  
(は)対応、ビス5.5cm
- ・タナカ リトルコーナー  
(は)対応、ビス6.5cm

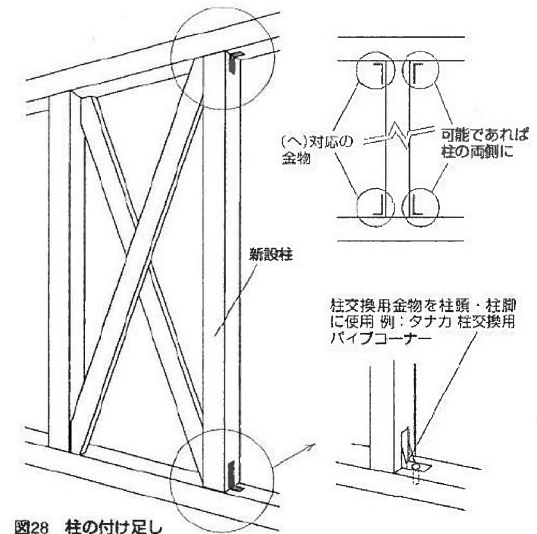


図28 柱の付け足し

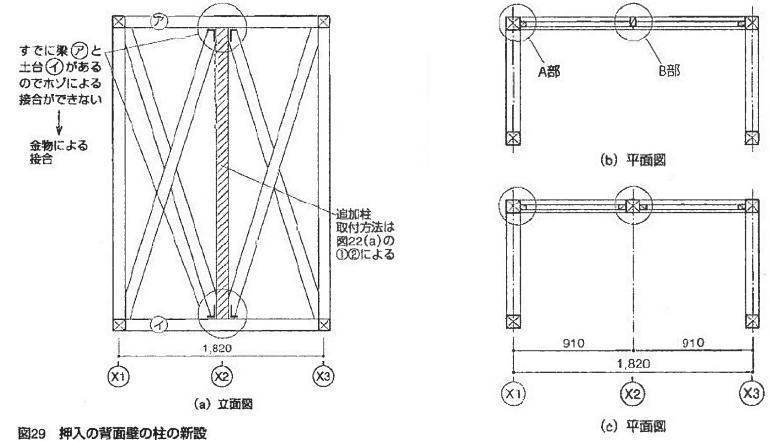
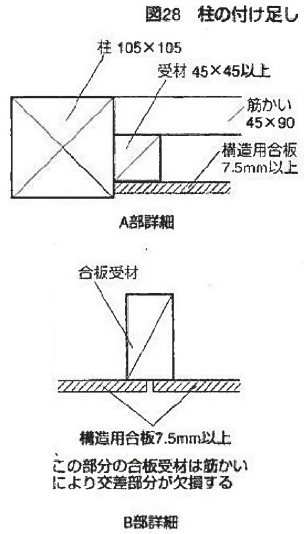
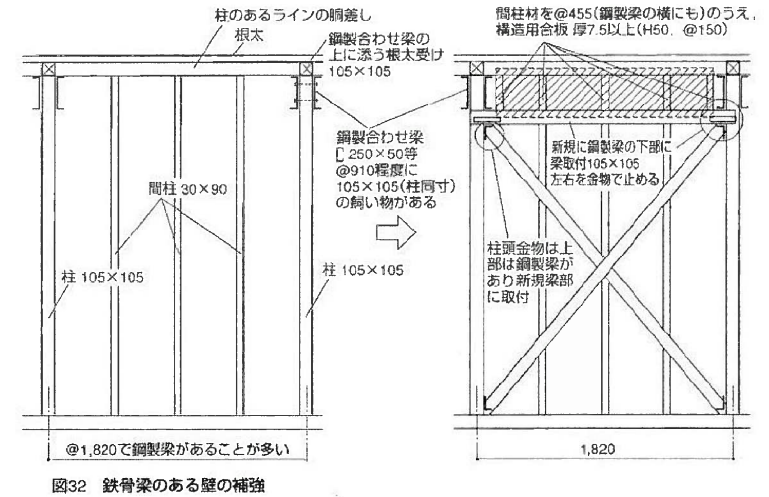
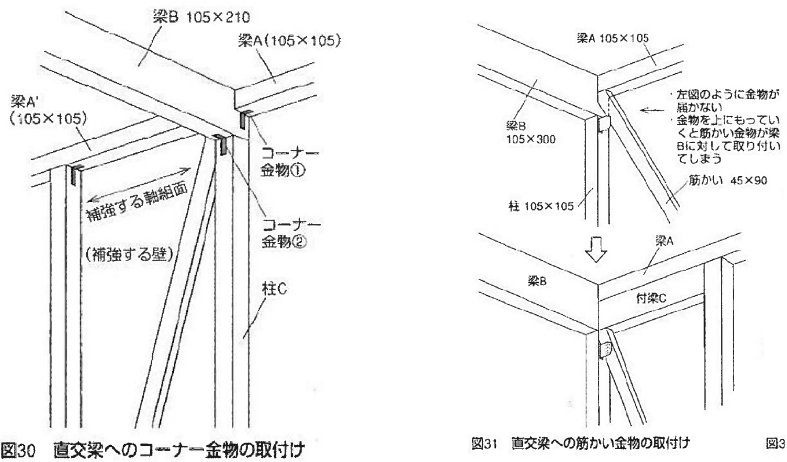


図29 押入の背面壁の柱の新設





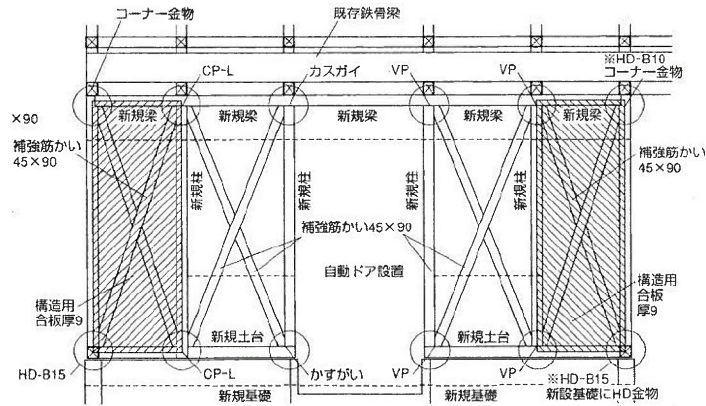


図33 大開口部の壁の新設

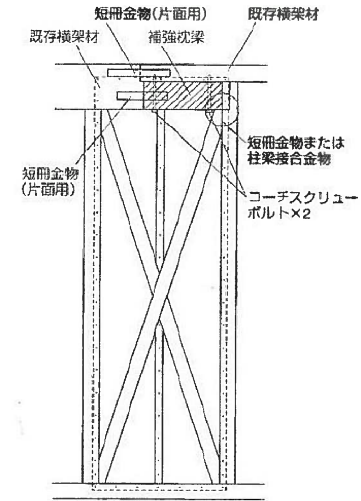


図34 耐力壁桁上部に継手がある場合

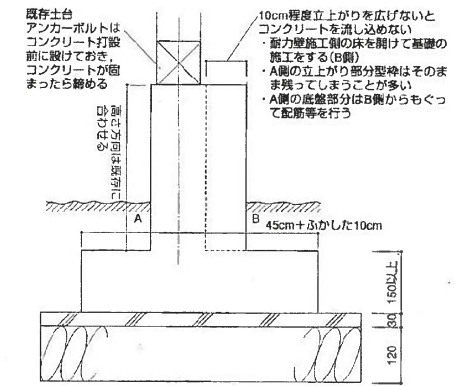
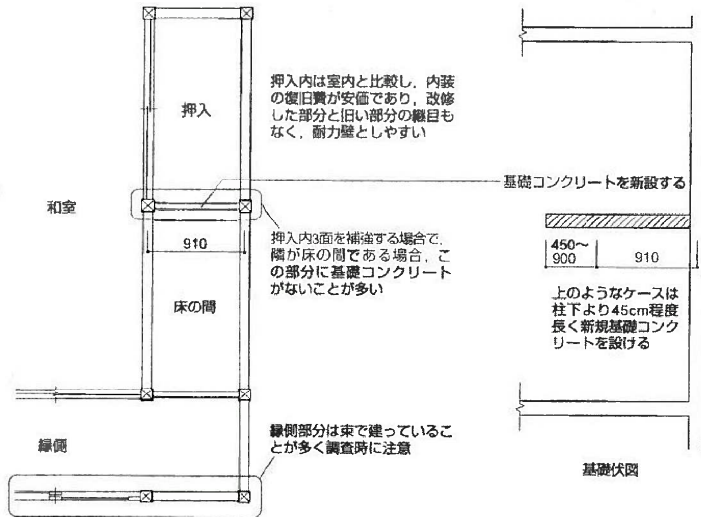


図36 土台を撤去できない場合の基礎の新設

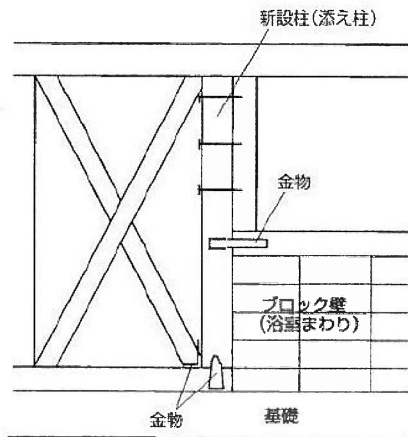


図37 コンクリートブロック立上がり部の補強