

はじめての **耐震改修** 工事

社団法人 日本建設業連合会 関西委員会

「はじめての耐震改修工事」の発刊にあたって

わが国は、これまで数多くの地震災害に見舞われてきました。その経験と教訓から、建築物にはより高い安全性が求められてきました。昭和 56 年に建築基準法が改定され、「新耐震設計法」と呼ばれる構造計算方法が導入されましたが、平成 7 年に発生した兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）では、これ以前の旧耐震設計基準の建築物に多くの被害が発生しました。このため、平成 7 年 12 月に「建築物の耐震改修の促進に関する法律（耐震改修促進法）」ならびに「特定建築物の耐震診断及び耐震改修に関する指針（耐震改修指針）」が施行され、これら建築物の所有者に対して、耐震診断と耐震改修の努力義務が課せられました。

その後も、国内外では大きな地震災害が続き、平成 20 年の中国四川省地震、平成 23 年のニュージーランドクライストチャーチ地震では、小学校や公共施設が倒壊するなど耐震性能の低い建築物に重大な被害を及ぼし、多くの人命が失われました。また、平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災では、津波による未曾有の被害を受けましたが、耐震改修工事を適切に行った建築物には大きな被害は少なく、耐震改修の有用性が改めて認識されたところです。

耐震改修への取り組みは、耐震改修促進法の施行もあって、民間・官庁を問わず着実な進捗を示していますが、住宅の耐震化率は約 79%（平成 20 年時点）、防災拠点となる公共施設等 75.7%（同 23 年 3 月 31 日）、病院 56.7%（同 22 年）、小中学校 84.8%（同 24 年 4 月 1 日）という状況であり、そこで生活を営む人々の命を守るという視点に立てば、まだまだ低い数値であると言わざるをえません。近い将来に必ず発生するとされている東海・東南海地震や首都直下地震等の大震災に備えるためにも、耐震基準に満たないこれら建築物の早期の耐震化対策の実行が望まれています。

このように耐震改修への社会的な要求が高まる一方で、会員各社の施工管理技術者においては、耐震改修工事の経験者が意外と少ないという状況が見られます。加えて、技術者育成の研修を実施する場合においても、分かりやすい教育資料が極めて少ないというのが現状です。

また、耐震改修工事は、新築工事とは異なり、

- (1) 建物を使いながら工事を行うことが多く、制約が多数ある。
- (2) 当時の設計図や施工図が必ずしも保管されておらず、既存建物の正確な把握が難しい。
- (3) 既存建物に改修履歴がある場合は、設計図と異なる建築や設備の状況を確認する必要がある。
- (4) 既存の構造体や仕上材がひどく劣化している、または損傷を受けている場合がある。

といった特殊性があります。このため、十分な新築工事の経験を有する技術者においても、耐震改修工事を初めて経験する際には、「躯体工事の施工前にインフラを盛り替える」、「建物の利用状況と工事工程を整合させる」、「仕上材を撤去すると想定していた工事内容どおりには施工できない」などという問題に遭遇します。想定どおりの施工ができなければ、工期やコストにも影響を及ぼすことになります。

こうしたことから、日本建設業連合会関西委員会技術部会では、傘下に耐震改修技術専門部会を新たに設置し、耐震改修工事の経験がない若手・中堅技術者の教育用資料として、設計上の基礎知識や耐震改修の固有の品質管理の留意点、最新の耐震改修工事の技術的な内容をまとめた解説書を作成しました。

本書では、①耐震改修の基礎知識と工法概要、②耐震改修工事の施工計画、③耐震改修工事の品質管理、④木造の耐震改修工事、⑤設備の耐震改修、⑥最近の耐震改修工法に分類し、写真やイラストを取り入れ、分かりやすく解説しています。

本書を技術者研修等にて広く活用いただき、事前調査にて把握すべき問題点をしっかりと理解し、発注者や設計事務所に対し適切な施工計画を立案し、円滑かつ、適切な品質管理が行われる施工体制を確立していただくことを期待しています。

平成 25 年 1 月

社団法人 日本建設業連合会 関西委員会
技術部会・耐震改修技術専門部会

目次

第1章

耐震改修の基礎知識と工法概要

1	耐震化対策の法的位置付け	4
2	耐震診断とは	6
3	耐震改修の考え方	10
4	耐震補強の工法と特徴	12
5	制震補強の工法と特徴	20
6	免震補強の工法と特徴	22

第2章

耐震改修工事の施工計画

1	着工までのプロセス	24
2	現場と図面の整合確認	26
3	躯体・設備の非破壊調査	28
4	インフラの確認と盛替え	30
5	養生計画	32
6	施工条件の確認	34
7	騒音・振動・粉塵の対策	36
8	火災防止と火なし工法	38
9	材料の搬入・運搬計画	40
10	施工計画の作成	42

第3章

耐震改修工事の品質管理

1	鉄筋コンクリート造における耐震壁	44
2	鉄筋コンクリート造における耐震ブレース	46
3	鉄筋コンクリート造における外付け耐震補強	48
4	鉄骨造における耐震ブレース	50
5	鉄筋コンクリート造における柱補強（RC 巻き立て）	52
6	鉄筋コンクリート造における柱補強（鋼板巻き立て）	54
7	鉄筋コンクリート造における柱補強（炭素繊維巻き）	56
8	腰壁・垂壁・袖壁のスリット	58
9	鉄骨造・鉄筋コンクリート造における制震ブレース・ダンパー	60
10	施工図・製作図作成の留意点	64
11	はつり工事の施工管理	66
12	あと施工アンカー工事の施工管理	68
13	鉄筋工事の施工管理	72
14	鉄骨工事の施工管理	74
15	グラウト工事の施工管理	78
16	炭素繊維補強工事の施工管理	80

第4章

木造の耐震改修工事

- 1 木造建築の耐震補強の方法 ----- 82

第5章

設備の耐震改修

- 1 設備の耐震改修 ----- 84
- 2 免震改修における設備配管・配線への配慮 ----- 89

第6章

最近の耐震改修工法

- 1 耐震補強の工法事例 ----- 92
- 2 制震補強の工法事例 ----- 100
- 3 免震補強の工法事例 ----- 102

1 耐震化対策の法的位置付け

1. 耐震基準の変遷

建築物の耐震基準は、下図に示すように大正9年の市街地建築物法の制定以後、大地震の教訓を生かして、大正13年の市街地建築物法の改正、昭和25年の建築基準法、昭和46年の建築基準法の改正、昭和56年の建築基準法の改正（新耐震設計法の導入）が行われてきた。

平成7年には「建築物の耐震改修の促進に関する法律」（耐震改修促進法）が制定され、平成17年には「建築物の耐震改修の促進に関する法律」が改正されて現在に至っている。

平成7年の「建築物の耐震改修の促進に関する法律」では、同年1月の兵庫県南部地震で昭和56年の建築基準法以前に建築された既存不適格建築物に多くの被害がみられたことを受けて、多数の者が利用する既存不適格建築物の建物所有者に対して、耐震診断・耐震改修の努力義務を課すことにした。

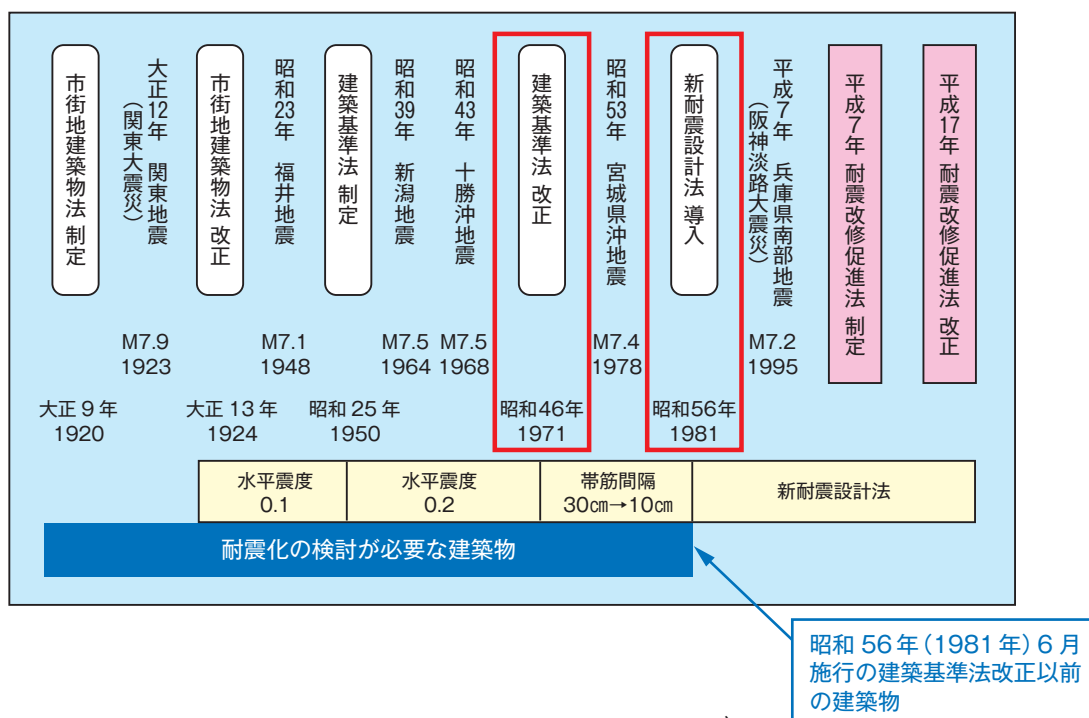


図 1-1-1 地震と法令改正の変遷 ¹⁾

2. 耐震改修促進法

平成7年（1995年）1月に発生した兵庫県南部地震では、現行基準以前に建築された既存不適格建築物に被害が多くみられ、これを契機として、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」（耐震改修促進法）および「特定建築物の耐震診断及び耐震改修に関する指針」（耐震改修指針）が平成7年（1995年）12月に施行された。

耐震改修促進法の概要

1 特定建築物の所有者の努力義務

- ・ 多数の者が利用する一定規模の建築物（以下「特定建築物」）の所有者は、耐震診断を行い、必要に応じて耐震改修を行うように努めなければならない。（表 1-1-1 参照）

2 耐震診断および耐震改修の指針の策定・公表

- ・ 国土交通大臣は、耐震診断および耐震改修の指針を定め、これを公表する。

3 指導および助言ならびに指示

- ・ 都道府県知事または市町村長（以下「所管行政庁」）は、特定建築物の耐震診断および耐震改修について必要な指導および助言ならびに指示等を行うことができる。

4 耐震改修の計画の認定

- ・建築物の耐震改修を行おうとする者は、耐震改修計画に関して所管行政庁の認定を受けると、耐震改修の実施に当たって「建築確認等の手続きの特例」、「建築基準法の特例」（既存不適格建築物の耐震改修を行う際に、現行法規の適用の緩和）等の措置が受けられる。

表 1-1-1 特定建築物および指示の対象となる特定建築物²⁾

用 途		特定建築物の規模要件	指示の対象となる特定建築物の規模要件
学校	・ 小学校、中学校、中等教育学校の前期課程、盲学校、聾学校若しくは養護学校	階数 2 以上かつ 1,000㎡以上 * 屋内運動場の面積を含む	1,500㎡以上 * 屋内運動場の面積を含む
	・ 上記以外の学校	階数 3 以上かつ 1,000㎡以上	
・ 体育館（一般公共の用に供されるもの）		階数 1 以上かつ 1,000㎡以上	2,000㎡以上
・ 老人ホーム、老人短期入所施設、身体障害者福祉ホームその他これらに類するもの ・ 老人福祉センター、児童厚生施設、身体障害者福祉センターその他これらに類するもの		階数 2 以上かつ 1,000㎡以上	2,000㎡以上
・ ボーリング場、スケート場、水泳場その他これらに類する運動施設 ・ 病院、診療所 ・ 劇場、観覧場、映画館、演芸場 ・ 集会場、公会堂 ・ 展示場 ・ 百貨店、マーケットその他の物品販売業を営む店舗 ・ ホテル、旅館 ・ 博物館、美術館、図書館 ・ 遊技場 ・ 公衆浴場 ・ 飲食店、キャバレー、料理店、ナイトクラブ、ダンスホールその他これらに類するもの ・ 理髪店、質屋、貸衣装屋、銀行その他これらに類するサービス業を営む店舗 ・ 車両の停車場又は船舶若しくは航空機の発着場を構成する建築物で旅客の乗降又は待合の用に供するもの ・ 自動車庫庫その他の自動車又は自転車の停留又は駐車のための施設 ・ 郵便局、保健所、税務署その他これに類する公益上必要な建築物		階数 3 以上かつ 1,000㎡以上	2,000㎡以上
・ 卸売市場 ・ 賃貸住宅（共同住宅に限る。）寄宿舎、下宿 ・ 事務所 ・ 工場（危険物の貯蔵場又は処理場の用途に供する建築物を除く。）		階数 3 以上かつ 1,000㎡以上	
・ 幼稚園、保育所		階数 2 以上かつ 500㎡以上	750㎡以上
・ 危険物の貯蔵場又は処理場の用途に供する建築物		政令で定める数量以上の危険物を貯蔵、処理する全ての建築物	500㎡以上
・ 地震によって倒壊した場合においてその敷地に接する道路の通行を妨げ、多数の者の円滑な避難を困難とするおそれがあり、その敷地が都道府県耐震改修促進計画に記載された道路に接する建築物		全ての建築物	

（指示の対象外は斜線で示す）

その後、東海・東南海・南海地震、宮城県沖地震、首都圏直下型地震等の発生の逼迫性が指摘され、建築物の地震対策が緊急の課題とされている折、平成 18 年（2006 年）1 月に改正された。

改正概要

1 国民の努力義務

国民は、建築物の地震に対する安全性を確保するとともに、その向上を図るように努める。

2 耐震診断・耐震改修を推進するための国の基本方針・地方公共団体の計画の作成

3 建築物に対する指導等の強化

1. 地震によって倒壊した場合に道路を閉塞させる住宅等に指導・助言を実施
2. 地方公共団体の指示に従わない特定建築物を公表
3. 倒壊の危険性の高い特定建築物については建築基準法により改修を命令

参考文献 1) 建築業協会 耐震改修による安全・安心な街づくり
2) 建築物の耐震改修の促進に関する法律（国土交通省）

2 耐震診断とは

耐震診断は、昭和 56 年改正の建築基準法以前に設計された既存不適格建築物について、「予備調査」、「建物劣化調査」を実施した上で耐震性能を評価し、現行の耐震設計基準と同程度の耐震性能を有しているのかを確認するために実施する。

1. 耐震診断のフロー

耐震診断から耐震改修までのフローを図 1-2-1 に示す。

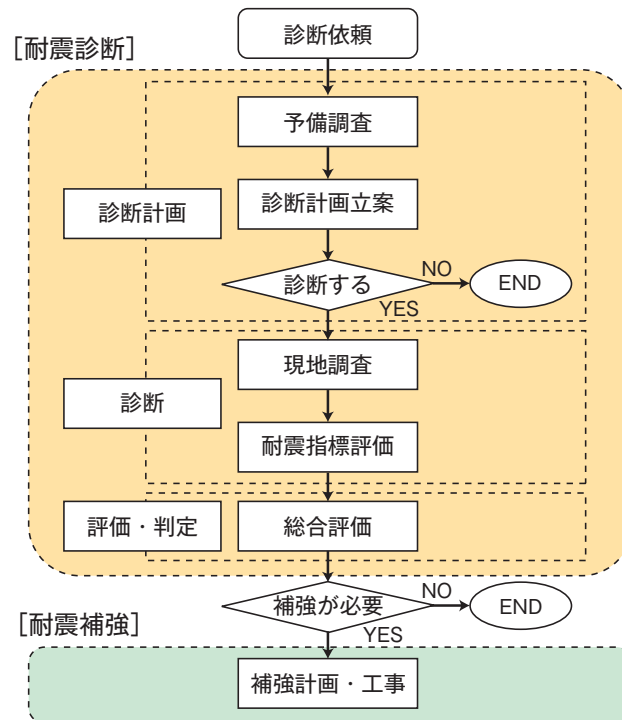


図 1-2-1 耐震診断・耐震改修のフロー 1)

耐震診断は、予備調査および建物劣化調査を行い、建物が保有する耐震性能を評価し、現行の耐震基準と比較して判定を行う。以下に概要を示す。

1 「予備調査」：耐震診断をする建物の基礎資料を得ることを目的として行う。

- ① 建物概要（用途、設計者・施工者、竣工年、延床面積、建築面積、階数、構造種別）
- ② 関係書類（確認申請書類、検査済証、設計図書、地盤調査報告書）
- ③ 使用履歴（増改築、改修、被災、用途変更）

2 「現地調査」

- ① 外観調査：ひび割れ、不同沈下
- ② 材料調査：コンクリート圧縮強度・中性化調査
- ③ 図面照合：増改築による壁や開口部等の変更
- ④ はつり調査：構造設計図がない場合に、柱、梁、壁等の鉄筋径・本数、鉄骨のサイズ等を調査

3 「耐震診断」

予備調査および建物劣化調査の結果を踏まえて、建物が保有する耐震性能を評価し、現行の耐震基準と比較して判定を行う。

2. 耐震診断の基準・指針等

耐震診断には、以下の基準や指針等が使用されている。

1 鉄筋コンクリート造・鉄骨鉄筋コンクリート造

- ①「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」日本建築防災協会
「既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」日本建築防災協会
- ②「官庁施設の総合耐震診断・改修基準・同解説」建築保全センター
- ③「特定建築物の耐震診断の指針」国土交通省告示

2 鉄骨造

- ①「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震基準・同解説」日本建築防災協会
- ②「既存鉄骨造体育館等の耐震改修の手引きと事例」日本建築防災協会、建築研究振興協会
- ③「官庁施設の総合耐震診断・改修基準・同解説」建築保全センター
- ④「特定建築物の耐震診断の指針」国土交通省告示

3 木造

- ①「木造住宅の耐震診断と補強方法」日本建築防災協会
- ②「特定建築物の耐震診断の指針」国土交通省告示

3. 耐震診断の技術者

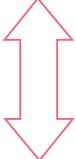
耐震診断は、建物規模等から構造設計のできる一級建築士事務所等で耐震診断の手法に精通している専門家に委託する。

4. 耐震診断の種類

1 耐震診断の種類と特徴

耐震診断には第1次診断法から第3次診断法まであり、診断次数が高くなるほど結果の信頼性が高まる。

表 1-2-1 耐震診断の種類と特徴

診断次数	期間	診断費用	特 徴
第1次診断法	短期間 	安い 	柱、壁の強度を断面積から算定する簡略的な計算手法である（鉄筋、鉄骨は考慮しない）。壁の多い建物や低層建物を短期間で診断する場合に適する。
第2次診断法			梁は壊れないことを前提に柱、壁の強度を鉄筋、鉄骨を考慮して算定するので、第1次診断法よりは詳細な計算手法である。壁の少ない建物や中層建物を詳細に診断する場合に適する。
第3次診断法	長期間	高い	柱、壁、梁を含めた建物全体で評価し、第2次診断法よりは詳細な計算手法である。

どの診断法を適用するかは診断法の特徴などを考慮し、建物所有者と協議の上で適宜判断する。

2 耐震指標評価（構造耐震指標 Is 値）²⁾

建物の耐震性能を示す代表的な指標として「構造耐震指標 Is 値」がある。

Is 値は、建物の強度と靱性（変形性能）から建物が保有する基本的な耐震性能を評価する「保有性能基本指標 Eo」に、建物形状の複雑さや剛性バランス等を評価する「形状指標 SD」と建物の経年劣化の度合いによる「経年指標 T」の2つの補正係数を乗じて算定する。

Is 値は、建物の強度と靱性が大きいほど建物の耐震性能は高いと評価される。

$$Is = Eo \times SD \times T$$

ここで、各指標は以下の通りである。

Eo：保有性能基本指標

建物が保有する耐震性能を評価する指標で、建物の地震に対する強度を示す指標 C と変形性能（靱性）を表す指標 F の積

SD：形状指標

建物の平面形、立面形、剛性分布など建物形状が耐震性に与える影響を評価する指標

T：経年指標

建物が年月を経たことによる劣化や老朽化が耐震性に与える影響を評価する指標

5. 総合評価（構造耐震判定指標 Iso 値）²⁾

建物の耐震性能の判定には「構造耐震判定指標 Iso 値」を用いる。

「構造耐震指標 Is 値」が「構造耐震判定指標 Iso 値」より大きい場合は、昭和 56 年改正の現行の建築基準法により設計される建物とほぼ同程度の耐震性能を保有すると判断²⁾される。

$$Is \text{ 値} \geq Iso$$

1 構造耐震判定指標 Iso 値の算定法

$$Iso = Es \times Z \times G \times U$$

ここで、各指標は以下の通りである。

Es：耐震判定基本指標（第 1 次診断＝0.8、第 2、3 次診断＝0.6）

Z：地域係数（その地域の地震活動度や想定する地震動の強さによる補正係数）

G：地盤係数（地形効果などによる補正係数）

U：用途係数（建物の重要度や用途による補正係数で 1.0、1.25、1.5 で割増し³⁾する）

2 構造耐震判定指標 Iso 値の設定

Iso 値は診断次数で異なっており、一般的には $Z = G = U = 1.0$ の場合には以下の値を採用する。

表 1-2-2 構造耐震判定指標 Iso 値一覧表

診断次数	Iso 値
第 1 次診断法	0.8
第 2、3 次診断法	0.6

Iso 値は建物用途（学校・官庁施設等）によっては用途係数で割増しする場合があるので、建物所有者と協議の上で設定する。

表 1-2-3 構造耐震判定指標 Iso 値と用途係数の関係

対象建物	Iso 値	備考
一般	0.6	
学校	0.7	公立学校施設 ⁴⁾
官庁	0.6（Ⅰ類）、0.75（Ⅱ類）、0.9（Ⅲ類）	重要度に応じて 1.0（Ⅰ類）、1.25（Ⅱ類）、1.5（Ⅲ類）で割増し ³⁾

3 総合評価

Is 値 = 0.6（第2次診断法）を満足する建物は、昭和56年改正の現行の建築基準法により設計される建物とほぼ同程度の耐震性能を保有すると判断²⁾される。

昭和56年改正の現行の建築基準法については、最低限確保すべき耐震性のレベルが示されており、耐用年数中に数度は遭遇する可能性のある震度5程度の地震に対しては建築物の機能が保持でき、耐用年数中に一度遭遇する可能性のある震度6から7程度の大地震に対しては建築物の架構に部分的な損傷が生じるものの最終的に崩壊からの人命の保護を図ることを目標として設計するように規定⁵⁾されている。

4 Is 値と地震被害の関係²⁾

図1-2-2は、十勝沖地震、宮城県沖地震、千葉県東方沖地震を対象とした被害・無被害建物の第2次診断法の結果を1棟につき横軸に東西（桁行）方向、縦軸に南北（梁間）方向のIs 値を示すようにプロットしたものである。図より、第2次診断法のIs 値と地震被害程度には相関関係が認められ、被害・無被害の境界は概ね0.6である。また、Is 値が0.4以下であると大きな被害を受ける可能性があることが分かる。

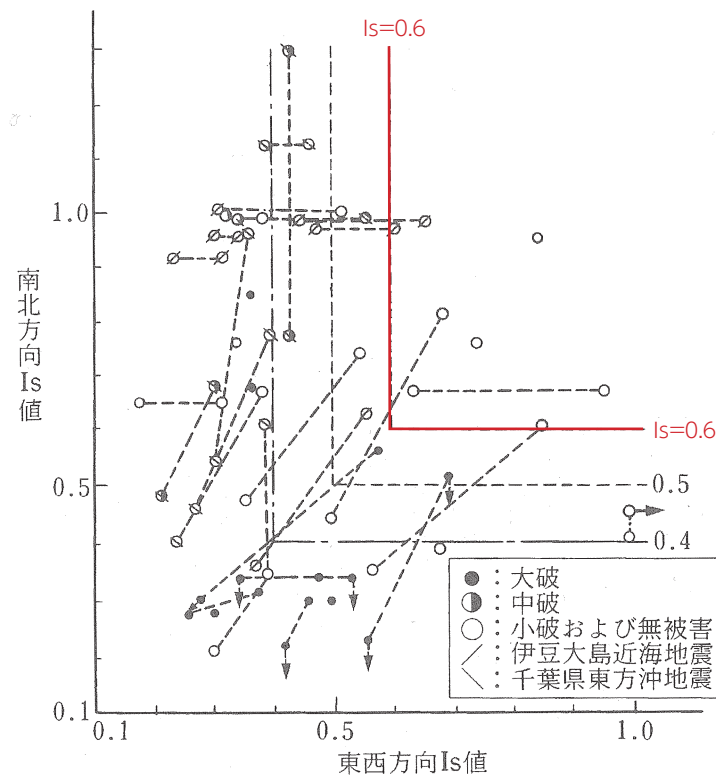


図 1-2-2 第2次診断用 Is 値と震害²⁾

参考文献 1) 建築業協会 耐震改修による安全・安心な街づくり

2) 日本建築防災協会 2001年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説（国土交通省監修）

3) 建築保全センター 官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説平成8年版（建設大臣官房官庁営繕部監修）

4) 公立学校施設に関わる大規模地震対策関係法令および地震防災対策関係法令の運用細則（文部科学省）

5) 日本建築センター 建築物の構造規定 1997年版（建設省監修）

3 耐震改修の考え方

1. 耐震改修工法の考え方

耐震改修計画では、建物の構造特性・耐震性能からの視点だけでなく、改修後の美観や使い勝手、施工性、工期・コストなどを考慮して工法を選定することが重要である。耐震改修は、表 1-3-1、図 1-3-1 ～ 3 のように「耐震」、
「制震（振）」、「免震」に分類される。

表 1-3-1 耐震改修工法の概要

	概 要
耐震	耐震壁やブレースなどの配置や柱の補強により、建物が揺れても強さまたは粘りで耐える補強方法。
制震	地震による揺れを建物に組み込んだダンパーなどの制震装置で抑制する補強方法。
免震	積層ゴムなどの免震装置で地震力になるべく受けない（免れる）ようにする補強方法。

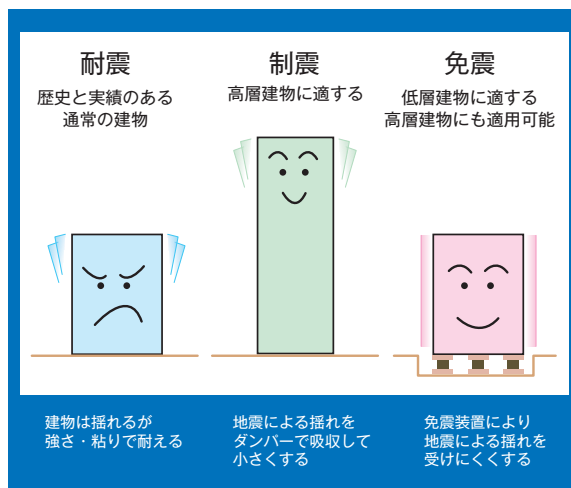
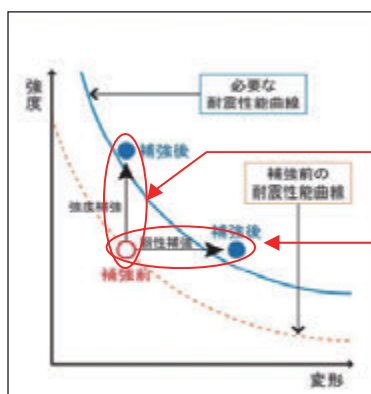


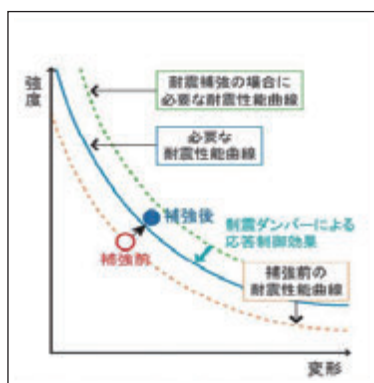
図 1-3-1 耐震改修工法のイメージ



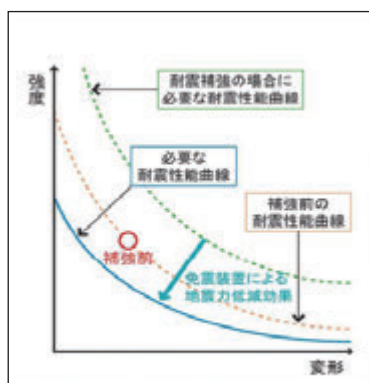
（耐震補強の考え方）

RC 壁増設により強度を向上させる補強

柱補強により靱性を向上させる補強



（制震補強の考え方）



（免震補強の考え方）

図 1-3-2 耐震改修工法の強度と変形の関係 1)

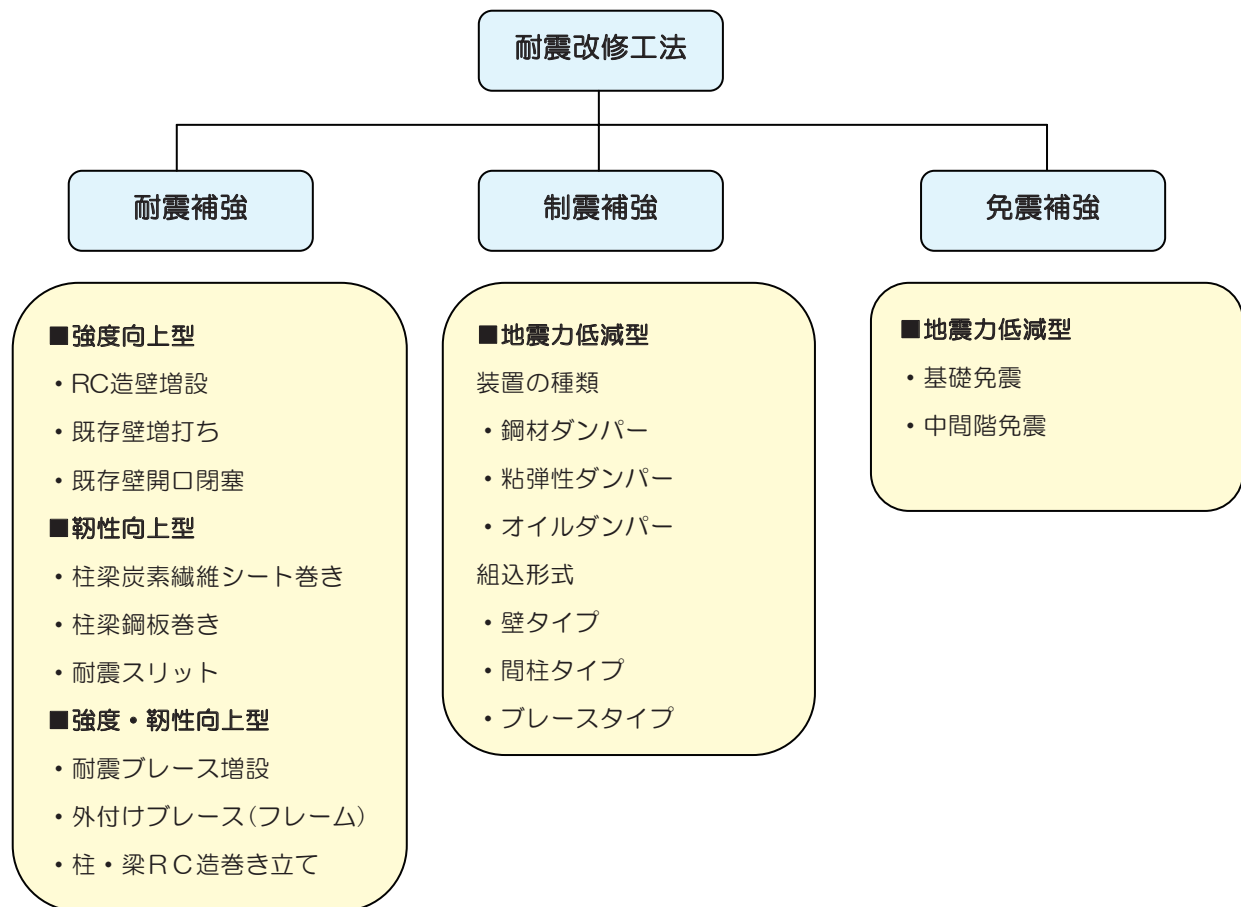


図 1-3-3 耐震改修工法の種類

2. 耐震改修工法選定のための比較検討

耐震改修工法選定に当たり、種々の観点から各工法の実性について比較検討する必要がある。

表 1-3-2 耐震改修工法の選定要件

項目	耐震補強	制震補強	免震補強
人命の保護	○	○	◎
構造体の損傷	△	○	◎
機能維持、財産の保護	△	○	◎
工事期間中の建物使用	△	○	◎
工期（設計期間含む）	◎	○	△
コスト	◎	○	△
地震応答解析の必要性	不要	要	要

4 耐震補強の工法と特徴

1. 耐震補強—強度向上型

RC 造壁増設

工法概要

- ◎柱梁フレーム内に、RC 壁を新設する。
- ◎ RC 壁は、あと施工アンカーにより周辺の柱、梁と一体化させる。

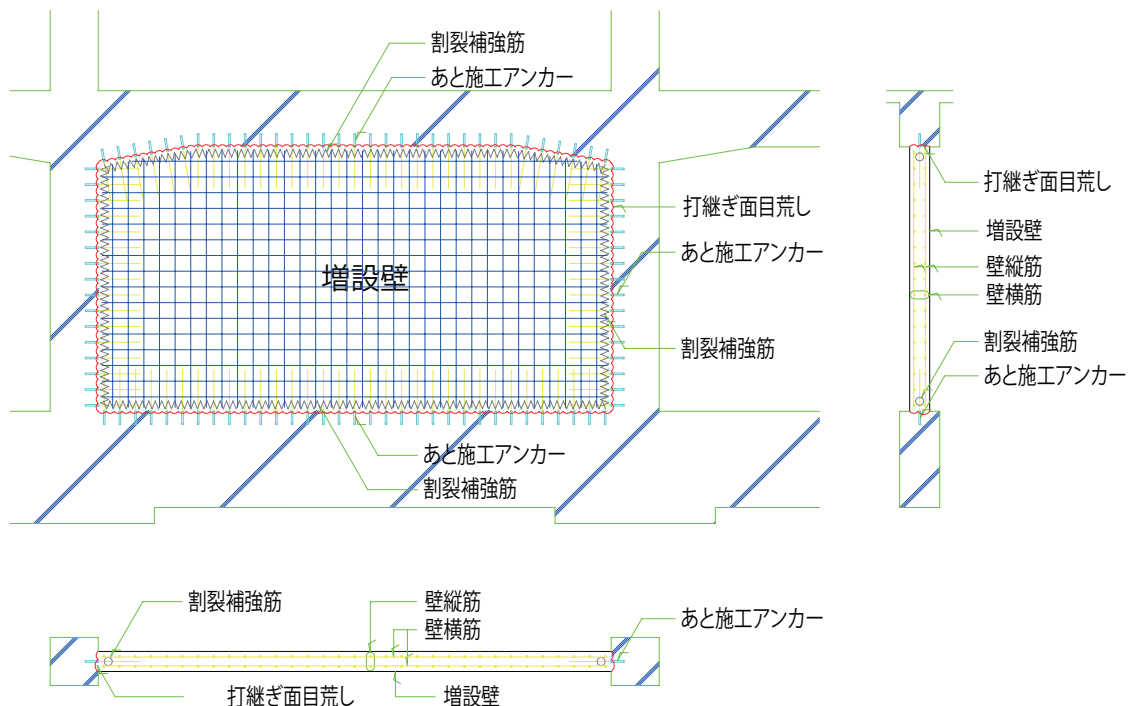


図 1-4-1 補強詳細図

目的	耐力の向上、剛性バランスの改善	
構造計画	利点	強度向上型の他工法と比較して大きな耐力が取れることから、補強効果は非常に高い。
	問題点	重量が増えるため、杭（基礎）の支持力に余裕があることが前提となる。
建築計画	問題点	設置可能な開口面積に制限があり、採光が必要な場所には適さない。 レイアウト変更が必要になる場合があり、使い勝手が悪くなることがある。
施工計画	問題点	躯体面の目荒しやあと施工アンカー打設の際に、騒音、振動、粉塵が発生する。現場打ちのため、工期が比較的にかかる。

工法概要

- ◎既存壁に、RC 壁を増打ちする。
- ◎増打ち部分は壁筋を配し、あと施工アンカーにより周辺の柱、梁と一体化させる。

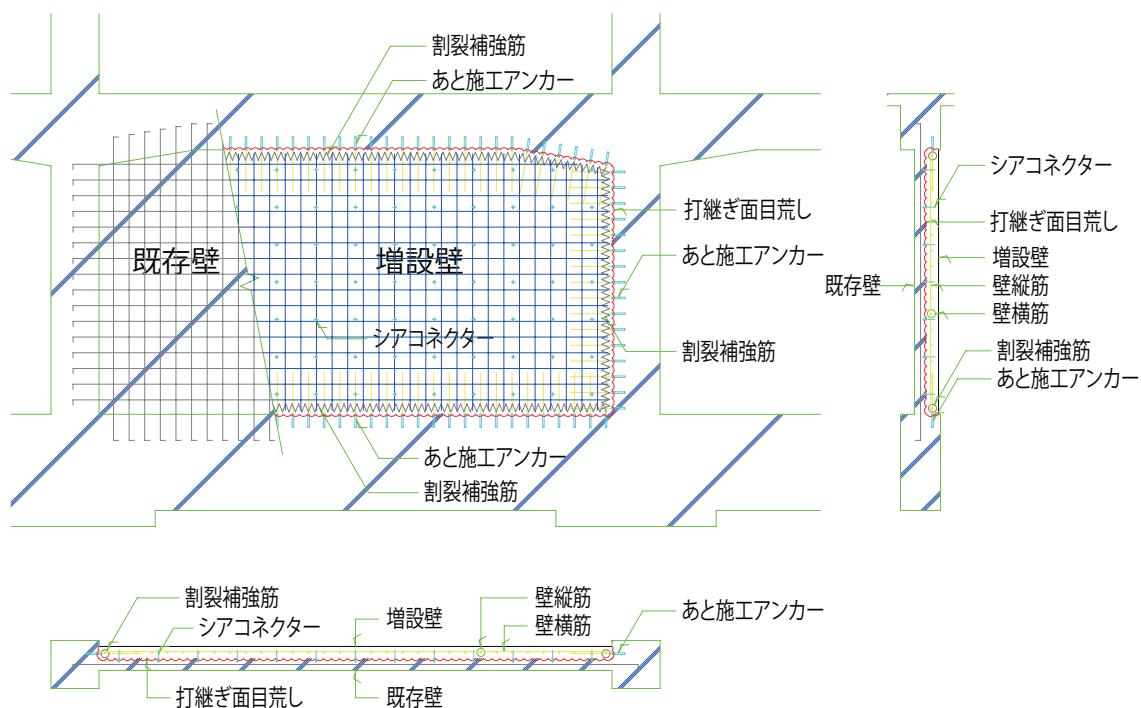


図 1-4-2 補強詳細図

目的	耐力の向上	
構造計画	利点	比較的大きな耐力が取れることから、補強効果は高い。
	問題点	重量が増えるため、杭（基礎）の支持力に余裕があることが前提となる。
建築計画	利点	レイアウト変更への影響は少ない。
	問題点	使い勝手に影響があり、スペースが多少狭くなる。
施工計画	利点	型枠は片面だけでよい。
	問題点	躯体面の目荒しやあと施工アンカー打設の際に、騒音、振動、粉塵が発生する。 設備機器やダクト、配管、配線がある場合は、盛替えが必要となる。

既存壁開口閉塞

工法概要

- ◎既存壁の開口を RC 造で塞ぐ。
- ◎閉塞部分には壁筋を配筋し、はつり出した既存鉄筋とフレア溶接で接合させる。

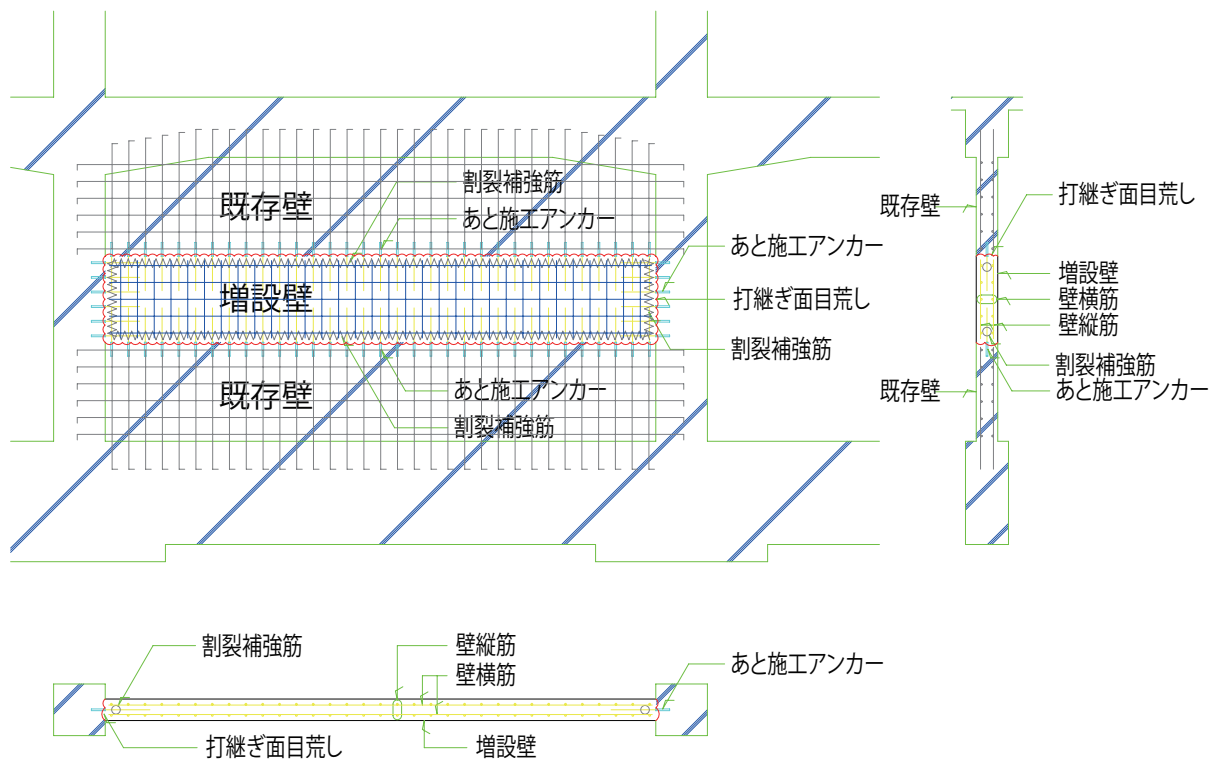


図 1-4-3 補強詳細図

目的	耐力の向上	
構造計画	利点	大きな耐力が取れることから、補強効果は高い。
	問題点	スペースは変わらない。
建築計画	問題点	採光が必要な場所には適さない。
施工計画	利点	開口位置によっては、梁底からのコンクリート打設が容易な場合がある。
	問題点	開口部周辺をはつることから、騒音、振動、粉塵が発生する。 現場溶接が必要なため、火気使用に注意する。

2. 耐震補強－靱性向上型

柱梁炭素繊維シート巻き

工法概要

◎柱または梁に、炭素繊維シートを巻く。

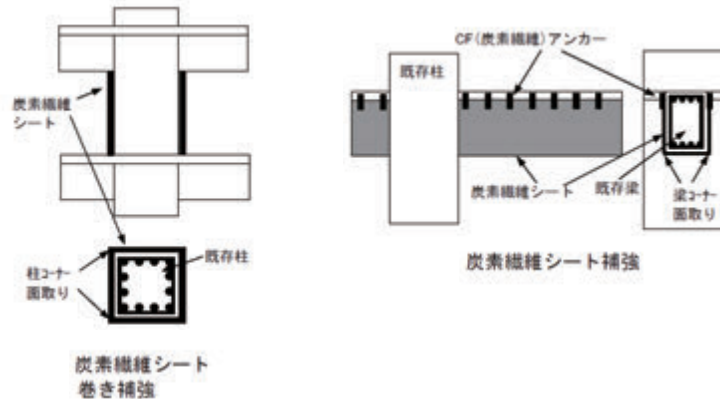


図 1-4-4 補強詳細図 2)

目的	靱性の向上（変形性能の改善）	
構造計画	利点	軽量の素材の割に補強効果が高い。
建築計画	利点	レイアウト変更への影響が少ない。
	問題点	仕上げにより柱断面が多少大きくなり、使い勝手に多少支障が生じる。
施工計画	利点	軽量で狭い場所でも工事が可能となるなど、作業性に優れている。
	問題点	柱コーナー一部で繊維の破断を防止するために面取りを行う作業が必要になり、騒音、振動、粉塵が発生する。

柱梁鋼板補強

工法概要

◎柱または梁に鋼板を巻き立て、鋼板と既存躯体の隙間に無収縮モルタルを充填させる。

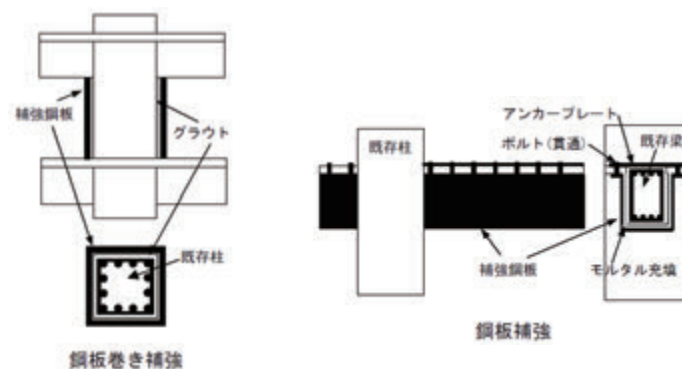


図 1-4-5 補強詳細図 2)

目的	靱性の向上（変形性能の改善）	
構造計画	利点	炭素繊維シートと比較して、補強効果が高い。
建築計画	問題点	仕上げにより柱断面が大きくなり、使い勝手に多少支障が生じる場合がある。
施工計画	問題点	鋼板の接合に現場溶接が必要になるため、火気使用に注意する。

耐震スリット

工法概要

◎腰壁や袖壁や垂れ壁などの非構造壁があることで柱に大きな損傷を受ける可能性がある場合は、柱と非構造壁との間にスリット（隙間）を設けて絶縁することで、柱の脆性破壊を防ぐ。

◎下図にあるように完全スリットが原則であるが、壁の一部を残しても柱への影響が小さいと判断される場合には部分スリットの採用も認められている¹⁾。

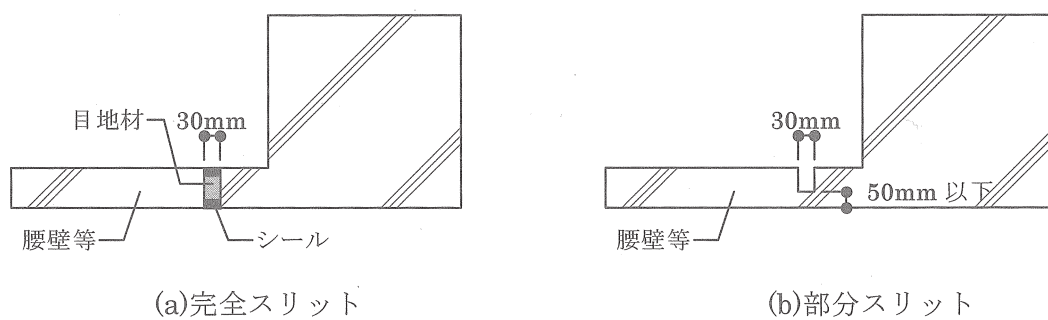


図 1-4-6 補強詳細図 1)

目的	靱性の向上（変形性能の改善）	
構造計画	利点	非構造壁と柱を絶縁することで、柱の脆性破壊を防止する。
	問題点	壁を切断することによる耐力低下に注意が必要となる。
建築計画	問題点	外壁に設置する場合に、漏水対策を入念に行う必要がある。
施工計画	問題点	壁を切断する際に、騒音、振動、粉塵が発生する。

3. 耐震補強—強度・靱性向上型

耐震ブレース増設

工法概要

◎柱梁フレーム内に、枠付き鉄骨ブレースを設ける。

◎鉄骨枠は、あと施工アンカーと無収縮モルタルにより周辺の柱、梁と一体化させる。

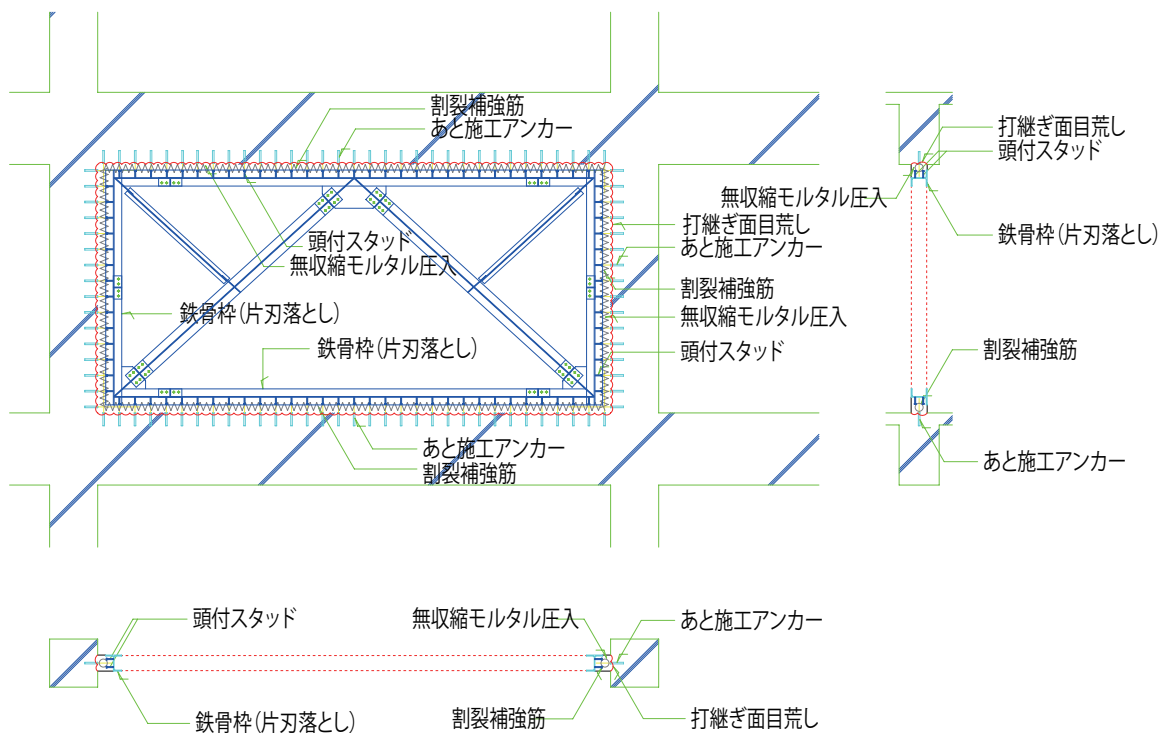


図 1-4-7 補強詳細図

目的		耐力と靱性の向上
構造計画	利点	比較的大きな耐力が取れて靱性も向上することから、補強効果が高い。 RC壁補強より軽量であるため、基礎への影響は少ない。 RC壁補強と比較して採光を確保しやすいことから、外周部の窓回りの設置に適している。
	問題点	レイアウト変更が必要になる場合があり、使い勝手が悪くなることがある。
建築計画	利点	グラウト工事はあるが、RC壁補強と比較してコンクリート工事がないので養生の範囲が少ない。
施工計画	問題点	躯体面の目荒しやあと施工アンカー打設の際に、騒音、振動、粉塵が発生する。

外付けブレース（フレーム）

工法概要

◎建築物の外周構面に、鉄骨ブレース（フレーム）を新設する。

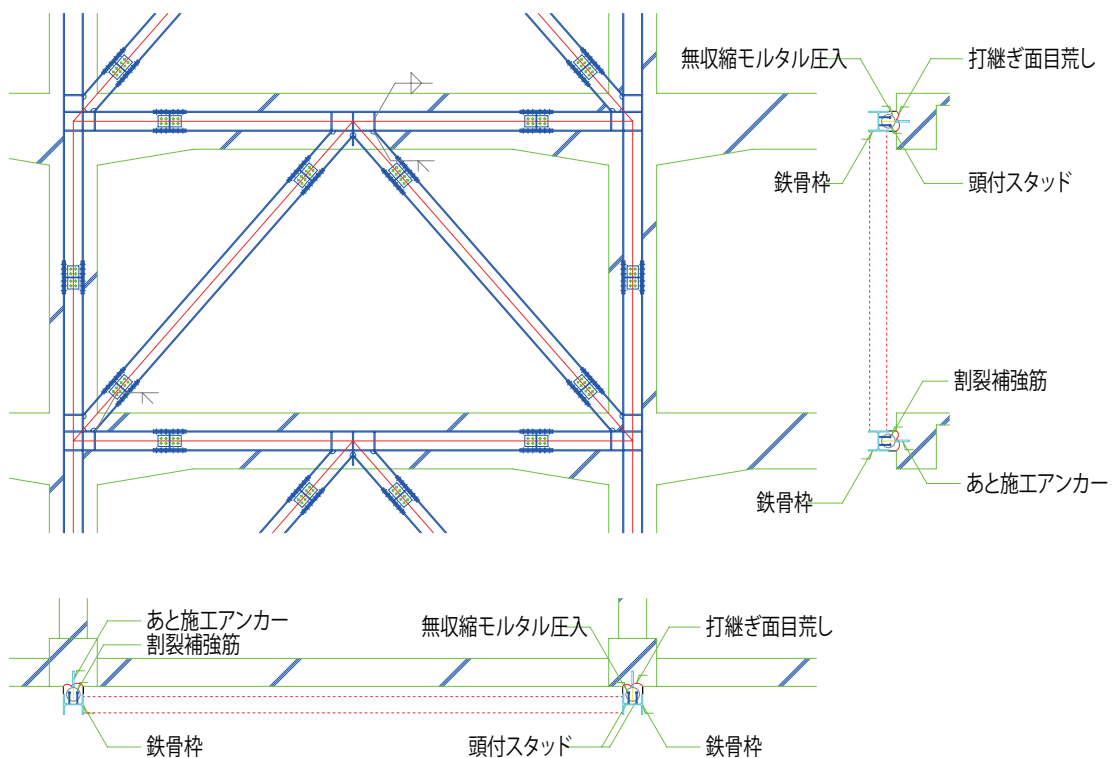


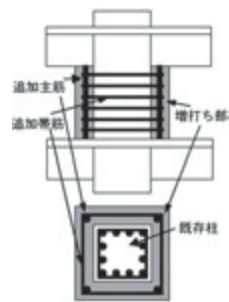
図 1-4-8 補強詳細図

目的	耐力と靱性の向上	
構造計画	利点	比較的大きな耐力が取れて靱性も向上することから、補強効果が高い。
	問題点	基礎梁および基礎の補強が必要で、場合によっては増し杭が必要となる。
建築計画	利点	建物内部の使い勝手は変わらない。
	問題点	外観が変わるため、意匠上の配慮が必要となる。
施工計画	利点	建物外部の工事となるため、建築物を使用しながらの施工が可能である。
	問題点	躯体面の目荒しやあと施工アンカー打設の際に、騒音、振動、粉塵が発生する。 建物周辺のインフラの盛替えが必要になり、大規模な工事になる。

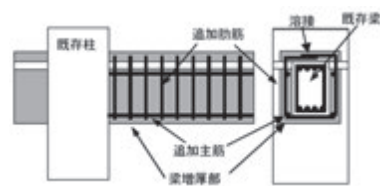
柱・梁 RC 造巻き立て

工法概要

◎柱または梁の周囲に、RC を増打ちする。



柱 RC 造巻き立て補強



梁 RC 造巻き立て補強

図 1-4-9 補強詳細図 2)

目的	耐力と靱性の向上（曲げ耐力の向上と変形性能の改善）	
構造計画	利点	柱、梁の補強の中では、補強効果が一番高い。
建築計画	問題点	柱、梁の断面が大きくなるため、使い勝手に支障が生じる場合がある。
施工計画	問題点	躯体面の目荒しの際に、騒音、振動、粉塵が発生する。

参考文献 1) 日本建築防災協会 2001 年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説（国土交通省監修）
2) 建築業協会 耐震改修による安全・安心な街づくり

5 制震補強の工法と特徴

制震補強は地震力低減型の補強であり、目的に応じて制震装置の種類で使い分けている。

制震補強

工法概要

- ◎柱梁フレーム内に、制震装置を設置する。
- ◎建物の構造種別、形状などに応じて、最適な制震装置を選定する。

制震装置の種類

◎鋼材ダンパー

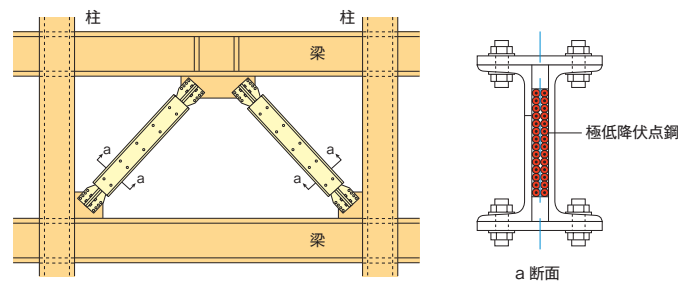
鋼や鉛などの金属材料を用いる。近年は、一般に使用されている建築用鋼材と比較して、低い応力レベルからエネルギーが吸収できる極低降伏点鋼が開発されている。

◎粘弾性ダンパー

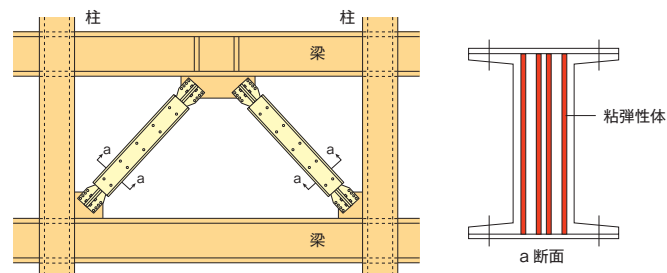
高分子系の粘弾性ゴムを鋼板の間にサンドイッチ状にはさんで、壁体の一部に組み込む。

◎オイルダンパー

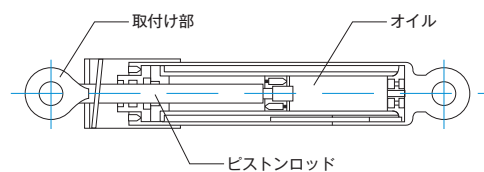
シリンダー内に満たされたオイル中のピストンが動く際に発生する抵抗力を、減衰力として働かせる。



鋼材ダンパー



粘弾性ダンパー



オイルダンパー

図 1-5-1 補強詳細図

制震装置の組込形式

- ◎壁タイプ
- ◎間柱タイプ
- ◎ブレースタイプ

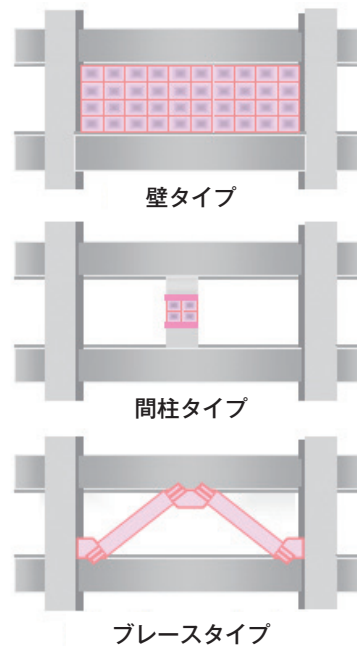


図 1-5-2 制震装置の組込形式 1)

目的		地震力の低減
構造計画	利点	制震装置により建物の強度を増し、なおかつ地震エネルギーを吸収できることから、従来の耐震補強に比べて補強の箇所数が少なく済む。 一般的に、鉄骨造や柱・梁のみの鉄筋コンクリート造のような剛性が低く変形しやすい建築物に適している。
	問題点	壁の多い鉄筋コンクリート造のように、剛性が大きく変形しにくい建築物では、制震効果の発揮は難しい。
建築計画	利点	機能性の維持、居住性の向上を図ることができる。
	問題点	設置場所によってはレイアウト変更が必要になる場合があり、使い勝手が悪くなることもある。

6 免震補強の工法と特徴

免震補強は地震力低減型の補強であり、目的に応じて免震装置の設置位置を使い分けている。

免震補強

工法概要

◎基礎免震

免震装置を建築物の基礎下に設ける。

◎中間階免震

免震装置を建築物の中間階に設ける。

→建築物周辺にドライエリアが設置できないなど、基礎部の工事に制約条件が多い場合に採用する。

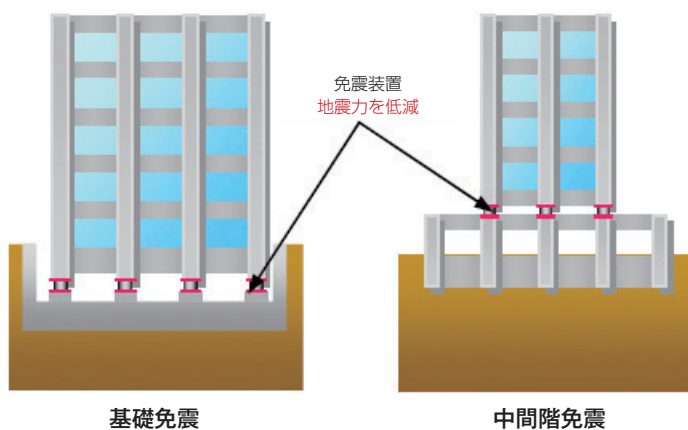


図 1-6-1 免震装置の種類 1)

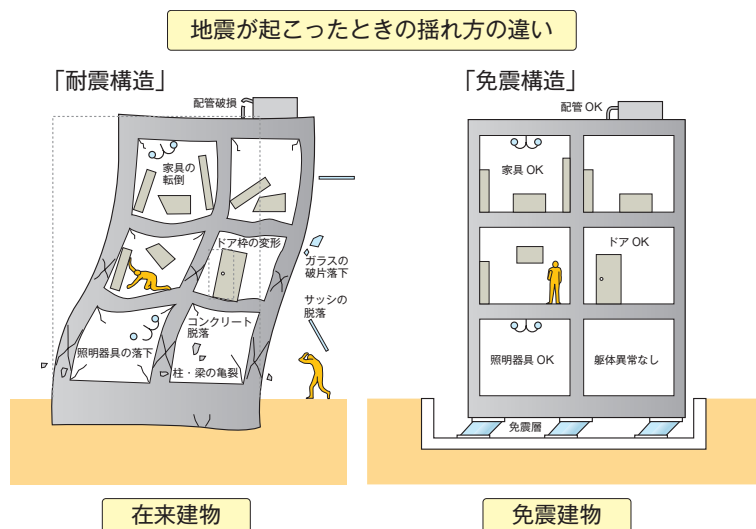


図 1-6-2 被害の比較

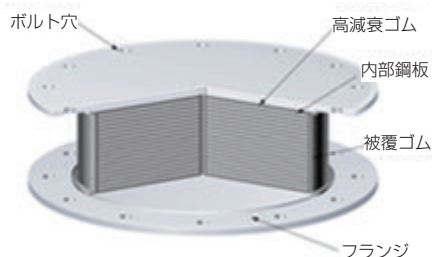
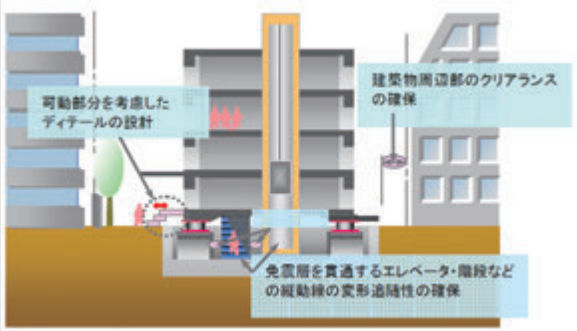


図 1-6-3 免震装置 (例)

目的		地震力の低減
①基礎免震		
構造計画	利点	免震層のみの補強のため、工事範囲が限定できる。 構造体の損傷低減、大地震後の電気、ガス、給排水等の設備機能維持、家具、調度品等の転倒低減等、非常に高い耐震安全性が確保できる。
	問題点	増し杭または基礎補強が必要となる。
建築計画	利点	建物内部の使い勝手は変わらない。 建物の外観、内装の保存が可能で歴史的建造物等の改修に最適であり、実績も多い。
	問題点	大地震時に大きな変形が生じることから、建築物周辺部にドライエリアの設置が必要となる。 免震装置周辺では地震時に大きな水平変形が生じることから、エレベーター、階段、設備配管等は変形に追従できるように計画する必要がある。 
施工計画	利点	建築物を使用しながらの施工が可能である。
	問題点	上部建物を支えながら同時に地下部分の掘削等を行っていくことから、施工上さまざまな制約を受け、非常に大規模な工事になり、入念な施工計画の立案が必要となる。
②中間階免震		
構造計画	利点	①の基礎免震と同じ。
	問題点	免震装置周辺の部材の補強が必要な場合がある。
建築計画	利点	建物の外観の保存が可能で、免震層以外の階の使い勝手は変わらない。
	問題点	中間階の免震層は、工事期間中は使用できなくなる。 エレベーター、階段、設備配管等の変形追従対策が必要となる。
施工計画	利点	建築物を使用しながらの施工が可能で、地下工事を伴わないことから、基礎免震と比較して工事範囲が限定される。
	問題点	上部建物を支えながら免震装置を設置することから、施工上さまざまな制約があり、入念な施工計画の立案が必要となる。

参考文献 1) 建築業協会 耐震改修による安全・安心な街づくり

1 着工までのプロセス

1. 現地事前調査で確認すべきチェック項目

建物を使用しながらの改修工事では、限られた工期内でトラブルなく改修工事を行うために、事前の調査による現状把握と施工計画の立案が大切である。調査内容は、耐震補強の内容および既存建物の構造・形状、建物用途によって相違はあるが、既存建物の運用および建物使用者の立場にたったリスクの抽出が重要である。

表 2-1-1 事前調査チェック項目一覧（参考）

	検討内容	確認項目	確認日	確認者	備考
内部	インフラの盛替え検討	インフラ経路の確認			
	工事範囲・作業時間・養生計画の検討	ビル・テナント間取りの確認			
		補強位置の現地確認			
		撤去対象物の把握			
		ビル・テナントの営業内容の把握			
		重要機能機器の有無の把握			
		空調システムの把握			
		天井裏の区画の確認			
		各種センサー・警報機の確認			
		既設埋設物の把握			
	騒音・振動の検討	作業影響範囲のテナントの確認			
	火気使用の検討	引火物の有無確認			
		空調ガリ等、吸込み口の把握			
	材料運搬の検討	感知器の養生と換気設備の把握			
		搬入ルート、通路幅の確認			
外部	その他	エレベーターの寸法・積載荷重の確認			
		床補強の必要性の確認			
		アスベスト含有建材の有無確認			
		工事用電気受電経路・容量の確認			
	外部作業の検討	外装材の仕様の確認			
		敷地境界線と外壁の位置関係			
		施工スペースの確認			
		架空線の確認			
		埋設物と引込み位置の確認			
	資材搬入の検討	周辺道路の道路幅・道路規制の確認			
		周辺道路の交通量の把握			
		揚重機の設置場所の確認			
		道路管理者（所有者）の確認			
その他	近隣関係	近隣の居住環境、自治会の確認			
	法令関係	各種届出の確認			

表 2-1-2 諸官公庁提出書類一覧表（例）

提出時期	提出書類名	提出先官公庁	提出者名	関連法規	備考
着工の7日前まで	建設リサイクル法による届出	都道府県または特定行政たる市町村	建築主または施工会社	建設リサイクル法	新増築（延床500㎡以上）解体（80㎡以上）、リフォーム等（1億円以上）
着工の21日前まで	省エネ法に関する届出	所管行政庁	建築主	省エネ法	延床面積が2,000㎡以上の新増築、改修等
占用開始1ヶ月前	道路占用許可申請	所轄工営所（国道以外の場合） 国交省国道事務所（国道の場合）	施工会社	道路法	
使用日の7日前	道路使用許可申請	所轄警察署	施工会社	道路交通法	
着手前	水道埋設管一時養生願	水道局所轄工事事務所	施工会社	—	防護が必要な場合
着手前	架空配線防護願	関西電力株式会社所轄営業所	施工会社	—	防護が必要な場合
作業着手7日前	特定建設作業実施届	区市町村長（公害担当課）	施工会社	騒音規制法 振動規制法	
遅滞なく	工事中の消防計画届	所轄消防署	施工会社	消防法 8、8の2	共用建物の解体
着工14日前	建設工事計画届（安衛法88条4項）	所轄労働基準監督署	施工会社	安衛法	
設置の30日前	機械等設置届（安衛法88条2項）：足場	所轄労働基準監督署	施工会社	安衛法	高さ10m以上かつ60日以上設置
作業開始14日前	特定粉じん排出等作業実施届	都道府県または環境局等	施工会社	大気汚染防止法	石綿排出等作業
作業開始14日前	石綿濃度測定計画届出書	大阪府知事または政令市長	施工会社	大阪府生活環境の保全等に関する条例	石綿排出等作業の場所1工区における除去面積50㎡以上の場合
作業開始14日前	石綿排出等作業実施届出書	大阪府知事または政令市長	施工会社	大阪府生活環境の保全等に関する条例	石綿含有成形成板1,000㎡以上の場合

2. 現地調査から工事着工までのフロー

建物を使用しながらの耐震改修工事においては、建物使用者の安全と使用に支障が生じないことが求められる。また、耐震補強工法によっては、騒音・振動、粉塵、火気ならびに水などを取り扱うリスクが生じ、建物利用条件に合わせた計画が求められる。

従って、事前調査においてより多くのリスクや問題点を抽出し、発注者、建物使用者に対して施工条件を早期に確認し、工事着手までに入念な工事計画立案と協議・承認作業が必要である。

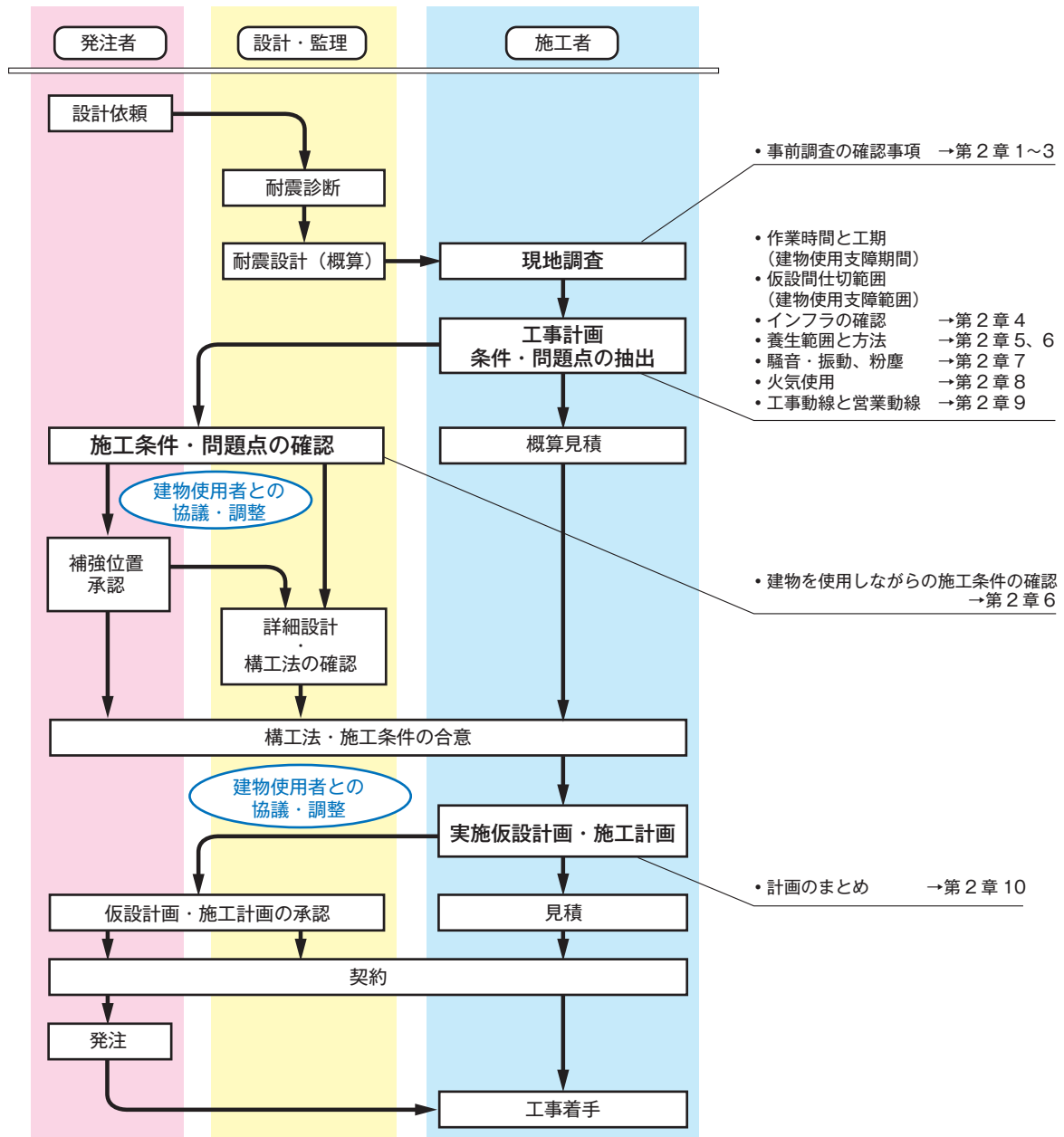


図 2-1-1 現地調査から着工までの業務フロー

2 現場と図面の整合確認

耐震改修工事は建物の躯体を直接補強するため、その建物の仕上げを撤去する必要がある。しかしながら、その工事はその建物を使用したまま行う場合が多い。その場合、工事の着工寸前まで建物所有者の都合上、内装を撤去できない場合が多く、工事開始後に設計図と現地の不整合が見つかった場合、工程に大きな影響を与えることがある。特に鉄骨やダンパーなど製作ものによる補強等を行う際は、内装撤去前に部材の製作にかかる場合が多いので、製作工程には特に注意する必要がある。

本節では、本工事着工前（内装撤去前）にやっておくべき事前確認事項を次に示す。

1. 工程の作成

まずは工程表を作成する。実際の着工から竣工までの工事期間でなく、工事の発注から引渡しまでの期間について、製作もの（鉄骨など）の製作期間、作図承認期間を工程表に盛り込み、実測の必要な時期を見極める。その際、改修工事では図面と現場は必ずしも一致しない場合が多いので、必ず実測後に設計との協議期間を設けることを考慮しておく。

また建物を使用しながらの施工を行う場合は、建物の休みの日など使用状況も記載し現地調査の日程等を調整する。

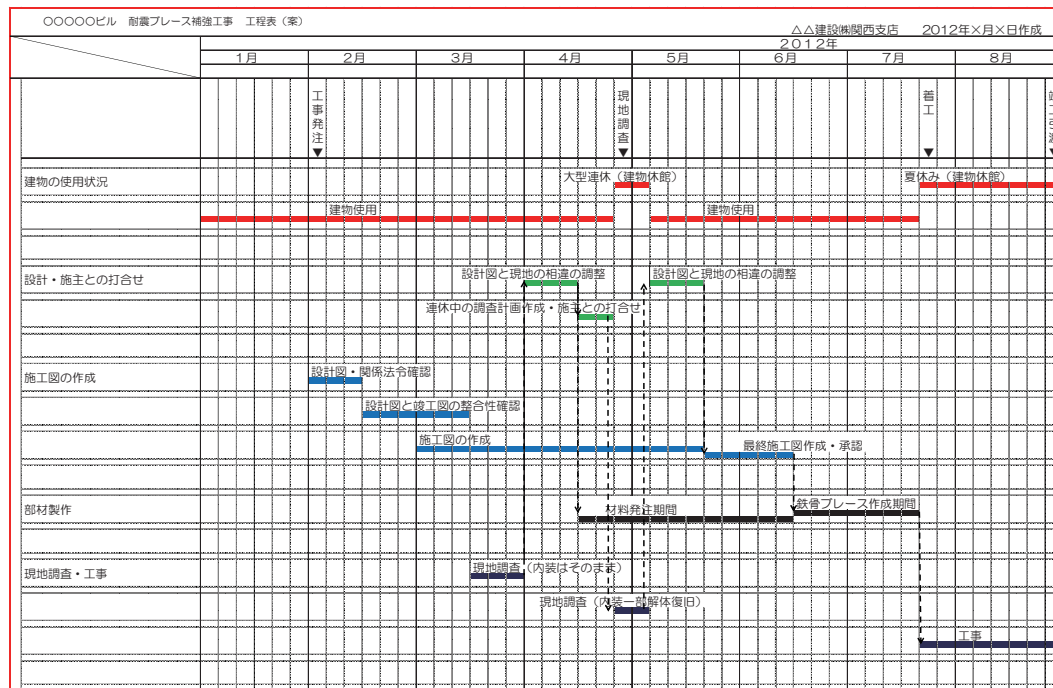


図 2-2-1 耐震ブレース補強工事工程表（例）

2. 図面の確認

竣工図（設計図、施工図等）と改修用の設計図の整合性の確認を行う。特に躯体図や設備の配管、配線図をよく見て不整合がないか確認し、まずは竣工時の躯体図等をもとに施工図を作成しておくことが重要である。

なお、改修工事の施工図についても次回の改修工事の際に必要なとなるので、本工事で設備の盛替え等が必要になった場合は施工図として残す必要がある。

- 意匠図…内外装改修時の施工図化の重要な情報であり、内外装復旧工事において漏水防止や機能障害などの不具合を防止するための重要な情報となる。
- 構造図…改修設計図と現場が不整合であると、設計の見直しが必要となる場合がある。また施工図を作成するための基本情報となる。
- 電気・設備図…インフラの盛替えや工事中的インフラ事故の防止に不可欠である。

3. 現地の確認（躯体）

実際に現地で躯体を確認する。柱型や、梁型がわかる場合は実測し、先に作成した施工図に反映し、精度を上げていく。現地確認の際は、天井の点検口やPS等の中は必ず確認し、できる限り多くの情報を集めることが重要である。

- 確認を怠ると躯体のふかし部分やスラブ段差などが耐震部材と干渉し、施工ができない場合があるので注意する。
- 躯体そのものに大きな欠損やアルカリ骨材反応があると、設計者と協議する必要がある。
- 実際の施工場所の確認だけでなく、鉄骨部材やコンクリート等の搬入ルートについても確認する必要がある。鉄骨等については、窓からクレーンで搬入できるか、エレベーターで搬入できるか、コンクリートについては、ポンプ配管をすることができるかなど、施工時の問題がないか確認しておく。

4. 現地の確認（設備）

設備図は配管、配線が輻輳^{ふくそう}している場合が多いので天井点検口等で内部をできる限り確認し、図面と不整合がないか確認する。また施工するにあたって盛り替える必要のある設備がないか事前に検討しておくことが必要である。

- 躯体にアンカーを打設する場合や、スリットを追加する場合などでは必ず電気の配管等が打ち込まれていないか確認する必要がある。特に図面に記載がなくても、近くにコンセントやボックスがある場合は、必ずレントゲンやレーダーで確認する。
- 既存の配管やダクトについては取付位置に干渉するかどうかだけでなく、施工の際に支障にならないかよく確認する。
- 問題が生じた場合は、インフラの盛替え方法とその工程まで確認しておく必要がある。

5. 建物管理者の意見を聞く

建物管理者（メンテナンス会社の担当者）等に確認することが有効である。特に設備については、メンテナンス会社の担当者の方が内容をよく把握されている場合が多いので工事範囲を説明し、問題がないか確認することが必要である。

6. 内装に隠れて見えないときは…

1～5までに調べるべき事項を述べたが、天井や壁あるいはOAフロアなど躯体の上に施工されている内装を撤去する前に、すべてを確認することは難しい場合が多い。そのような場合は発注者と打合せを行い、主な部分については以下のような方法を用いて確認を行うのが有効である。

- 天井や壁の確認したい部分の近くに点検口を追加し、内部を確認する。
- 土・日や夜間、連休中に確認したい部分の一部の内装を解体し、内部を確認後すぐに復旧する。
- いずれの場合も、本工事の際に内装解体する範囲に設置するのが理想的である。

7. まとめ

- 1 できるだけ多くの図面を集めて確認する。
- 2 現地をできるだけ多く確認する。場合によっては一部内装を解体してでも確認する。
- 3 建物管理者（メンテナンス会社等）に工事の内容を説明し、問題点を確認する。
- 4 以上で得た情報を早い段階で図面化し、施工図に反映する。
- 5 実測の結果、問題が発生した場合はそれぞれが工程、品質、安全、コストのすべての要素に影響する。設計図書との相違が見つかった場合には、速やかに発注者、設計者と工程、コスト等の協議を行うことが必要である。

3 躯体・設備の非破壊調査

耐震補強の工事において、アンカーボルトの設置位置、深さを決定する際に、既存コンクリート中の鉄筋や配管等の埋設物の存在を確実に把握することは重要である。これらの情報は設計図により知ることができるが、実際に設計図通りになっているかどうかは、実構造物の調査により検証する必要がある。コンクリート中の鉄筋の位置、本数、かぶり厚さを知るためには、構造体の一部をはつり取り実測するのが最も正確であるが、構造体を傷つけることになるため、多くの場所で実施することはできない。そのため、構造体を傷つけずに調査することのできる、非破壊調査法が一般的に用いられる。以下に、非破壊調査法の種類、各方法の特徴と長所・短所について示す。

1. 躯体の非破壊調査法の種類

躯体の非破壊調査法には、磁界中の磁性体の状態により磁場が変化する現象を利用した電磁波反射法と、金属材料の電磁誘導を利用した電磁誘導法、X線を利用して鉄筋、埋設管の探索を行うレントゲン調査法が存在する。それぞれの方法には長所・短所が存在するため、調査箇所の状況や調査対象の鉄筋の径、かぶり厚、ピッチの細かさ等により、調査箇所に適した方法を選択する必要がある。

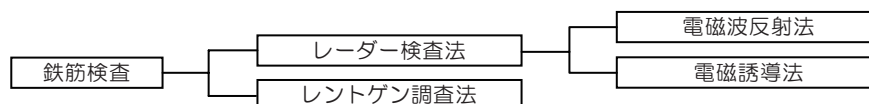


図 2-3-1 鉄筋の非破壊調査方法 1)

2. 各非破壊調査法の特徴

1 電磁波反射法（電磁波レーダー法）

電磁波を送信アンテナからコンクリートに向け放射すると、その電磁波は鉄筋や空洞等のコンクリートと、電気的性質の異なる物質との境界面で反射される。電磁波反射法では、送信から受信に至るまでの時間から対象物までの深度を、装置を移動させながら連続的に探査を行うことで対象物の平面的な位置を測定する。

電磁波反射法の長所と短所を以下に示す。

長所
・ コンクリート断面を連続的に表示できる。 ・ 取扱いが簡単で特別な資格が不要である。 ・ 結果がすぐ得られ、同一箇所に繰り返し適用が可能である。 ・ 金属体以外の対象物の探査が可能な場合もある。 ・ 作業環境の制限、人体への影響がない。
短所
・ 鉄筋が輻輳する場所では解析技量を要する。 ・ 減衰が大きく、深い位置の探査が困難である。 ・ 探査深度を大きくすると、分解能が低下する。 ・ 上下、左右とも鉄筋が多い場合、分解能が低下する。 ・ 最も浅い部分の鉄筋以外は、ほとんど探知できない。 ・ 推定深さの誤差が大きくなる場合がある。

測定可能かぶり厚：280mm程度まで
(使用する機器による)

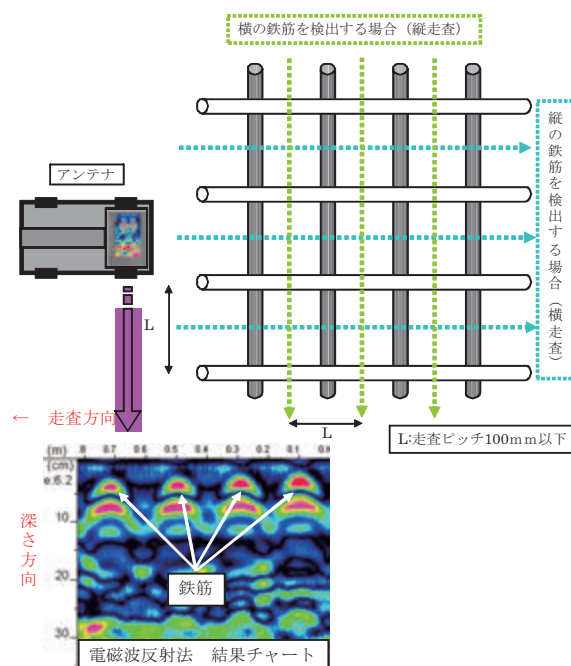


図 2-3-2 電磁波反射法 1)

2 電磁誘導法

試験機内の励磁コイルにより発生させた磁場を鉄筋等の導電体が通過すると、導電体の電磁誘導によりコイルの電圧が変化する。電磁誘導法では、この電圧の変化を計測することにより、対象物の深度、位置を測定する。

電磁誘導法の長所と短所を以下に示す。

長所
・測定法が非常に簡便で、装置が軽量である。 ・かぶり厚さの誤差が少ない。 ・かぶり厚さと鉄筋径の両方の推定が可能となる。 ・かぶりの小さい範囲では分解能、精度に優れる。
短所
・非導電体には適用できない。 ・かぶりの大きい範囲では感度が不十分となる。

測定可能かぶり厚：180mm程度まで

(使用する機器による)

3 レントゲン調査法

レントゲン調査法は、X線発生装置からX線を照射し、対象躯体の裏側に貼ったフィルムに躯体内部の様子を映し出す方法である。

レントゲン調査法の長所と短所を以下に示す。

長所
・金属体以外の埋設物も検出が可能である。 ・鉄筋径の推定が可能となる。 ・比較的深い深度まで識別が可能となる。
短所
・作業中半径 5m 以内を立入禁止にする必要がある。 ・X線作業主任者の有資格者が必要となる。 ・使用場所が、作業員が侵入可能な裏側に限られる。

測定可能かぶり厚：450mm程度まで

(使用する機器による)

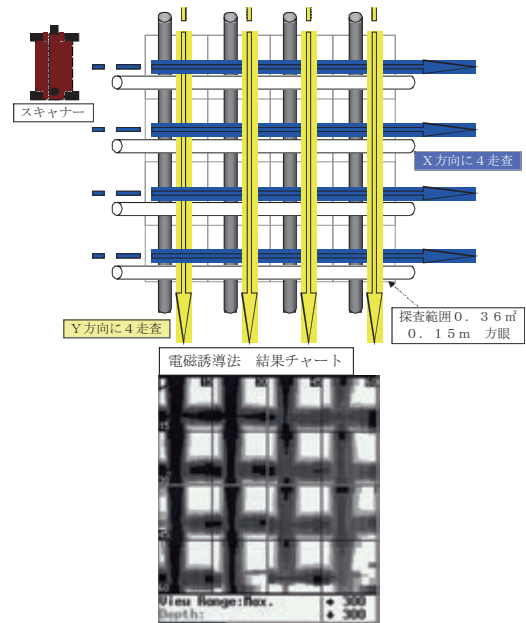


図 2-3-3 電磁誘導法 1)

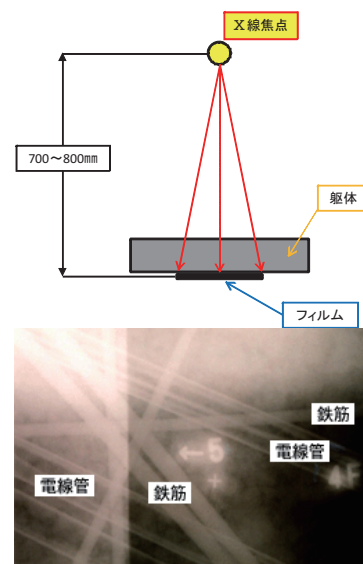


図 2-3-4 レントゲン調査法 1)

3. 最新の鉄筋探査技術

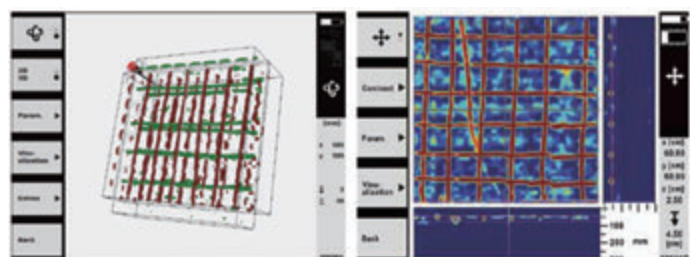
【マルチアンテナ電磁波レーダー方式による埋設物探査機】

※従来の探査機器との違い

- 1 反射波を3つのアンテナで受信することで、複層配筋の判別が容易になり、広範囲で精度の高いスキャンが可能になっている。
- 2 探査データの2Dまたは3D表示により、技術者の熟練度によらず埋設物の判別が可能になり、複数層の埋設物や斜め方向・奥行き方向の確認が可能になっている。



図 2-3-5 埋設物探査機 X-Scan PS 1000 2)



3D表示 平面・断面の同時表示

図 2-3-6 レーダー探査結果表示の例 2)

4 インフラの確認と盛替え

アンカー打設時等に誤って埋設配管や配線を破損、切断することにより、改修工事中の建物の機能停止だけに影響がとどまらず、高圧ケーブルを損傷させることによる地域停電等、近隣一帯にも影響が及ぶ恐れがある。インフラ事故防止や盛替えの重要性を判断するためにも、インフラの事前確認により現状を把握することが重要である。

1. 事前調査

1 図面の確認

- ・ 新築時の竣工図（設計図・施工図等）、それ以降に改修が行われていればその改修図と実施予定の改修設計図との整合性の確認を行う。
- ・ 設備図にて配管・配線のルートおよび系統の確認を行う。また、躯体埋設箇所および地中埋設引込みルートの確認を行う。

2 現地の確認

- ・ 既存図面のみでの系統やルートの確認では、全てが網羅されていない場合があり、正確な把握が困難であると考えべきである。天井点検口等から目視が可能なものについては、できる限りの確認を行う。
- ・ 調査の必要性に応じて、新たに天井点検口を設ける、また、休業日や夜間を狙い内装材を解体することにより配管配線系統やルートを確認することが望ましい。
- ・ 躯体にアンカーを打設する場合やスリットを設ける場合などには、図面上で打込み配管・配線が確認できなくても、必ずレントゲンやレーダーにての確認を行う。特に近接してコンセントやボックスのある場合は、注意が必要である。
- ・ 既存の配管やダクトについては、新規耐震壁等の施工範囲に干渉するかどうかだけでなく、施工の際に支障とならないかの検討も必要である。
- ・ 建物所有者直営業者や建物管理者に対して同行の依頼をし、現地確認およびヒアリングをして既存インフラの確認を行うことも有効な手段となる（情報通信関連およびセキュリティ関連等、当初より建物所有者直営にて施工されている場合が多い）。



図 2-4-1 躯体埋設物探査機 1)

3 インフラ現状図の作成

- ・ 現地の確認にて図面との不整合が確認された場合には、新たにインフラ現状図を作成し、工事関係者全員に周知会を開催し、議事録を残す。
- ・ インフラの盛替えが必要となった場合、今後の改修工事の際に必要なので、盛替え後のインフラ図を作成する（竣工図としても必要）。

2. 天井解体・開口・天井点検口の設置時の留意事項

近年の事務所ビルの天井裏には照明等の電源ケーブルや、竣工後、建物所有者直営にて多くの通信ケーブル、電源ケーブル等が縦横無尽に設置されている場合が多く見受けられる。これらのケーブルの多くは天井裏に転がしの状態で配線されている場合もあり、外力に対する保護の配慮がなされていない場合が多い。

■ 確認事項

- ・ 電話配線、LAN ケーブルなどの通信線の存在を建物所有者に確認する。
- ・ 天井を解体する場合、配線の盛替えや仮支持要領を建物所有者と協議し計画を作成する。

- ・天井開口箇所の天井裏の事前調査を行い、配線の位置を室内からわかるようにマーキングする。
- ・点検口設置の場合、配線の余長と点検口の位置に問題がないか確認する。
- ・天井開口の一部に電動ボードのこぎりやカッターで切れ目を入れ、ハンマーで叩き先行開口し、内部を確認しながら施工を行う。

3. 配線（高圧・低圧）切断および切替作業時の留意事項

配線の切断、切替には多くのリスクを抱え、計画に当たっては竣工図、改修図の図面および現地の確認にて系統と、その系統にある負荷の種別、重要度を確実に把握する必要がある。機能停止の範囲と時間など考えられる全てのリスクを明確にし、停電切替時間工程を作成の上で建物所有者との確認が重要となる。特に高圧部（600V超）での作業は影響の大きさおよび範囲が非常に多大なため、十分な検討を要する。

■確認事項

- ・停電切替時間帯の作業について、バックアップ体制や応急対応を確認する。
- ・不要配線については原則撤去とするが、用途不明のものについては結束バンド等にて整線し、用途不明札を取り付け、切断しない。
- ・作業員には検電器を常備させ、必ず作業前に検電を行い無電圧であることを確認させる。
- ・電源の停止・通電は、原則建物管理者立会いのもとで行う。
- ・作業中誤ってブレーカー投入等がないよう盤扉を閉め表示をし、ブレーカー投入者も決め作業終了を確認した後に投入を行う。
- ・一般系統に重要負荷の制御用電源や通信ハブ等の付属品電源が入っている場合もあるので、系統調査時には負荷の特性や重要負荷の構成についても留意する。

確認事項について計画書の中に盛り込み、作業開始前に周知会の開催を行い、議事録等を残すことが必要である。

4. 配管・ダクト切断および切替作業時の留意事項

配管・ダクトの切断、切替も電気と同様に出水や空調機能停止等、多くのリスクを抱えている。図面および現地確認にて系統を確実に把握し、切断、切替時の機能停止の範囲と時間など考えられる全てのリスクを明確にし建物所有者と協議をする必要がある。

■確認事項

- ・配管の水抜きは水抜きドレンの系統を確認した上で、ホッパー類から溢れることのないよう水量を調整しながら行う。また溢れの恐れが考えられる箇所については、監視員を配置する。
- ・事前に止水を行うバルブ類の開閉を行い、止水の可否確認を行う。機能停止ができない等の理由で事前に開閉確認ができない場合は、凍結による止水等の二次対策を考慮する。
- ・配管端部を切離した状態で作業を中断する場合はバルブ閉止ではなく、プラグ止め等で確実に止水処理を行う。
- ・配管の切断（取り外し）時は鳥居配管部など、水抜きで抜けきらない残水があるのでウエス、バケツの用意および周囲の水養生を行った上で切断（取外し）部を確認しながら作業を行う。
- ・既存ダクトに関わる作業では、作業時の振動や風量の変化によりダクト内の埃が流出する恐れがある。作業終了後に給気口にフィルター養生をし、機器運転を行い内部埃の除去を行う。
- ・配管・ダクトの切断はセーバーソー等を用い、火花防止からサンダー、高速カッター等は使用しない。

5. 復旧時の確認手順

配線、配管・ダクト等の復旧時には、一度に一斉に復旧させるのではなく、細かく部分ごとに分けて慎重に確認をしながら行うことが望ましい。

5 養生計画

1. 養生とは

耐震改修工事に限らず、建物を使用しながらの改修工事を行う際には、建物使用者が利用するエリアと改修工事で使用するエリアを区画する必要がある。作業エリアとして区画された中での作業においては、区画を確実に行っていれば、養生の重要度は小さくなるが、使用エリアと作業エリアが交錯する場合には、養生の重要度は大きい。養生の重要性の例を示す。

1 人命への影響

病院：電気室、手術室などの重要機能室の改修を伴う場合、電気系統、病院インフラ系統の養生方法を慎重に考える必要がある。必要に応じて、事前にインフラの盛替えを実施しておく。工事に使用する仮設電源は、病院の主要電源とは別系統にすることが望ましい。

2 火災・漏水による財産の損失

建物を使用しながらの耐震改修工事では、無火気工法の採用が望ましい。やむを得ず火気を使用する際には、使用方法と養生方法を計画段階で検討し、使用階のみならず火花が下階へ落下する可能性がないか、空調ダクトで他の部屋とつながっていないかを確認する。また、外壁開口の変更などを伴う耐震改修においては、稼働部分への雨水侵入対策を考慮する必要がある。

3 事業活動への影響

工事で発生する騒音、振動、粉塵が、事業活動へ影響するか否かを計画段階で調査し、養生による軽減対策の立案が重要である。

(騒音)

騒音源を減らす対策は最重要検討事項であるが、防音仕様の仮設壁を考慮するなどの方法で稼働エリアの騒音を減らすことが可能である。

(振動)

振動は、一旦躯体に入力されると低減対策が難しい。振動の発生が小さい機械、器具の選定と、躯体上に置く際に、防振ゴム、クッション、古タイヤなどで養生し、躯体への振動入力を小さくすることが有効である。

(粉塵)

粉塵は、工事エリアと稼働エリアの区画方法、発生源での集塵機の使用による発生抑制、工事エリアを負圧に保つことによる漏えい防止等の対策がある。区画による養生の場合、天井下のみの区画では、天井裏を伝って粉塵が拡散する恐れがあるため、天井内も区画する。工事エリアと稼働エリアが区画できない場合は、休日、夜間工事など、作業時間調整によることが多く、この場合は稼働エリアの養生を必要とする。養生範囲については、建物管理者、建物使用者と詳細に詰めておく必要がある。なお、一日の作業工程には、養生設置、撤去清掃時間を見込んでおく。また、クリーンルームなど、清浄度が要求される部位での作業については、手順など建物所有者との合意形成が重要である。

(煙・臭気)

火気作業による煙、臭気等は発生抑制が難しい。煙感知器の養生、換気方法を明確にしておく。

(電磁波)

病院や研究施設など、精密機械を使用する施設では、鉄筋、鉄骨の溶接作業で発生する電磁波が機器に影響を与える場合がある。作業時間の調整や、溶接作業回りに仮設シールドを設けるなどの対策が必要である。

4 仕上げ、備品の破損、汚損

建物の仕上げ、備品に傷をつけないよう養生する。最近はOA機器の普及が進み、配線を1本傷つけただけで機能障害を起こす場合があるので、作業後の機能確認方法について建物管理者、建物使用者と合意しておくことが重要である。

表 2-5-1 主な養生対象と養生方法一覧

対象	発生しうる損害	養生方法（例）
粉塵	人体への影響、事業活動への影響、破損	養生シート
火花	火災、焼損	火花養生、 火なし工法の採用
振動	事業活動への影響	クッション、古タイヤ
煙・臭気	事業活動への影響	（換気の検討）
電磁波	人体への影響	仮設シールド
漏水	汚損、破損	シート養生、仮設庇、 仮設屋根
接触	破損、汚損	ベニヤ、プラスチック 段ボール



図 2-5-1 養生実施例（粉塵対策）

2. 養生範囲と責任範囲の明確化

養生や移動を行う場合、施工者が行うもの、所有者が行うものを明確にしておく。損傷した際の責任範囲についても明確化しておく。

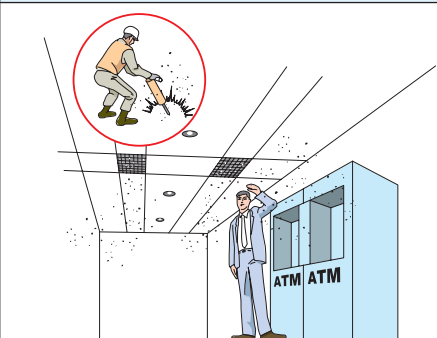
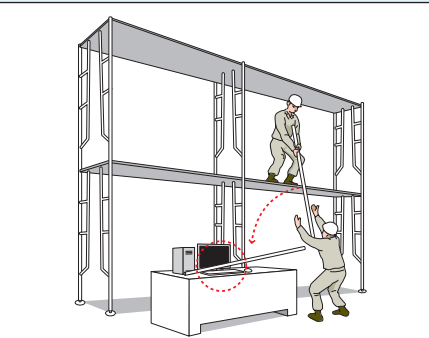
（所有者に養生・移設を依頼することが望ましい対象物）

- ・精密機械、器具、実験設備など
- ・サーバーなどの主要IT設備
- ・重要・機密書類など
- ・美術品、工芸品、祭壇等貴重品

3. トラブル事例紹介

養生不足によるトラブル事例を紹介する。

表 2-5-2 養生不足によるトラブル事例

粉塵	火災	破損・汚損
		
はつり工事による粉塵が、天井隙間を経過しATMに落下し、ATMが故障した。	溶接作業中、付近の断熱材に引火した。	仮設足場解体中に営業室内パソコンキーボードを破損した。

4. 養生方法の注意点

工事期間を通して養生をしておいて良い場合と毎日養生の掛け払いが必要な場合では、養生計画および養生作業時の気配りが大きく異なる。特に毎日養生掛け払いが必要な場合は、使用エリアに支障がないよう、養生作業前後の確認および工事中的状況確認等、細心の注意が必要である。また、養生作業時間を考慮した工程計画と養生作業員の計画も必要である。

6 施工条件の確認

建物を使用しながらの耐震改修工事を行う場合、建物使用者のエリアと工事エリアが共存するため、様々なトラブルが発生するリスクを抱えている。事前調査の内容を踏まえ工事計画を検討し、工事着手までに施工条件を発注者、設計者および近隣関係者に確認する必要がある。

1. 作業時間を確認できているか

作業時間は、建物の使用時間、搬入可能時間、騒音、振動、粉塵、火気、臭気等の作業内容、ならびに近隣状況により影響される。建物所有者、近隣に作業内容と考えられるリスクを的確に説明し、合意のもとで作業時間を設定する必要がある。

病院や研究施設等、騒音や振動が営業に大きく影響がある場合、急遽夜間作業に変更したり、1日の作業時間を短縮したりするなどの事態が生じることで、工期、コストについてトラブルとなるおそれがある。事前に試験施工を行うなど、営業時間と並行してできる作業と作業時間を調整すべき作業を確認し、工程計画・見積に反映するなど予めの対応が肝要である。

2. 養生範囲と養生方法の条件を確認できているか

養生不足のために建物や建物使用者の備品や配線配管を傷つけるなどのトラブルが多く見られる。工事着手前に建物所有者、建物管理者、建物使用者等の立会いのもと、養生の範囲と養生の方法を現地で確認し、合意をとっておくことが望ましい。



図 2-6-1 養生実施例

3. 工事動線を確認できているか

建物使用者動線と工事動線は、事故・トラブルを防ぐためにも分離することが望ましい。また、工事の進捗に合わせて動線は変化することから、工事ステップごとの工事動線を発注者、設計者、近隣と合意をとり、立入禁止範囲や誘導員の配置等のルールを決める必要がある。

なお、鉄骨等の重量物やコンクリート配管等、搬入資材の種類や大きさ、重さ、量を予め把握し、既存建物の構造上問題がないかを設計者と確認しておくことも必要である。

4. 火気使用の条件や防災計画を確認できているか

仮設間仕切壁等により、建物使用者の動線が工事の進捗に合わせて変化する。それにより災害時の避難経路が変化する場合がある。また、感知器やスプリンクラー等消防設備の機能を一時停止する期間も発生する。発注者、建物管理者と予め協議し、工事中の防災計画を明確にしておく必要がある。

また、上記のように、工事期間中、通常時と防火管理体制が異なり、既に作成した消防計画では対応できない場合、防火管理者が工事中の消防計画を作成し、所轄消防署に届け出る必要がある。(詳細は 2 章 8 参照)

5. 緊急時の連絡体制と連絡方法を確認できているか

停電・通信障害・ボヤ・漏水・重要機器の停止等の災害やトラブルが発生した際には、建物管理者、諸官庁に速やかな対応ができる体制を作り、事務所に掲示しておく必要がある。

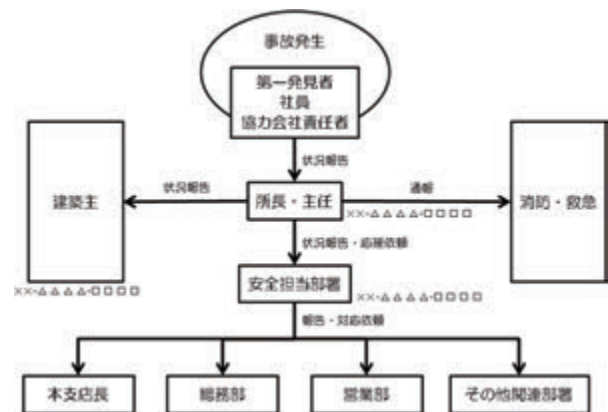


図 2-6-2 緊急時連絡体制表の例

6. 建物使用者専有エリア、重要物保管エリア、クリーンルーム等の特殊室等に立ち入る際の入場条件を確認できているか

例：入場時間の制限、入退場制限、清浄度の制限

7. 近隣説明の必要性の確認はとれているか

発注者、設計者、施工者間で協議を行い、事前に確認しておく。

8. 工事用電気・給排水の引込みと仮設施設の設置は確認できているか

工事用電気は、新規で引き込む場合と本設電源の空きから引き込む場合、発電機を設置する場合がある。工事用電気の予定容量を把握し、工事条件に適した引込み方式を選択する。本設電源から引き込む場合は、建物管理者や電気保安責任者と協議し、建物の停電が発生しないよう、入念な計画が必要である。

また、排水については、建物の排水基準の有無を確認し、建物もしくは行政で定められた排水基準を満足するだけの排水処理を行う。

作業員の休憩所やトイレ等、工事の衛生施設も計画する必要がある。

9. 建物使用者の使用保障等の問題は解決されているか

内部の耐震補強工事において、工事エリアの確保により、建物使用者の使用面積が小さくなり、工事中の使用に支障が生じる場合がある。建物所有者の問題として、期間中の家賃収入の減少に加え、仮設店舗費用や引越費用等建物使用者との費用負担の合意締結が必要である。工事着手日程に大きく影響することから、全体工程計画では建物所有者と建物使用者の折衝期間も含めた総合的なマネジメント工程を、建物所有者とともに作り上げることが必要となる。

10. 施工計画に必要な現状建物図面は揃っているか

耐震改修では、躯体にあと施工アンカーを打つ場合が多い。施工箇所に躯体打込み配管がないか、建物所有者、建物管理者と確認を行っておく必要がある。(第2章2、第2章4参照)

騒音・振動・粉塵の対策

本来、居住空間に騒音、振動、粉塵はあってはならないものである。建物を使用しながらの改修工事の場合、騒音、振動発生、粉塵の極力少ない工法採用の検討が必要で、近隣に及ぼす影響の把握についても重要なポイントとなる。また、騒音、振動、粉塵の発生が大きな作業は、休業中に集中させるなどの配慮が必要となる。

1. 騒音・振動・粉塵発生作業

1 騒音・振動発生作業における留意点

- ・騒音・振動作業は隣室の使用時間等周辺状況を確認し、作業可能な時間帯を確認して行う。
- ・重量物を扱う作業の際は、下階の状況に応じてスタイロフォーム等の緩衝材を置くなどの音に対する養生を行う。その状況や影響によっては作業時間帯についても調整をする。
- ・振動により誤作動等影響を受ける備品、機器等について事前確認を行う（OA 機器、医療機器、設備機器付随の感震器他）。
- ・騒音・振動が建物使用者に影響を与える場合、騒音・振動発生の少ない工法の採用を検討する。また、事前の測定や顧客の立会いにより、影響のない時間帯・場所等影響の許容範囲を確認することも円滑に作業を進めるうえで重要である。

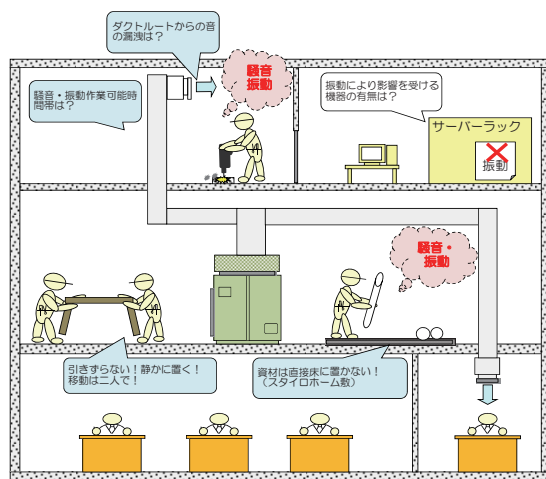


図 2-7-1 騒音・振動発生作業

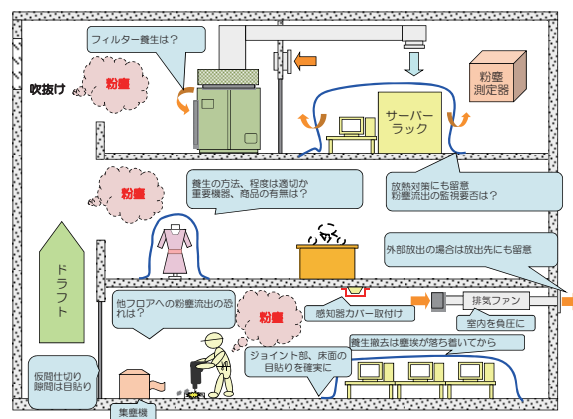


図 2-7-2 粉塵発生作業

2 粉塵発生作業における留意点

- ・作業前に感知器養生もしくは連動機器類の停止をし、誤作動防止を行う（建物管理者、防災センターと事前協議、確認を行う）。
- ・OA 機器、医療機器、食品等粉塵を嫌うものの有無および室内環境条件を確認し、適切な方法で養生を行う（機器自体を養生するには放熱についても配慮が必要である）。
- ・粉塵流出による影響が大きい場合は、作業・養生範囲外にて粉塵測定による監視を行うことも検討する（作業エリアを負圧にし粉塵の流出防止と放出方法を検討する）。
- ・粉塵の漏洩するルート（ダクトルート・竅穴・天井裏等）、気圧状況を把握し、適切な範囲と程度の養生計画を行う。
- ・OA 機器は粉塵を嫌うが、アーク溶接の際に発生する磁界対策も必要となる。アーク溶接を使用する際には、高調波、電磁波などの OA 機器に対するモニター画像の乱れ等の影響を事前に把握する。

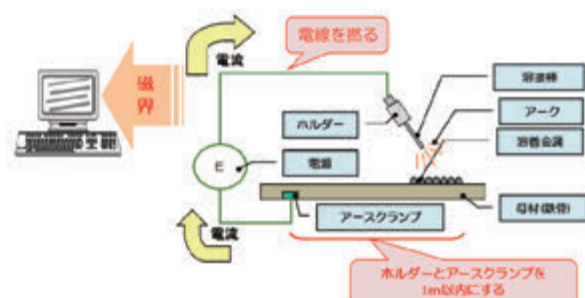


図 2-7-3 アーク溶接作業時の OA 機器対策

2. 低騒音・低振動工法

切断・破碎方法には、下記のような工法があるが、いずれの工法にしても騒音、振動がなくなるわけではなく、周囲に及ぼす影響については、着工前の近隣家屋の調査を含め作業時間帯を考慮した近隣説明等のコミュニケーションが重要な役割になる。

表 2-7-1 切断破碎工法

種別	切断・破碎方法	ハンドブレーカー	ハンドクラッシャー	コアボーリング
特徴		圧搾空気または油圧によるノミの打撃	油圧ポンプ駆動破碎機 最大壁圧 400mm	円筒コアビット切断 厚み約 900mm まで穿孔可能
適用部位		縁切、小割、局所破壊	コンクリート壁部分破碎	コンクリート塊切断 コンクリート壁開口
利点		・ 狭隘な場所でも作業が可能である ・ 移動が容易である ・ 局所的な補助作業に適する	・ 騒音、振動の発生が極めて少ない ・ 狭隘な場所でも作業が可能である	・ 騒音、振動、粉塵が少ない ・ 切断時の汚泥の発生が少ない ・ 切断速度が遅い ・ 狭隘な場所でも作業が可能である
難点		・ 騒音、粉塵の発生が大きい ・ 作業効率が低い	・ 前作業として縁切りが必要となる ・ 破碎による廃棄物が増大する ・ 鉄筋切断作業と併用する必要がある	・ 切断速度が遅い ・ 切断後修正はつりが必要となる (円筒状切断面の修正)
騒音レベル		80 ～ 100dB 程度	50 ～ 60dB 程度	75 ～ 85dB 程度

種別	切断・破碎方法	円盤ダイヤモンド カッターブレード	ワイヤーソー ダイヤモンドビット	ウォータージェット
特徴		電動モーター駆動 最大壁厚 300mm	油圧モーター駆動による ワイヤー状切断 大きさ不問	超高圧水＋研磨材 鉄筋コンクリートに噴射し切断 (研磨材を混合しなければ鉄筋を残すことも可能)
適用部位		コンクリート壁切断 コンクリート塊切断 縁切 (土間・壁)	コンクリート塊切断 (SRC および金物含可)	コンクリート壁・床・柱・梁の切断 (鉄筋同時) (鉄筋を残すことも可能)
利点		・ 騒音、振動、粉塵の発生が少ない ・ 機材が軽量である ・ 切断時汚泥の発生が少ない	・ 騒音、振動、粉塵の発生が少ない	・ 振動、粉塵の発生が少ない ・ 切断速度が速い (鉄筋同時)
難点		・ 切断速度が遅い	・ 切断汚泥が大量に発生する ・ 工事費が高い (消費品高価、操作に熟練を要す) ・ ワイヤー通し穴が必要となる	・ 使用水量が増大する ・ 使用機材が高価である
騒音レベル		75 ～ 85dB 程度	70 ～ 80dB 程度	100 ～ 120dB 程度 防音カバー付 70 ～ 90dB

3. 騒音・振動・粉塵発生作業におけるトラブル事例とその対策

表 2-7-2 トラブル事例と対策

トラブル区分		状況	対策
要因	現象		
(解体材) 床置時の音	(騒音) クレーム	屋上床コンクリート撤去時に、「ドスン」という音が直下階の事務所に伝わりクレームが発生した。	・ 平日作業はせず、休日に作業を行う。 ・ 床にガラを置くときは直接床に置かず、スタイロホームを敷いてからガラを置く。
(はつり作業) 振動	(計器誤作動) エレベーター停止	エレベーター機械室でハンドブレーカーにてはつり作業中、地震計が作動し発報した。	・ 80 ガルでエレベーター地震管制により停止する可能性があるため、夜間、休日にエレベーターを停止し作業を行う。
(はつり作業) 振動	(計器誤作動) 停電	特高受電室に隣接した機械室でハンドブレーカーにてはつり作業中、振動で監視盤が誤作動を起こし停電が発生した。	・ 使用機器を無振動ウォールソーとする。 ・ 電力会社の立会検査を受け作業を行う。
(はつり作業) 塵埃	(塵埃) クレーム	はつり作業中、作業エリアより営業室へ塵埃が流出し、クレームが発生した。	・ 塵埃の発生する作業は、その室内に仮設の送風機を設置する。 ・ 塵埃に適したフィルターを取り付け排気し、室内を負圧に保ち塵埃の流出を防止する。
(はつり作業) 粉塵	(粉塵) 顧客データ損失	はつり作業に伴う粉塵で、OA 機器を故障させ顧客のデータが損失した。	・ 工事範囲の確認を行い、養生範囲方法を決めて確実に行う。
(アーク溶接) 磁界	(OA 機器障害) 画像乱れ	アーク溶接作業中に、直下階入居者からパソコンの画像が乱れるというクレームが発生した。	・ ホルダーとアースクランプの距離を 1m 以内に作る。 ・ ホルダーとアースクランプ間のケーブルをより磁界を打ち消す。

8 火災防止と火なし工法

建物を使用しながらの改修工事は、埃、可燃物などの燃えやすい物の中での作業となる場合が多く、裸火はもとよりサンダー等の火花でも出火の要因となることが多い。耐震改修工事を実施するに当たり、全てを火なし工法とすることは困難であり、可能な限り火なし工法の採用を検討し、火気使用の際の使用方法和養生方法、残火の確認等を計画段階から十分に検討して計画する必要がある。

1. 火気使用作業時の留意事項

- ◎高速カッター、ベビーサンダー類は火の粉飛散工具として火気使用作業に準拠する必要がある。特にダクト内は埃が堆積しており引火する恐れが高く、セーバーソー等火を使わない工具にての作業を原則とする。
- ◎火気使用の際には、消火器、水バケツ、防災シート、噴霧器を用意する。ただし、防災シートは「高温になった際、炭化・融解することはあっても炎上しない」というものであるため、火の粉の遮蔽を目的とする場合はスパッタシート等の耐熱性を持つものを使用する必要がある。
- ◎火気使用作業は、作業中に見張り人『火気監視員』を置く。作業終了後1時間は残り火を重点的に監視するとともに、更に1時間後に巡回点検を行う。
- ◎火気使用の煙、熱等による防災機器の誤作動には、感知器の養生や火報連動停止の対策を講じる必要がある。
- ◎火気使用周辺の床開口は確実に塞ぎ下階への火花等の落下がないようにする。また、空調ダクトおよび排気ダクトにて他室へ煙や熱等が流出しないかの確認も必要である。
- ◎火気使用付近にスプリンクラーの巻出しフレキ管や塩ビ製の設備配管がある際は、作業員に周知徹底し、必要に応じて防災シート養生やバルブを閉止したうえで作業を行う。また、万が一の破損による漏水に備え、配管系統および閉止バルブの位置を把握しておく（バルブ閉止による建物機能への影響についても把握・考慮しておくことが必要である）。
- ◎感知器やスプリンクラー等の防災設備を一定期間停止する際、「工事中の消防計画届出書」を所轄消防署指導課へ提出しなければならない場合があるので、計画段階での留意や早い段階での協議を行うことが必要となる。



図 2-8-1 セーバーソー 1)

2. 火なし工法

耐震改修工事を実施するに当たり、火なし工具の採用など検討の余地がある限り、リスク回避のためにも採用の検討を図る必要がある。

1 ダブジョイント（鋼構造用継手工法） ベターリビング 一般工法（CBL SS001-07）

鉄骨ブレースや制震ブレースの杵材接合部に、凸型と凹型の鋳鋼部品（ダブジョイント）を用い、それらを嵌合して高力ボルトにて締め付ける接合方法である。

従来のボルト接合では、ボルトやナットの突出物による怪我の誘発や外観上の問題があったが、本工法の採用により接合部がフラットな形状となり、従来のボルト接合の欠点を改善することができる。

●ダブジョイントの端部形状



▲凸部



▲凹部

●接合部の比較



▲ダブジョイント



▲従来のボルトジョイント

図 2-8-2 ダブジョイント工法の例 2)

2 OS フープクリップ工法（機械式重ね継手）

溶接（火気）を使用できない条件下での閉鎖型フープの接合法である。

3 SR-CF 工法（炭素繊維シートによる耐震壁補強工法）

袖壁付き柱の補強では、炭素繊維ストランドを束ねた CF アンカーを炭素繊維シートとエポキシ樹脂接着剤で接続することで、袖壁にスリットを設けることなく従来の CFRP を全面に閉鎖型に巻き付ける工法とほぼ同等の補強効果が得られる。また、埋込型の CF アンカーを併せて用いることにより、壁・梁にも応用され、耐震部材全てを CF で耐震補強することができる唯一の工法である。

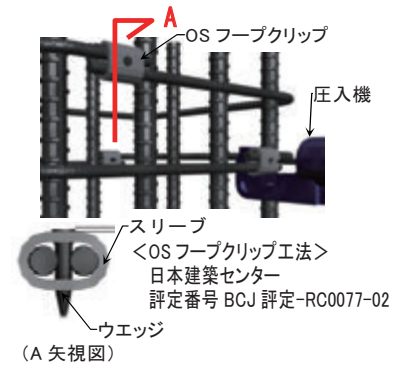


図 2-8-3 機械式重ね継手の例 3)

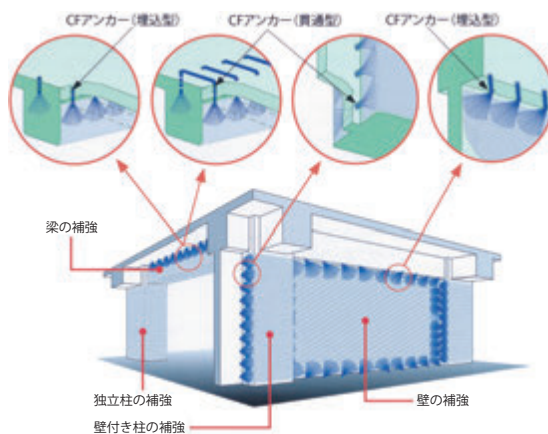


図 2-8-4 SR-CF 工法 4)



壁の補強例

柱の補強例

●特長

- ◎資材が計量で大きかりな機材が不要である。
- ◎火気や溶接が不要である。
- ◎振動、騒音が少ない。
- ◎鋼版補強やコンクリート巻き立て等の工法に比べて短工期で施工可能である。

3. 火気使用作業におけるトラブル事例とその対策

表 2-8-1 トラブル事例と対策

トラブル区分		状 況	対 策
要因	現象		
(溶接作業) 火花	(保温材) 焼損	天井レベルでの溶接作業中、溶接の火花により天井内配管の保温材が焼損した。	・溶接・溶断作業等火花の発生する作業を行う場合は、不燃シート等の不燃材で十分広い範囲を養生する。 ・養生の範囲は、必ず責任者と打合せを行う。 ・作業中は火気監視員を配置し、作業終了後 1 時間現場を監視する。更に 1 時間後に巡回点検を行い万全を期す。
(溶接作業) 煙	(誤報) エレベーター・ 空調機停止	冷却水配管復旧作業にて、継手部分の溶接作業中、溶接の煙により煙感知器が発報しエレベーターおよび空調機が停止した。	・配管の接続を火なし工法（フランジ接続）とする。 ・火気使用作業中は煙感知器にカバーを取り付け、作業終了後速やかに取り外す。
(溶接作業) 火花	(埃への引火) 発煙	縦穴区画のダクトシャフト内にて鉄骨の溶接作業中、溶接火花が養生防火シートの隙間から落下し、下階の既存ダクト保温材に付着した埃が焦げ発煙した。	・溶接継手を高力ボルト継手にする。 ・既存開口を塞いだ上で防災シート養生を行う。 ・既存開口が塞げない場合には下階に監視員を配置し、火花の落下がないことを確認しながら作業を行う。
(ダクト切断) 火花	(引火) 空調機内部 焼損	空調機械室内で空調ダクトの切断作業の際、火花が空調機のフィルターに引火し、空調機内部が焼損した。	・ダクト切断作業はセーバーソー等の火なし工具を使用する。 ・高速カッター、サンダーを使用する際には「火気使用届」を作成する。

参考文献 1) ボッシュ株式会社 電動工具総合カタログ 2) 株式会社コンステック ダブジョイントリーフレット

3) 岡部株式会社 機械式重ね継手 OS フープクリップ工法カタログ 4) SR-CF 工法研究会 炭素繊維による耐震補強 SR-CF 工法リーフレット

9 材料の搬入・運搬計画

1. 耐震改修工法と主な使用材料

耐震改修工事では、工法により使用材料の大きさ、重さが異なる。使用材料ごとに既設建物の中にどのように取り込むか、搬入・運搬計画をまとめる。取り込みが困難な場合、分割方法の見直しと、施工図の再検討が必要となる。耐震改修工事に使用する主な材料を表 2-9-1 に示す。

表 2-9-1 耐震改修の工法と使用する主要材料

工法	材料
RC 耐震壁	鉄筋、型枠、アンカー、グラウト（PC 板、コンクリートブロック）、生コンクリート
RC 壁耐震ブレース	ブレース、アンカー、スタッド、エポキシ樹脂、グラウト、生コンクリート、鉄筋、型枠
RC アウトフレーム	杭、鉄筋、型枠、アンカー、生コンクリート、鉄骨フレーム、アンカー
S 耐震ブレース	鉄骨ブレース、アンカー、スタッド、エポキシ樹脂、グラウト
RC 柱補強 RC 巻き	鉄筋、アンカー、グラウト
RC 柱補強鉄板巻き	鋼板、エポキシ樹脂、グラウト（溶接機）
RC 柱補強炭素繊維巻き	炭素繊維シート、プライマー、接着樹脂
スリット成形	スリット材、ロックウール、シーリング材
S 制振ブレース	鉄骨ブレース、アンカー、スタッド、エポキシ樹脂、グラウト
免振ダンパー	ダンパー、アンカー、グラウト

2. 運搬計画に必要な共通確認事項

耐震改修工事では、鉄筋、鉄骨等の長物、鉄骨、鉄板等の重量物、コンクリートやモルタル等の湿式のものなど、工法によってさまざまな材料が使用されている。使用する部材ごとに、施工部位まで運搬する経路での課題を抽出し、事前に解決しておく必要がある。

1 搬入車両駐車スペース、資材置場の確保

建物周囲や駐車場、建物内部等必要資材を搬入するスペースを建物所有者や管理者と協議して決定する。建物を使用しながらの施工の場合は、資材ヤードを限定されることが多く、安全対策も必要となる。道路を使用する場合は、道路占有や道路使用許可等が必要となる。

2 水平運搬経路の確認

資材搬入位置、資材置場から、施工部位または鉛直揚重設備までの運搬経路を確認する。工場や倉庫などの大型施設の場合は、フォークリフト等を使用して水平運搬が可能であるが、一般的には水平運搬は人力によるところが多い。

（確認事項）

- ・ 運搬経路の幅、高さ、廊下等曲がり形状
- ・ 仕上げの有無と養生の要否
- ・ 重量物を運搬する場合、構造躯体の積載荷重許容値

3 鉛直運搬経路の確認

資材の上階、下階への運搬経路は、仮設計画上重要な要因である。以下に主な揚重手段を挙げる。

- ・ 建物に設置されているエレベーター、リフト等
エレベーターの寸法で揚重可能な材料寸法、重量が決まる。
- ・ クレーン等の揚重機
揚重機設置計画、荷取りステージ等の計画を要する。
揚重能力と吊荷、設置可能な位置の検討が必要となる。

- ・仮設エレベーター、リフトによる資材揚重

仮設エレベーター、リフトを設置する。仮設エレベーター設置計画を要する。

3. 主な資材の運搬検討

1 コンクリート

増壁等でコンクリートを打設する際、新築工事のようにまとまったコンクリートを打設する場合と異なり、打設場所、打設量、打設時間から適切な運搬方法を検討する必要がある。

① ポンプ車による圧送

ポンプ車で圧送する場合は、圧送配管経路と残コン処理策の検討が必要である。

・鉛直搬送経路

ブーム式ポンプ車を使用して、打設階にブームを直に持っていく方法と、鉛直配管を設置する方法がある。どちらの方法が良いのかは、敷地、建物条件による。窓から配管を差し込む場合は、配管をする際の安全性と窓の養生を考慮する。

鉛直配管をする際には、配管の位置、固定方法の検討を十分に行う。また、打設前の配管接続部の確認を十分行う。万が一の配管の破裂、配管からの漏水リスクを十分検討しておくことが必要である。

・水平搬送経路

配管経路が廊下などに限定される場合があるため、図面上で配管ルートを検討しておくことが重要である。建物を使用しながらの施工の場合、少量でも水を使用する作業となることから、養生方法を検討しておく。

(注意)

ポンプによる圧送は、圧送の際に配管に大きな力がかかり、配管を支持する床、壁に振動を与える。精密機械工場や病院など、振動を嫌う設備が稼働している場合には、打設時間の調整が必要となることがあるので注意が必要である。

② 手運びによる運搬

打設量が少量の場合、一輪車による手運びが最適な運搬方法となる場合がある。手運びの場合、コンクリート練り混ぜから打設完了までの時間の限度が、標準仕様以上にかかる可能性があるため、小型生コンクリート車による配送や、構造設計者の承認を得てコンクリートに硬化遅延材を添加するなどの対応が必要になる場合があるので注意する。鉛直搬送方法は、ブーム式ポンプ車による作業階への圧送、エレベーターによる揚重が挙げられる。

③ 残コンの処理

ポンプ車でコンクリートを打設する場合、配管内に残ったコンクリートの処理方法が課題となる場合がある。処理方法は、ポンプ返し、残コンピットなどがある。

2 鉄骨

鉄骨は、耐震補強工事によく使われる材料である。長尺かつ重量物であることから、運搬経路、運搬方法の検討が重要となる。

① 揚重方法（外部）

構造図から、鉄骨部材の長さや重量を読み取り、運搬経路の検討を開始する。鉄骨の取り付けが外郭フレーム等、外部の場合は、クレーンなどの揚重機やウインチ、ホイストによる揚重方法がある。敷地、建物条件、既存躯体への取り付け方法、作業足場との関係など、様々な角度から詳細に検討する必要がある。

② 揚重方法（内部）

内部ブレース補強など、建物内部の補強で既設エレベーターに鉛直運搬方法が限定される場合、部材寸法をエレベーター搬送可能寸法に合わせる必要がある（外部からクレーン等で取り込める場合はその条件による）。また、部材の組立てに、既存躯体に仮設アンカーを施工し、ウインチを設置する必要がある場合には、その検討も必要である。

10 施工計画の作成

1. 仮設計画・施工計画図の役割

仮設計画図や施工計画図は、耐震改修工事の方法や手順を建物所有者、管理者、設計者、そして、施工を行う協力会社と情報を共有する重要な役割を果たす。特に、建物を使用しながらの改修工事の場合、施工上の建物使用者と合意したさまざまな制約条件を入れておけば、施工中のトラブルを未然に防止することができる。

また、工事エリアおよび建物営業動線と工事動線、インフラの盛替え等の移り変わりが日めくりで建物所有者が理解できるような施工ステップを示すことが求められる。

図-2-10-1 に施工計画図の一例を示す。

施工に必要なヤード、仮囲いの種類、作業時間、建物使用者と工事関係者動線、防犯・防災対策、建物内を養生する場合の養生方法、その他建物所有者への要望事項等を、計画図上に詳細に記述する。

建物を使用している部位で資材を搬入したり作業をする場合には、そのルート、作業手順の詳細、過去の類似事例の写真を添付することなどが、工事への理解を深める上で効果的である。

また、工事により計画停電、断水等ビルに影響が発生する場合は、あらかじめ影響範囲、日時を建物所有者に確認し、決定した内容を施工計画図に盛り込むことが重要である。

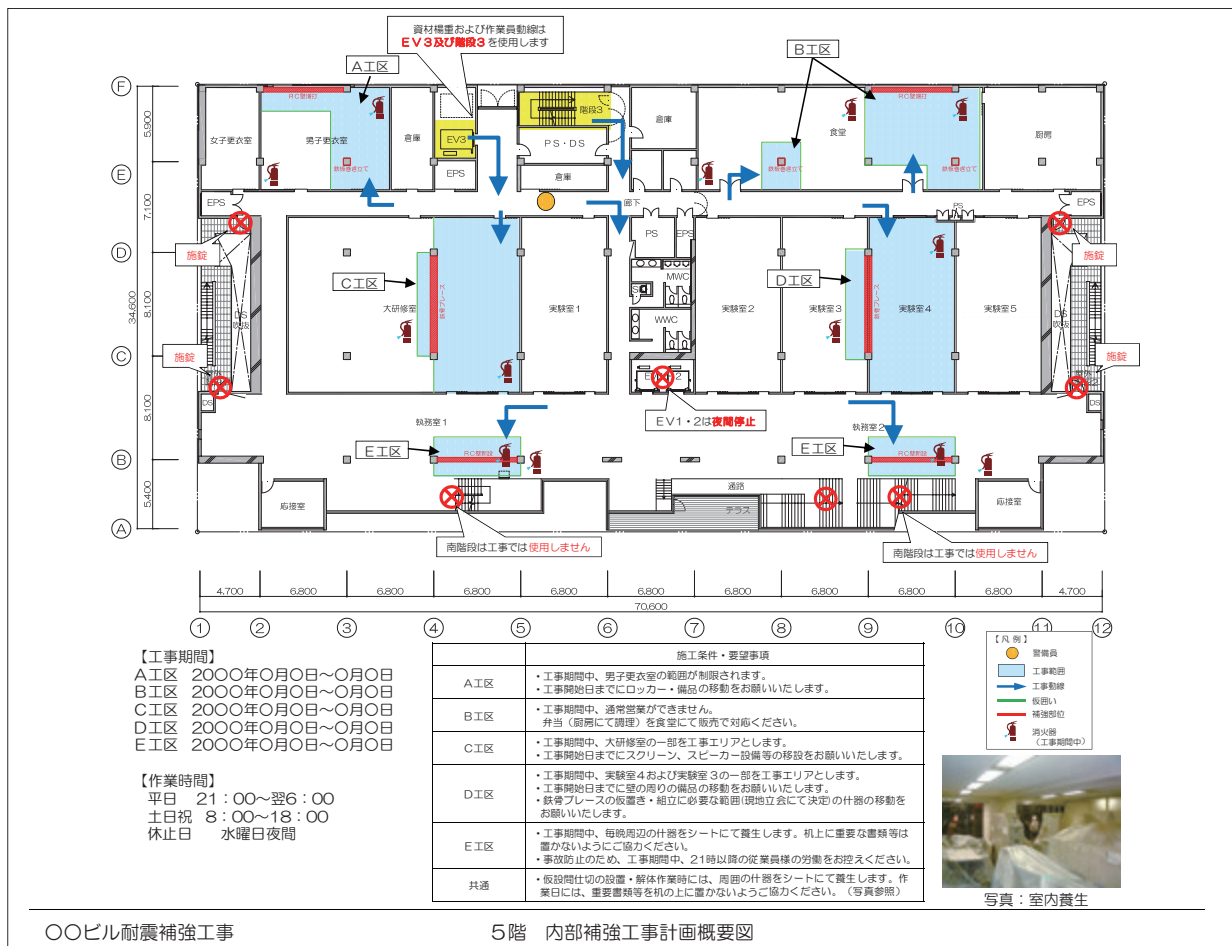


図 2-10-1 施工計画図の例（全体概要）

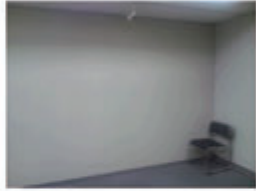
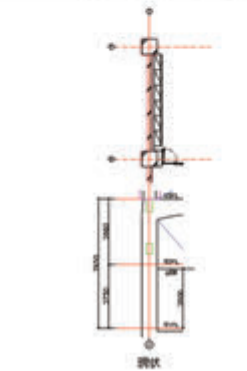
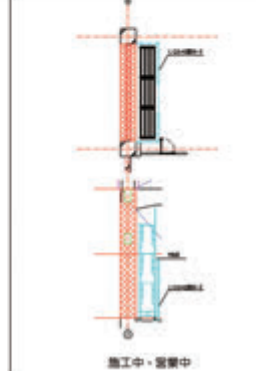
【〇〇耐震補強工事】 5階 詳細工程計画図						工 程		
工区	通り	部位	工種	施工階	関係室名	施工日：夜間+週末（金～日）		作 業 内 容
A	2～4 - F	壁	Con増打	5 階 ～ 6 階	男子更衣室	日 期	日 間	作 業 時 間
工程作成条件 ＊別途工事の工程は反映していません ロッカへ、機材の移動をあらかじめお願いいたします ＊現状調査で分かっている範囲での工程です						1 週		
＊別途工事および要望内容 ・ロッカーへ、機材の移動、運搬 ・男子更衣室のレイアウト変更 ・その他未確定事項						1	金	2100 ～ 600
 						2	土	800 ～ 1700
								2100 ～ 600
						3	日	800 ～ 1700
						4	月	2100 ～ 600
						5	火	2100 ～ 600
 						6	水	2100 ～ 600
						7	木	2100 ～ 600
						8	土	800 ～ 1700
								2100 ～ 600
						9	日	800 ～ 1700
2 週								2100 ～ 600
						10	月	2100 ～ 600
						11	火	2100 ～ 600
						12	水	2100 ～ 600
						13	木	2100 ～ 600
3 週								800 ～ 1700
								2100 ～ 600
						15	日	800 ～ 1700
								2100 ～ 600
						16	月	2100 ～ 600
						17	火	2100 ～ 600
						18	水	2100 ～ 600
						19	木	2100 ～ 600

図 2-10-2 施工計画図の例（工区別）

2. 施工計画図の種類と作成のポイント

本章では、改修工事独特の施工計画の着目点を取り上げた。各工事の施工計画図および施工計画書には、作業で発生するリスクを建物所有者の目線で抽出し、対策を盛り込まなければならない。

表 2-10-1 に改修工事に必要な各施工計画図と作成する上でのキーワードの一覧を示す。

表 2-10-1 計画書の種類とチェックポイント一覧（例）

名称	キーワード
総合仮設計画図	仮設建物、仮設設備の配置、動線、防犯、防災
揚重機計画図	揚重運搬機器の配置、用途、設置方法
外部足場施工計画図	第三者の侵入・盗難、倒壊、飛散
養生計画書（図）	養生対象、養生方法、養生材料
はつり・アンカー・コア工事施工計画書（図）	騒音、粉塵、水漏れ、鉄筋・ケーブル・配管切断
コンクリート工事施工計画書（図）	打設方法、手順、配管ルート、車両動線、残コン処理、漏水
鉄骨工事施工計画書（図）	搬入・建方順序、建方用設備、火災、発煙、臭気、騒音、振動
防水工事施工計画書（図）	臭気、火災、工事中の雨水
外装工事施工計画書（図）	飛散、臭気、騒音、プライバシー侵害
内装工事施工計画書（図）	資材搬入、既存設備・埋設管損傷、振動、騒音、粉塵
計画停電工事施工計画書（図）	停電範囲、時間、容量・系統、電気主任技術者

1 鉄筋コンクリート造における耐震壁

1. 工法の概要

鉄筋コンクリート壁を用いた耐震補強工法には、壁の新設、増打ち、開口閉塞、新設袖壁等がある。これらの耐震補強工法は、補強による耐力・剛性の向上が比較的容易に見込めること、多くの実績があり技術的現実性が高いことから採用されることが多い。

多くは現場打ちによる鉄筋コンクリート壁を採用しているが、プレキャストコンクリート壁や特殊なコンクリートブロック工法等が用いられることもある。

あと施工アンカーによる新設壁と四周の柱・梁との力の伝達が最も重要となるため、既存躯体の状態確認やあと施工アンカーの施工には十分に注意する必要がある。

2. 使用目的

強度の向上（第1章4 参照）

3. 概念図・ディテール

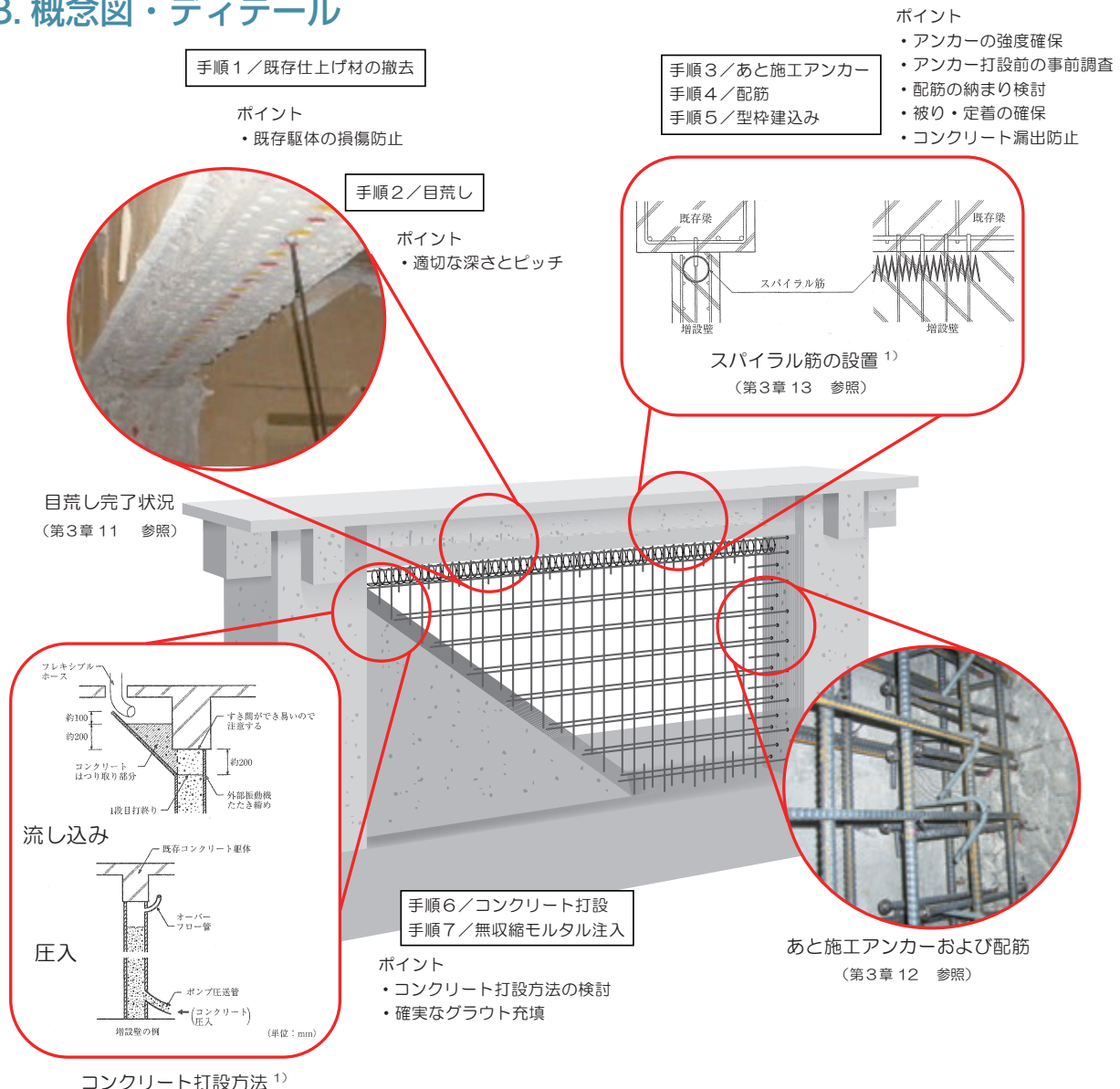


図 3-1-1 耐震壁の設置

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	既存仕上げ材の撤去	既存躯体に損傷を与えないように施工を行う。 (第3章 11 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。施工場所の区画や防音養生を行い、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
2	目荒し ¹⁾	増打ち壁を設置する面 10～15% 程度 柱および梁の補強を行う面 15～30% 程度 深さ：2～5mm程度（最大で5～7mm） (第3章 11 参照) 例 40φ－@ 75 の場合 （はつり痕面積比 22.3%） 40φ－@ 100 の場合 （はつり痕面積比 12.6%）	チッパー等で施工を行うため、既存仕上げ材の撤去時以上に、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
3	あと施工アンカー	・製品についての十分な知識を持ち、訓練された施工管理者と施工技能者を選任する。 ・事前調査を行い、既設躯体の不具合等を解決しておく。また施工条件に適合する機械・設備を選定する。 ・作業工程ごとに明確な管理基準を定めた施工確認シート等を活用して管理を行う。 (第3章 12 参照)	あと施工アンカー工事に通常使用するハンマードリルは騒音、振動ともに居住者の住居環境に与える影響が大きい。近年は低騒音・低振動工法であるコアドリルによる穿孔工法が多く見られる。 また、あと施工アンカーを打設する前に鉄筋探査を行うとともに、インフラ調査を行い居住環境を損なわないように配慮する。万が一の場合に備え、インフラのバックアップ体制を整えておく。 (第2章 7 参照)
4	配筋	あと施工アンカーの位置によって、かぶり厚さが確保できない箇所が発生する場合がある。アンカー位置がずれた場合、打設後にかぶり厚さを確保できるよう、再度鉄筋の納まりを検討する必要がある。 (第3章 13 参照)	鉄筋材を補強場所に運搬する計画が必要である。 (第2章 9 参照)
5	型枠建込み	コンクリートを圧入する場合、側圧の計算を行い型枠の崩壊がないように施工する。 既存躯体との取り合い部分の隙間には、コンクリートの漏出がないようにコーキング材や発泡ウレタンにより目詰める。(第3章 15 参照)	鉄筋材と同様に型枠材の運搬についても計画を行う。 また、型枠解体時には大きな騒音、振動、粉塵が発生する。適正な養生を施しクレームを回避するように心がける。 (第2章 7 参照) (第2章 9 参照)
6	コンクリート打設	既存躯体に付着している埃等の除去を行い、コンクリート打設を行う。 ポンプ配管を行うことができない場合、一輪車手押しによるコンクリート打設となる。作業時間を検討し1日打設可能数量を把握する必要がある。	「圧入」か「流し込み」か現地の状況により打設計画を行う。 (第2章 9 参照) また、コンクリート打設においては居住者にお知らせを行い、騒音、振動発生についての理解を得る。
7	無収縮モルタル注入	グラウト打設は中央部分から行い、端部にエア抜き用ホースを設置し、グラウトが流出したことを確認することで、確実に空隙がないように施工を行う。 (第3章 15 参照)	施工を行う場所に隣接している部屋へのグラウト流出がないように、事前にひび割れの確認や空洞の有無、型枠に隙間がないか確認する。また施工日には確認者を配置する計画も必要となる。

参考文献 1) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成 22 年版（国土交通省監修）
建築保全センター 官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説平成 8 年版（建設大臣官房官庁営繕部監修）

2 鉄筋コンクリート造における耐震ブレース

1. 工法の概要

耐震補強工事に用いる耐震ブレースの種類には、鉄骨または鉄筋コンクリートによる耐震ブレースがある。施工のしやすさから、鉄骨部材でブレースを設置する改修が一般的である。そこで、この章では鉄骨によるブレース補強を中心に説明を行う。

柱・梁に囲まれたラーメン架構内に鉄骨ブレースを設けることにより、鉄筋コンクリート耐震壁と同じような耐力を期待できる。鉄骨ブレースには周辺鉄骨フレームを通じて力が伝達される。周辺フレームへは、上下のあと施工アンカーとスタッドボルトを介して鉄骨梁へ伝えられる。また、鉄骨ブレースと既存躯体との接合方法には、比較的良好に用いられる無収縮モルタルを用いる従来工法と、エポキシ樹脂で注入する接着工法の2種類がある。接着工法の場合、既存躯体との隙間がないため、鉄骨の実測測定寸法精度が重要になってくる。

2. 使用目的

強度の向上（第1章4 参照）

3. 概念図・ディテール

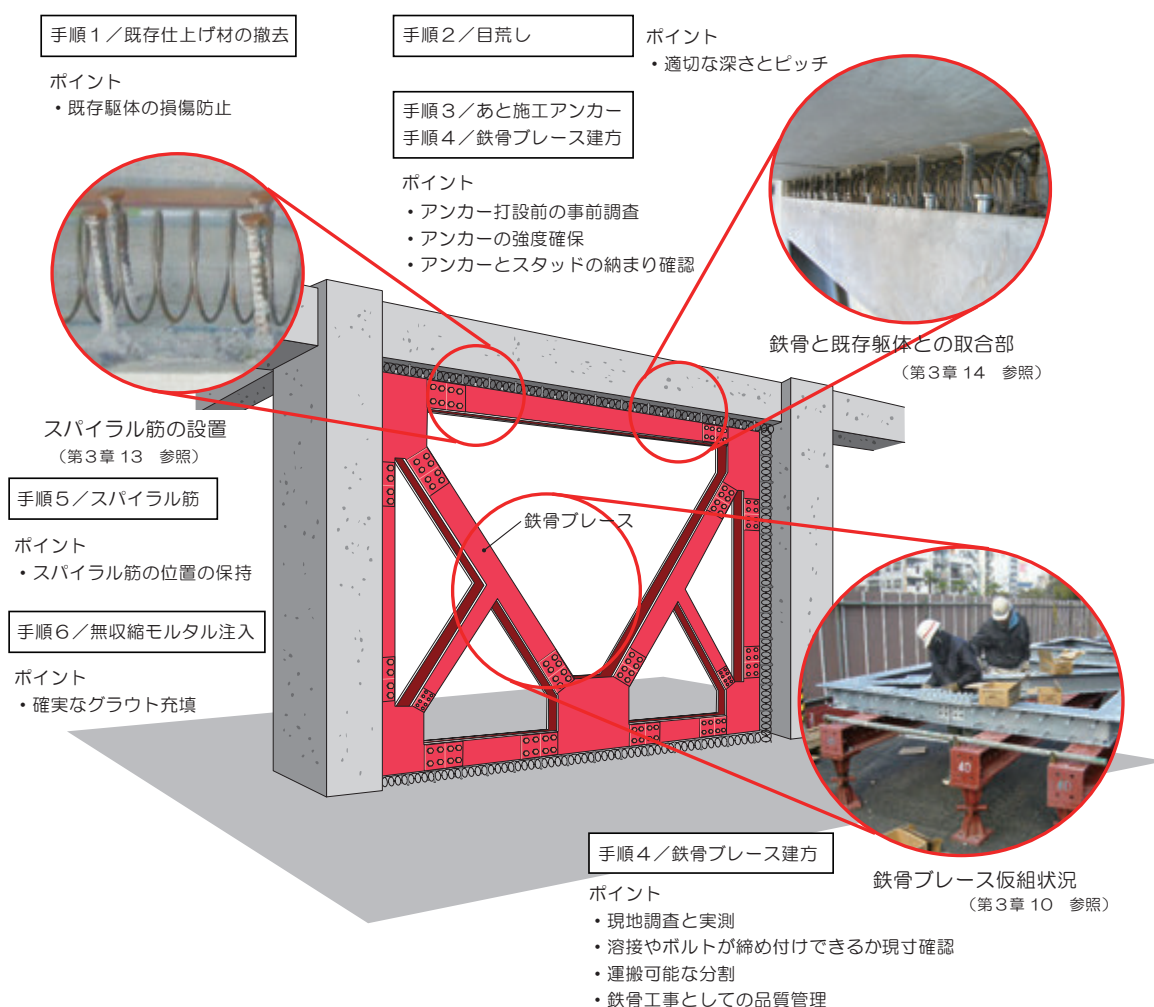


図 3-2-1 鉄骨ブレースの設置

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	既存仕上げ材の撤去	既存躯体に損傷を与えないように施工を行う。 (第3章 11 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。施工場所の区画や防音養生を行い、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
2	目荒し ¹⁾	増打ち壁を設置する面 10～15% 程度 柱および梁の補強を行う面 15～30% 程度 深さ：2～5mm程度（最大で5～7mm） (第3章 11 参照) 例 40φー@ 75 の場合 （はつり痕面積比 22.3%） 40φー@ 100 の場合 （はつり痕面積比 12.6%）	チッパー等で施工を行うため、既存仕上げ材の撤去時以上に、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
3	あと施工アンカー	・製品についての十分な知識を持ち、訓練された施工管理者と施工技能者を選任する。 ・事前調査を行い、既設躯体の不具合等を解決しておく。また施工条件に適合する機械・設備を選定する。 ・作業工程ごとに明確な管理基準を定めた施工確認シート等を活用して管理を行う。 (第3章 12 参照)	あと施工アンカー工事に通常使用するハンマードリルは騒音、振動ともに居住者の住居環境に与える影響が大きい。近年は低騒音・低振動工法であるコアドリルによる穿孔工法が多く見られる。 また、あと施工アンカーを打設する前に鉄筋探査を行うとともに、インフラ調査を行い住居環境を損なわないように配慮する。万が一の場合に備え、インフラのバックアップ体制を整えておく。 (第2章 7 参照)
4	鉄骨ブレース建方	鉄骨の実測は、既存仕上げ材の撤去完了後から行う。鉄骨ブレース補強において鉄骨寸法精度が品質管理上、最も重要となる。また工程上、クリティカルになることが多い。 (第3章 10 参照) (第3章 14 参照)	鉄骨ブレースを設置箇所に運搬するために、初期段階から分割位置の検討が必要になる。建物内を運搬する場合、十分に検討を行う。 (第2章 9 参照)
5	スパイラル筋設置（接着工法の場合、エポキシ樹脂注入）	鉄骨ブレース建方完了後に、スパイラル筋を設置する。接着工法の場合、エポキシ樹脂注入の際に、温度管理およびコンクリート接着面の含水率の測定が必要になる。 (第3章 13 参照)	接着工法を採用する場合、材料によっては臭いが気になる可能性があるため、住民への説明を行う。
6	無収縮モルタル注入	グラウト打設は中央部分から行い、端部にエア抜き用ホースを設置し、グラウトが流出したことを確認することで、確実に空隙がないように施工を行う。 (第3章 15 参照)	施工を行う場所に隣接している部屋へのグラウト流出がないように、事前にひび割れの確認や空洞の有無、型枠に隙間がないか確認する。また施工日には確認者を配置する計画も必要となる。

ワンポイント施工管理

■接着工法²⁾

接着工法の場合、鉄骨枠と既存躯体との隙間を 20mm 以下にする必要があり、隙間が大きく注入するエポキシ樹脂量が多くなると、硬化時の発熱により所定の接着強度が得られないことがある。隙間が大きい場合は、事前にポリマーセメントモルタル等で調整を行う必要がある。また、スラブ上から梁下まで一度に注入すると、注入圧力が大きくなりシールが切れることがあるため、注入は通常 2～3 回に分けて行う。

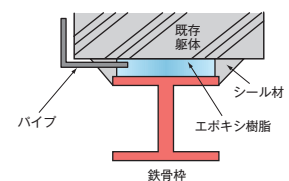


図 3-2-2 接着工法

参考文献 1) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成 22 年版（国土交通省監修）
建築保全センター 官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説平成 8 年版（建設大臣官房官庁営繕部監修）
2) オーム社 R/C 造建築物の耐震補強 耐震補強研究会編

3 鉄筋コンクリート造における外付け耐震補強

1. 工法の概要

一般的に外付け補強工事には、既存躯体に接着させる工法と、独立したラーメン架構を形成する工法とに分けられる。また各々の工法において、鉄筋コンクリート造による補強と鉄骨造による補強がある。

通常、外付け補強による耐震補強工事を施す場合、杭打ちを行うか地中梁の増打ちによる構造体拡張工事が発生する。既存インフラの調査や杭打機の作業寸法の把握が必要になる。

2. 使用目的

強度の向上（第1章4 参照）

3. 概念図・ディテール

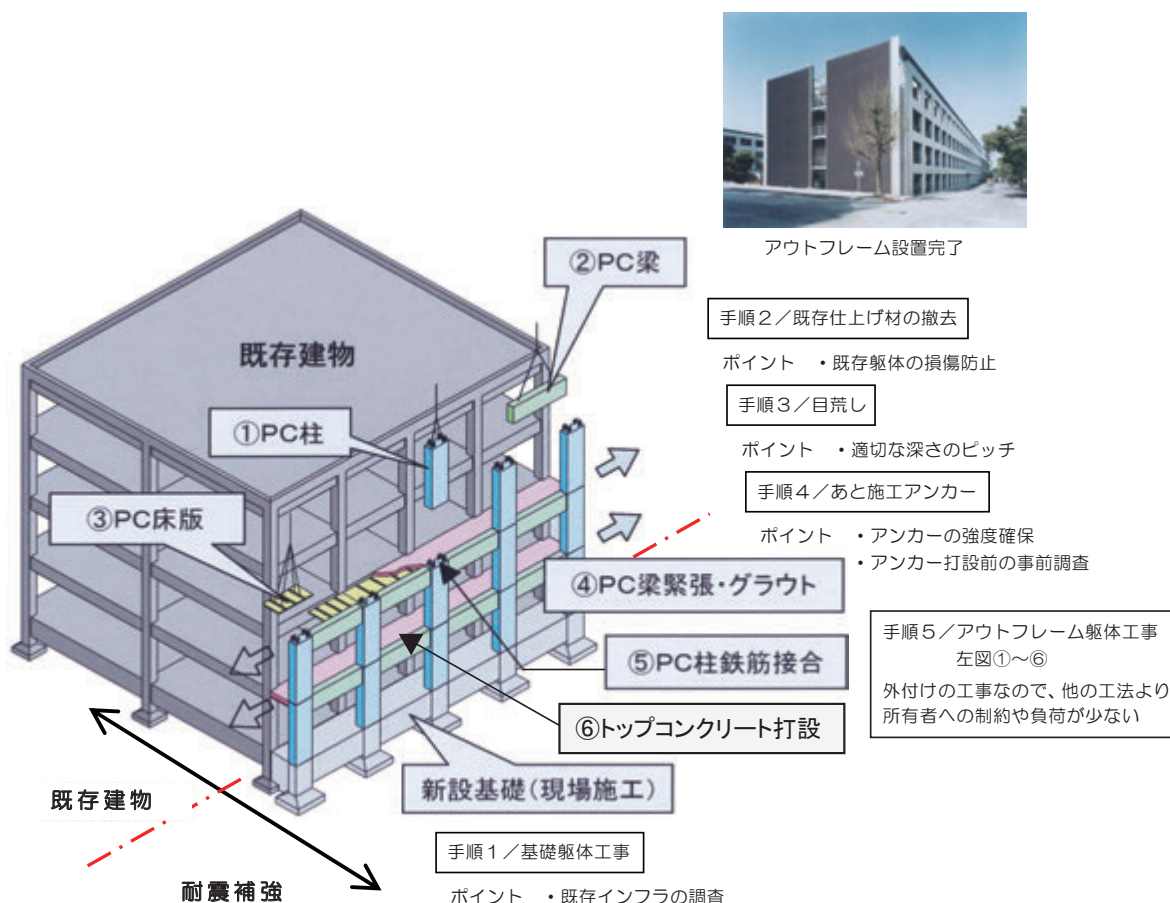


図 3-3-1 プレキャストによるアウトフレームの設置例 1)

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	杭工事・基礎工事	杭工事においては、新築の場合とほぼ同様の品質管理を行う。基礎躯体工事の増打ちについては、第3章1を参照。 図 3-3-2 基礎増打図 2)	杭工事、基礎躯体工事の着手前に建物外周および土中部分の既存インフラ確認を行い、干渉する部分については盛替え作業を行う必要がある。杭工事においては、施工可能寸法を把握し、重機の移動経路、必要施工寸法を確認しておく。 (第2章6 参照)
2	既存仕上げ材の撤去	(第3章1 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。外装仕上げ材については既存を存置する場合と撤去する場合で養生方法を検討する必要がある。また撤去時に防水層を傷つけ内部への漏水がないように注意することが重要となる。 (第2章7 参照)
3	目荒し	(第3章1 参照)	
4	あと施工アンカー	(第3章1 参照)	
5	RCアウトフレーム設置の場合	鉄筋・型枠・コンクリートについては、第3章1参照。1層ずつ打設する場合、大きな問題はないが、2層または3層同時に打設する場合、梁型枠の設置検討や柱コンクリートの打設方法の検討が必要である。	外壁面に設置するため、窓面がある場合は破損しないように養生を行う。大きな騒音が発生する場合は、防音シートによる養生を施す。 (第2章7 参照)
	鉄骨アウトフレーム設置の場合	鉄骨ブレース建方については、第3章2参照。鉄骨ブレースを既存躯体に取り付ける方法として、ウェブ部分にスタッドを取付け無収縮モルタルにより既存躯体に取り付ける方法や、ベースプレート形状による取付け、アンカーボルトによる取付け等、物件によってさまざまな方法がある。	鉄骨アウトフレームの建方は通常、クレーンによって外部足場上部より吊り下ろすが、建方前に既存躯体の撤去や目荒し、あと施工アンカーの施工を行うために外部足場が必要である。外部足場設置計画として、盛替え計画もしくはブラケットによる計画を検討する必要がある。 (第2章10 参照)
	PCアウトフレーム設置の場合	既存躯体とPCの取合い部分（鉄筋定着等）の納まり検討を十分に行い、PC材の発注を行う必要がある。また、あと施工部分のコンクリートが充填しにくい場合、空気抜きや打設用開口部を複数設け、密実にコンクリートを打設できるよう計画する。	鉄骨アウトフレームと同様、入念な外部足場の計画が必要になってくる。また、鉄筋の継手が溶接継手の場合、火災の危険が伴うため適切な火災予防措置が必要である。 (第2章8 参照) (第2章10 参照)

ワンポイント施工管理

外付けアウトフレーム工事の場合、既存のバルコニースラブや廊下スラブに増打ちを施し、アウトフレームを設置する場合がある。スラブ上げ裏の増打ちを行う際、型枠サポートの設置やコンクリート打設に伴う住民への配慮等、避難計画や安全計画も重要になってくる。工事受注後すぐに、施工範囲を把握し居住者、建物使用者に施工計画の理解を頂く必要がある。(第2章10 参照)

4 鉄骨造における耐震ブレース

1. 工法の概要

鉄骨造における耐震ブレースの既存骨組と補強部材との接合方法には、溶接接合または高力ボルト接合が考えられる。溶接接合による方法は、上向溶接・立向溶接等施工難度の高い溶接姿勢を避けることができない上、既存骨組みの鉄骨材料が溶接に適しているかどうかの問題もあり、溶接部の品質管理は容易ではない。高力ボルト接合による施工方法は、現場での孔空け精度の確保、摩擦面処理などの施工性に配慮する必要があるが、溶接接合に比較して施工性が良いと考えられる。ただし、溶接接合は避けられない場合が多いため、施工に際しては、厳しい品質管理と安全管理が必要となる。

2. 使用目的

強度の向上・靱性の向上（第1章4 参照）

3. 概念図・ディテール

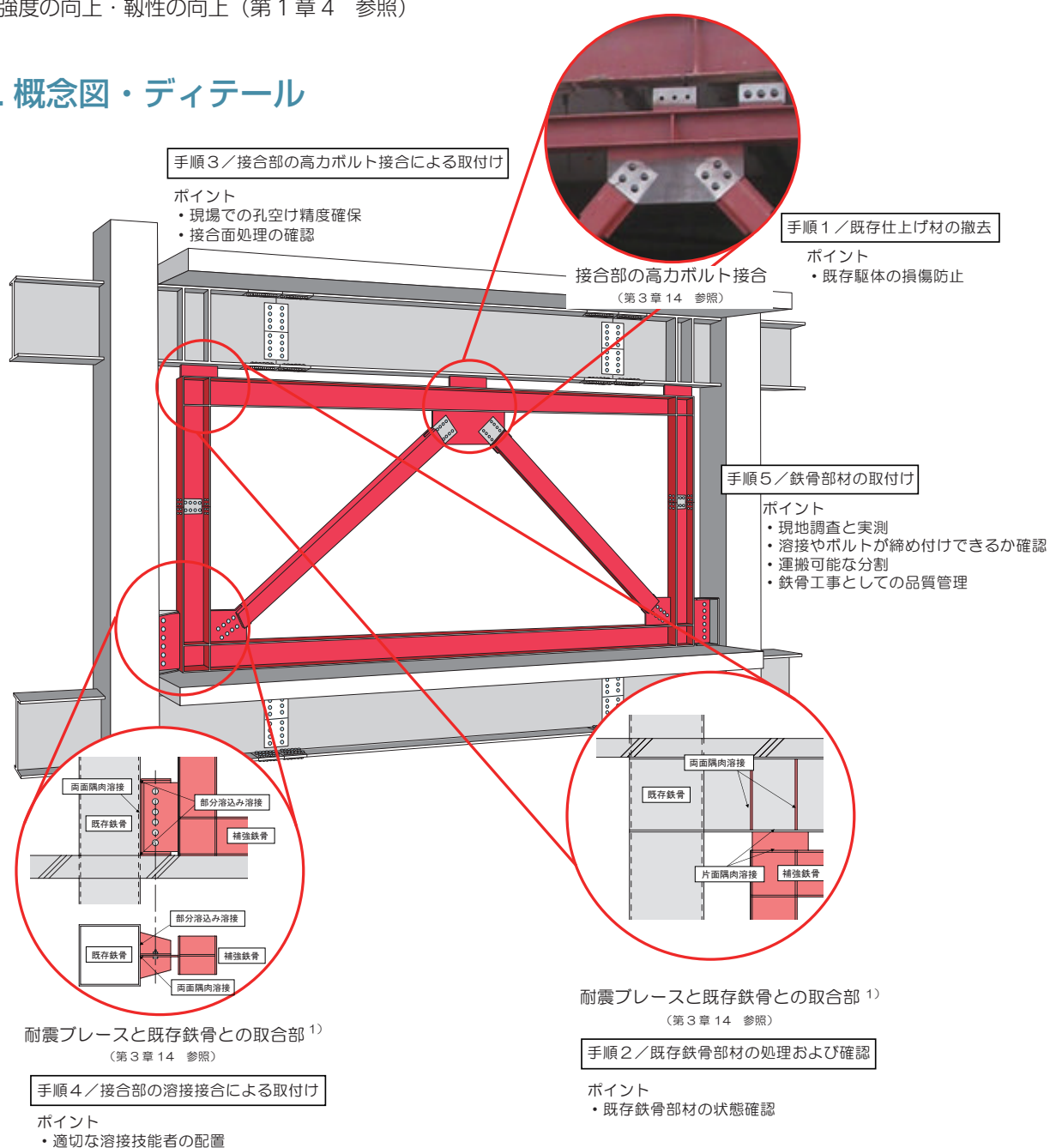


図 3-4-1 鉄骨造における耐震ブレース

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント								
1	既存仕上げ材の撤去	既存躯体に損傷を与えないようにする。 (第3章 11 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。施工場所の区画や防音養生を行い、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)								
2	既存鉄骨部材の処理および確認	補強する部位は、補強作業に支障をきたさない範囲の塗料・コンクリート等を除去し、異常がないことを確認する。									
3	接合部の高力ボルト接合による取付け	既存柱・梁の孔空けは、電気ドリルによる。摩擦面の処理はグラインダー掛けを原則とし、発錆剤を使用する場合は、その継手性能が機能上問題がないことを確認する。摩擦面は、赤錆発生状態を標準とする。 (第3章 14 参照)²⁾ <table><tr><th colspan="2">高力ボルトの孔径 (mm)</th></tr><tr><th>孔径</th><th>公称軸径 (d)</th></tr><tr><td>d + 2</td><td>d < 27</td></tr><tr><td>d + 3</td><td>d ≥ 27</td></tr></table>	高力ボルトの孔径 (mm)		孔径	公称軸径 (d)	d + 2	d < 27	d + 3	d ≥ 27	電気ドリルによる孔空けは、大きな騒音、振動を伴うものではないが、居住者または執務者への配慮を心がける。 (第2章 7 参照)
高力ボルトの孔径 (mm)											
孔径	公称軸径 (d)										
d + 2	d < 27										
d + 3	d ≥ 27										
4	接合部の溶接接合による取付け	溶接を行う既存鉄骨の材質（化学成分）を調査し、溶接性について検討を行う。 溶接は、溶接方法および姿勢に応じた資格を有する溶接技能者により行うものとし、特に上向き溶接の場合は施工条件を考慮した適切な施工前試験を行うなどにより、その技量に問題のないことを確認することが望ましい。 (第3章 14 参照)	火気使用の際には消火器、水バケツ、防災シート、噴霧器を用意する。また火気使用の煙・熱等による防災機器の誤作動には、感知器の養生や火報連動停止の対策を講じる。 (第2章 8 参照)								
5	鉄骨部材の取付け	鉄骨の実測は既存仕上げ材の撤去完了後から行う。鉄骨ブレース補強において鉄骨寸法精度が品質管理上、最も重要となる。また工程上、クリティカルになることが多い。 (第3章 14 参照)	鉄骨ブレースを設置箇所に運搬するために、初期段階から分割位置の検討が必要になる。建物内を運搬する場合、十分に検討を行う。 (第2章 9 参照)								

ワンポイント施工管理

■リベットの取替え²⁾

古い鉄骨では、接合にリベットを用いたものが多い。これらは、長い経年で欠蝕したもの、繰返し荷重等で弛緩したものなど接合部としての機能が低下していることがある。このため、接合部の補強やリベットを高力ボルトに取り替える場合、以下のことに注意する。

- 1) リベットの取外しは、1 継手内で高力ボルトと差し替えながら進める。
- 2) リベットの取外しの方法は下図に示す。
- 3) リベットの現場継手は、接合面が塗装されていることがある。高力ボルト接合の所定の摩擦係数が得られるよう、塗装は除去する。
- 4) 接合部耐力をチェックして、必要な補強を行い、作業中の安全性を十分確保する。
- 5) 孔径の“ずれ”に注意し、場合によっては、ガセットプレートを取り替える。

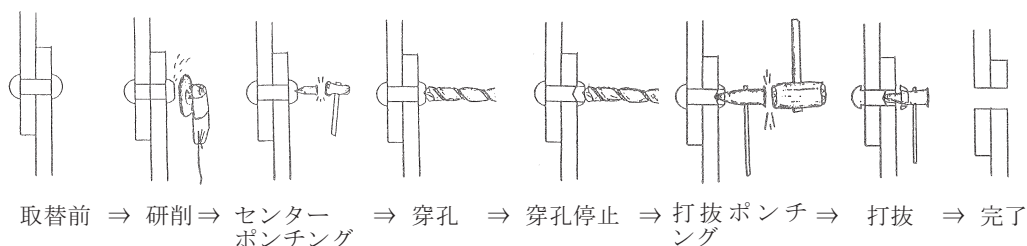


図 3-4-2 リベットの取替え²⁾

参考文献 1) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成 22 年版（国土交通省監修）
2) 日本鋼構造協会 既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル改訂版（建設省編集）

5 鉄筋コンクリート造における柱補強(RC 巻き立て)

1. 工法の概要

鉄筋コンクリート造巻き立てによる柱補強は、主にピロティや橋梁の柱等に採用されることが多い。工法としては、溶接金網巻き工法および溶接閉鎖フープ巻き工法がある。既存柱の外周部を 60 ～ 150mm 程度の厚さの鉄筋コンクリートまたは鉄筋補強モルタルで巻き立てて補強する方法である。

柱は一般にせん断耐力と曲げ耐力の比が大きいほど変形能力が向上する。そこで曲げ耐力の上昇を防ぎながらせん断耐力を向上させるために、床上と梁下に 30 ～ 50mm 程度のスリットを設けてきた。しかし阪神・淡路大震災における鉄筋コンクリート柱の被害では、柱のせん断破壊だけでなく軸力による引張降伏や圧壊と思われる被害が多かった。そこで曲げ、せん断、軸耐力を増大させるため、主筋をスラブ貫通させ上下階を連続させた補強部材の配置とする補強工法も採用されるようになった。

スリットを設けるか設けないかは構造上の重要なポイントとなるので、施工時に間違えないように注意する。

2. 使用目的

強度の向上・靱性の向上（第 1 章 4 参照）

3. 概念図・ディテール

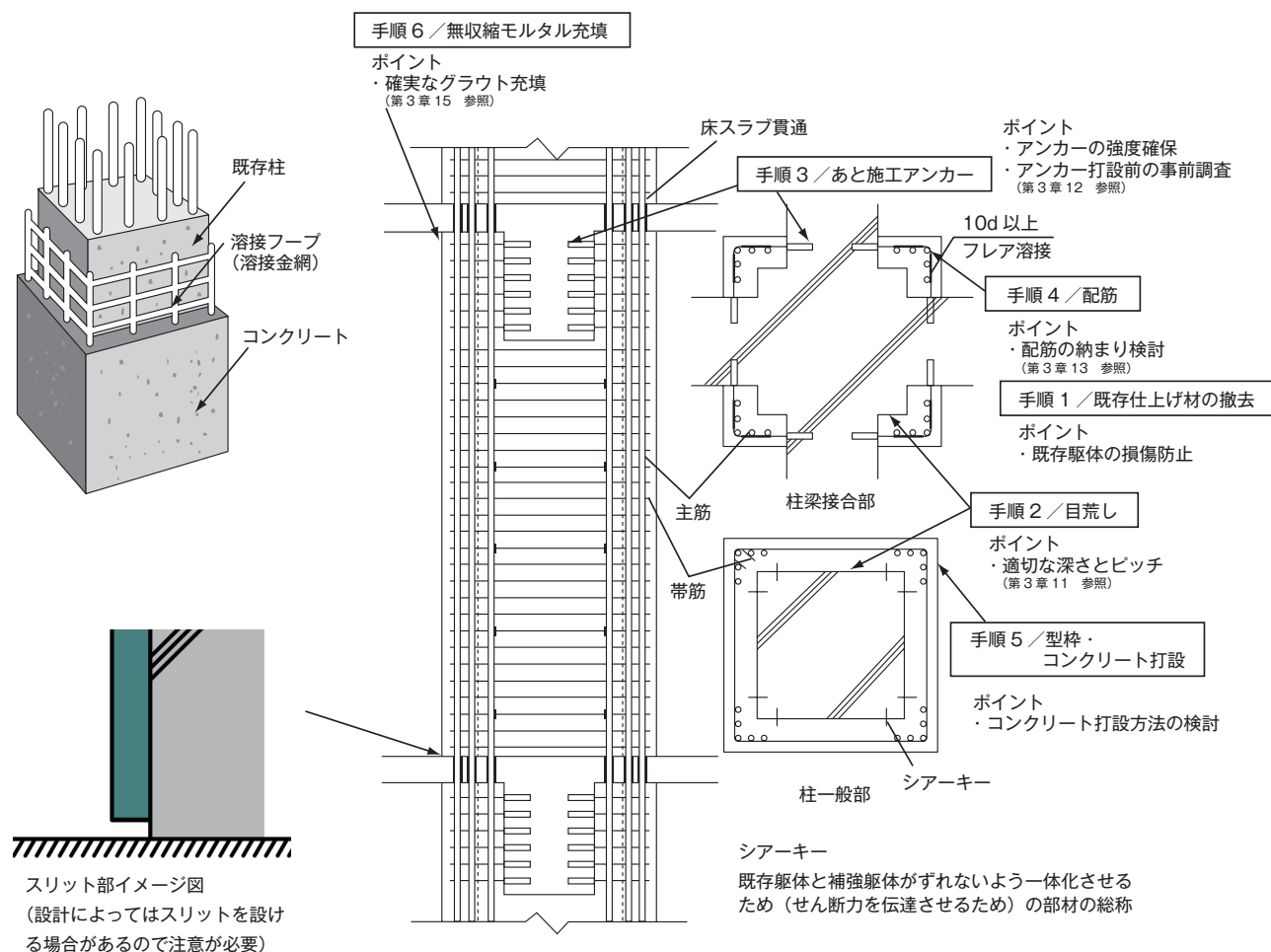


図 3-5-1 RC 巻き立て補強

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	既存仕上げ材の撤去	既存躯体に損傷を与えないように施工を行う。 (第3章 11 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。施工場所の区画や防音養生を行い、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
2	目荒し ¹⁾	増打ち壁を設置する面 10～15% 程度 柱および梁の補強を行う面 15～30% 程度 深さ：2～5mm程度（最大で5～7mm） (第3章 11 参照) 例 40φ—@75の場合 （はつり痕面積比 22.3%） 40φ—@100の場合 （はつり痕面積比 12.6%）	チッパー等で施工を行うため、既存仕上げ材の撤去時以上に、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)
3	あと施工アンカー	・ 製品についての十分な知識を持ち、訓練された施工管理者と施工技能者を選任する。 ・ 事前調査を行い、既設躯体の不具合等を解決しておく。また、施工条件に適合する機械・設備を選定する。 ・ 作業工程ごとに明確な管理基準を定めた施工確認シート等を活用して、管理を行う。 (第3章 12 参照)	あと施工アンカー工事に通常使用するハンマードリルは、騒音、振動ともに居住者の住居環境に与える影響が大きい。近年は低騒音・低振動工法であるコアドリルによる穿孔工法が多く見られる。 また、あと施工アンカーを打設する前に鉄筋探査を行うとともに、インフラ調査を行い住居環境を損なわないように配慮する。万が一の場合に備え、インフラのバックアップ体制を整えておく。 (第2章 7 参照)
4	配筋	主筋 主筋を通し配筋とする場合は、スラブのコア抜きを行う。コア抜きの際に、スラブ筋や打込み配線を切断しないよう、探査を行う。万が一、スラブ筋に干渉する場合には、主筋位置を優先する可能性があるため、監理者と協議する。 (第2章 4 第3章 13 参照) 帯筋 または 溶接金網 せん断強度を向上させるための補強工事の場合には、溶接金網による重ね継手の施工が可能だが、軸耐力を高める場合には閉鎖型とする必要がある。 (第3章 13 参照)	鉄筋材を補強場所に運搬する計画が必要となる。 (第2章 9 参照) 図 3-5-2 は、既存柱の周囲に帯筋を設置する断面図を示している。既存柱は中央にあり、その周囲に主筋 D16@200 程度の帯筋が配置されている。帯筋は既存柱の角部で 10d 以上のフレア溶接で接続されている。また、溶接フープは D10 以上、100mm ピッチ以下で配置されている。コンクリートは 100mm 以上、モルタルは 60mm 以上と指定されている。
5	型枠・コンクリート打設	既存躯体に付着している埃等の除去を行い、コンクリート打設を行う。 ポンプ配管を行うことができない場合、一輪車手押しによるコンクリート打設となる。作業時間を検討し、1日打設可能数量を把握する必要がある。	現地の状況により、「圧入」か「流し込み」かの打設計画を行う。 (第2章 9 参照) また、コンクリート打設においては居住者に周知し、騒音、振動発生においての理解を得る。
6	無収縮モルタル充填	グラウト打設は中央部分から行い、端部にエア抜き用ホースを設置し、グラウトが流出したことを確認することで、確実に空隙がないように施工を行う。 (第3章 15 参照)	施工を行う場所に隣接している部屋へのグラウト流出がないように、事前にひび割れや空洞、型枠の隙間がないか確認する。また、施工日には確認者を配置する計画も必要となる。

ワンポイント施工管理

軸力補強を行う場合、柱脚部分では主筋を地中梁または基礎に定着させる必要がある。掘削工事が発生し、施工難度も高くなるため、掘削機械の搬入・搬出計画、コンクリート打設計画や、残土に対する養生方法の検討も必要となる。(第2章 5 第2章 9 参照)

6 鉄筋コンクリート造における柱補強(鋼板巻き立て)

1. 工法の概要

鋼板による柱の補強工法は、柱のせん断耐力の向上を図ることで、建物全体の靱性能力の向上を目的としている。既存柱の周りに分割した補強用鋼板を溶接接合し、鋼板を巻き立て、エポキシ樹脂やモルタルまたはコンクリートを鋼板と既存柱の間に充填して施工する。鋼板を溶接する姿勢が立て向きになることや、充填剤を注入する際に鋼板がはらまないようにすることが施工上のポイントとなる。

2. 使用目的

靱性の向上 (第1章4 参照)

3. 概念図・ディテール

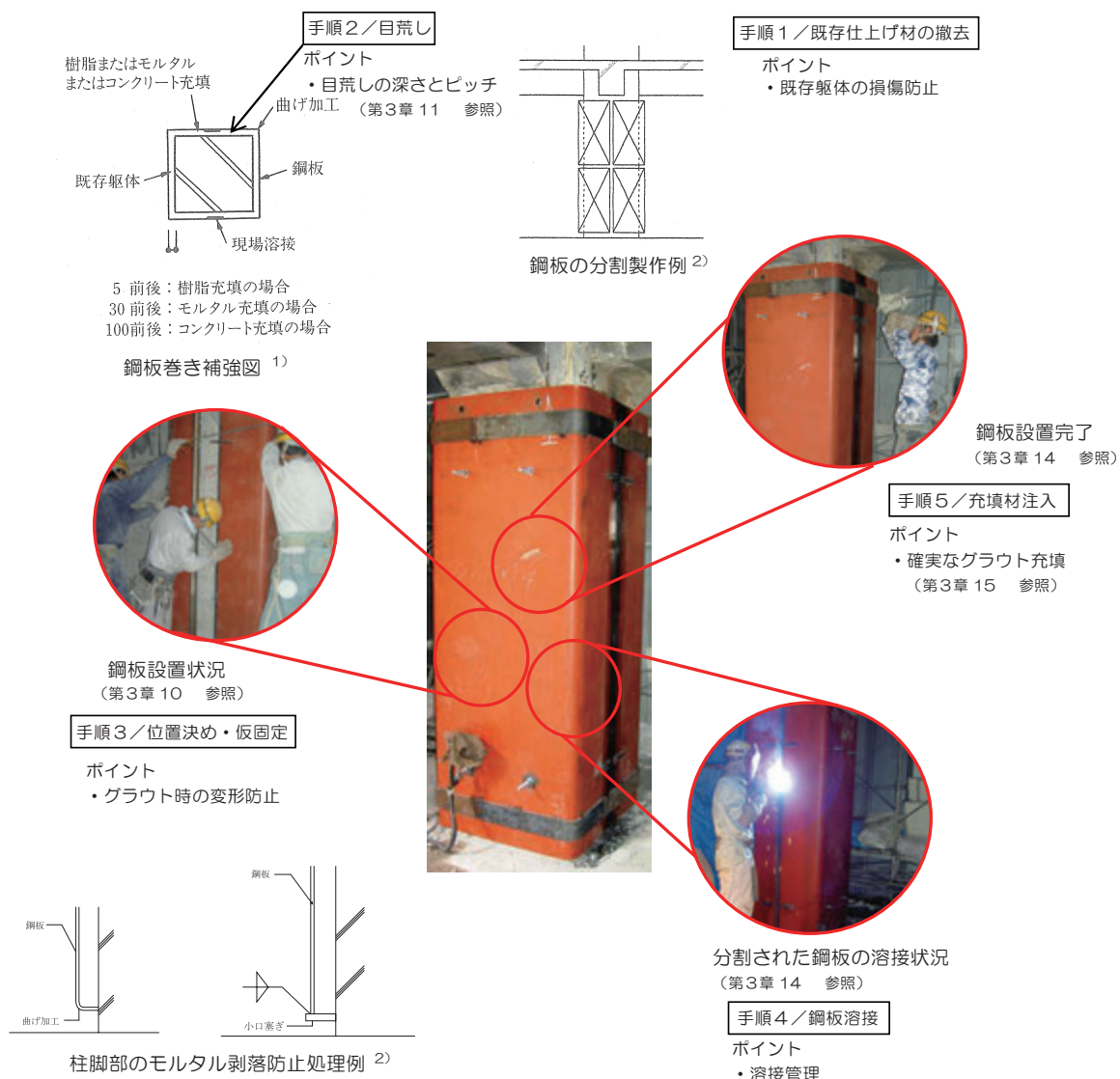
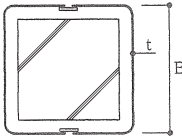
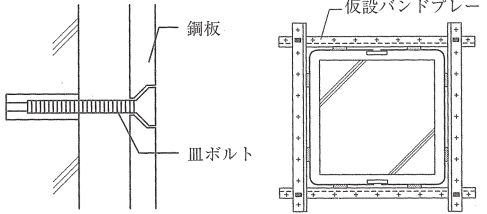
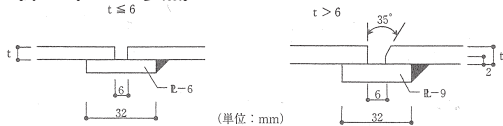
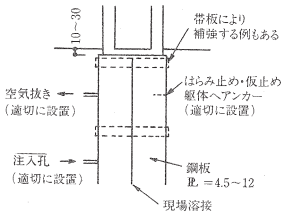


図 3-6-1 鉄筋コンクリート造における柱補強 (鋼板巻き立て) ³⁾

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント										
1	既存仕上げ材の撤去	既存躯体に損傷を与えないように施工を行う。 (第3章 11 参照)	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。施工場所の区画や防音養生を行い、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)										
2	目荒し ⁴⁾	増打ち壁を設置する面 10～15% 程度 柱および梁の補強を行う面 15～30% 程度 深さ：2～5mm程度（最大で5～7mm） (第3章 11 参照) 例 40φ-@ 75 の場合 （はつり痕面積比 22.3%） 40φ-@ 100 の場合 （はつり痕面積比 12.6%）	チッパー等で施工を行うため、既存仕上げ材の撤去時以上に、居住者、周辺住民の住居環境を損なわないようにする必要がある。 (第2章 7 参照)										
3	位置決めボルト、はらみ止め・仮止めアンカー（鋼板取り付け用）	鋼板の位置決め用ボルトや、はらみ出し防止用の仮設材を設置する。 仮設バンドプレートによって、はらみ止めを施す場合もある。 <table border="1"><thead><tr><th>板厚 t (mm)</th><th>補強鋼板幅 B (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>4.5</td><td>400</td></tr><tr><td>6</td><td>500</td></tr><tr><td>9</td><td>800</td></tr><tr><td>12</td><td>1000</td></tr></tbody></table>  (注) 1.ラウンド高さ 2.5m とした時に側圧に対して強度上必要となる板厚と鋼板幅の目安である。 2.はらみ出し量を低減する必要がある場合には、板厚を増すが、別途はらみ出し防止対策を講じる必要がある。 図 3-6-2 はらみ出し防止が必要な補強板幅の目安 2)	板厚 t (mm)	補強鋼板幅 B (mm)	4.5	400	6	500	9	800	12	1000	はらみ出し防止をあと施工アンカーによって行う場合、通常使用するハンマードリルは騒音、振動ともに居住者の住居環境に与える影響が大きい。近年は、低騒音・低振動工法であるコアドリルによる穿孔工法が多く見られる。 (第2章 7 参照)  図 3-6-3 鋼板の位置決めボルト 2) 図 3-6-4 仮設バンドプレート 2)
板厚 t (mm)	補強鋼板幅 B (mm)												
4.5	400												
6	500												
9	800												
12	1000												
4	鋼板溶接	・ 鋼板の実測は、既存仕上げ材の撤去後から行う。上下 10～30mm 程度のスリットを設け、曲げ終局時せん断力が上昇しないようにする。 ・ 溶接は立て向き溶接となるため、高い技量を持つ溶接作業者が行う必要がある。 ・ 溶接部の検査は JASS6 に準拠して行う。 (第3章 14 参照)  図 3-6-5 溶接継目の開先標準例 2)	鋼板を設置箇所に運搬するために、初期段階から分割位置の検討が必要になる。建物内を運搬する場合、十分に検討を行う。 (第2章 9 参照) 溶接による火災の危険が伴うため、適切な火災予防措置が必要である。 (第2章 8 参照)										
5	充填材（エポキシ樹脂・モルタル・コンクリート）の流し込みおよび注入	エアが残らないように圧入、充填を下から行い、上部に空気抜きを適切に設置する。(第3章 15 参照)  図 3-6-6 充填材注入用施工図 1)	現地の状況により、「圧入」か「流し込み」かの打設計画を行う。 (第2章 9 参照) また、コンクリート打設においては居住者に周知し、騒音・振動発生においての理解を得る。										

参考文献 1) 第一法規 学校施設の耐震補強マニュアル RC 造校舎編 著者文部科学省

2) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成 22 年版（国土交通省監修）

3) 株式会社トータルオフィス・ムカイ 施工写真

4) 建築保全センター 官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説平成 8 年版（建設大臣官房官庁営繕部監修）

7 鉄筋コンクリート造における柱補強(炭素繊維巻き)

1. 工法の概要

基本的に独立柱の補強に使用されるが、壁付柱、梁などにも応用されている。鉄の約 10 倍の引張強度を持つ炭素繊維を既存躯体の周囲に巻くことにより、靱性（変形性能）を高める。比較的騒音、振動が少ないので、建物を使用しながらの施工の場合には居住者にかかる負担が少ない。

比較的施工は容易であるが、施工技能者の技量や知識により施工の良否を左右されることがあるので優秀な技能者を確保する必要がある。

注：「繊維補修補強協会」で施工士、施工管理士の認定を行っている。その他特殊工法では工法ごとに技能講習等が行われているので、工法が決まればまず確認する必要がある。

2. 使用目的

せん断終局強度を上昇させて、靱性を向上させることを目的とする。

3. 概念図・ディテール

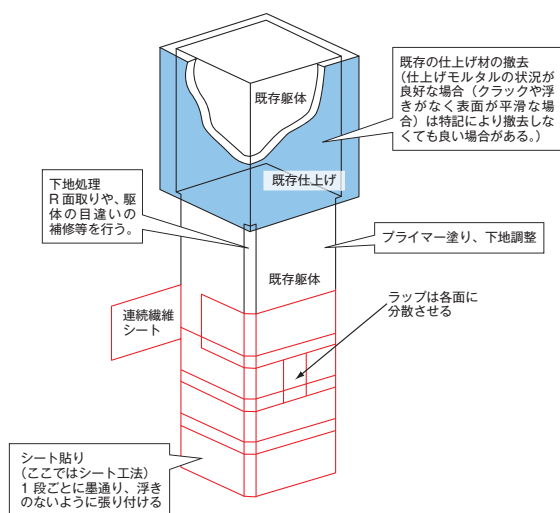


図 3-7-1 シート工法

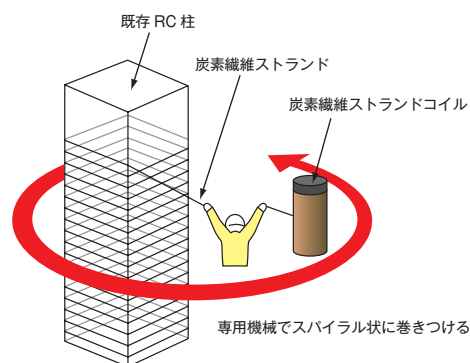


図 3-7-2 ストランド工法

梁や壁付柱など繊維シートを閉塞できない場合は

イ. 定着金物を用いる方法

ロ. 貫通口を開けストランドを通し閉塞させる方法の 2 通りがある。

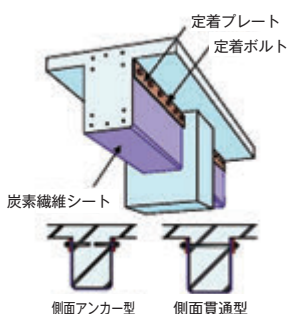


図 3-7-3 梁への応用

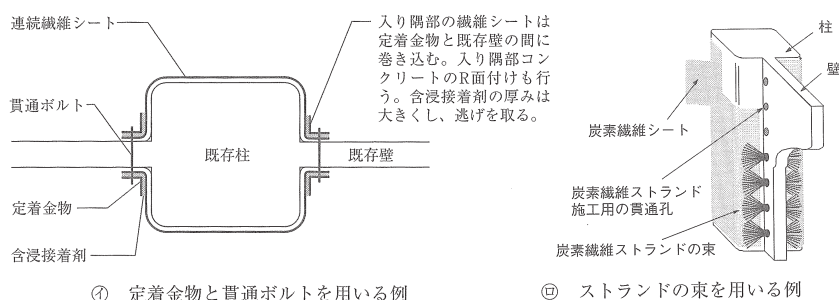


図 3-7-4 壁付柱への応用 1)

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	既存仕上げ材の撤去	- 既存躯体を傷めないように注意する。 (第3章 11 参照) - 仕上げモルタルの状態が良好な場合は、撤去の必要がない。	既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生する。はつり作業の生じるモルタルの撤去はなるべく行わないで済むように、仕上げの状態を見て判断する。
2	下地処理	- モルタル補修やサンダー掛けなどで躯体面を平滑にし、柱の隅角部はR面取りを行う。(炭素繊維シートの場合で20以上) - 既存躯体に損傷、老朽化がみられる場合は設計者と協議を行い、別途補修が必要となる場合がある。	
3	コア抜き	- 壁付柱や梁の補強の場合には、コア抜きを行う。 - 必要な鉄筋を切らないように、事前に調査を行う。	建物を使用しながらの工事の際は、排水処理や騒音、振動に注意する。
4	プライマー塗布	- 所定の配合を守り、均一に混練する。 - 下地の躯体表面が乾燥していることを確認の上、可使時間内に塗布する。 (第3章 16 参照)	臭気対策が必要となる。換気計画を十分にを行い近隣対策に十分配慮をするとともに、作業員の防護マスク環境にも注意を払う必要がある。
5	下地調整	- 樹脂系下地調整剤（パテ等）を用いて不陸、段差、ピンホール等の調整を行う。 (第3章 16 参照) - セメント系の下地調整剤を使用する場合は、プライマー塗布と下地調整の順序が反対になる。	
6	墨出し	- 施工図に基づき墨出しを行う。その際、ラップの位置と長さに注意する。 - ラップ長は、一般的に200mm以上とする。水平、垂直のラップ長を考慮して割り付け図を作成し、墨出しを行う。	
7	シート貼付け	- プライマーが十分乾燥していることを確認する。 - 含浸接着樹脂の練混の配合、可使時間に注意する。 - シートは、しわ膨れなどがないように十分押える。隅角部は特に注意を払い、しわ、浮き、気泡が発生しないように施工する。 (第3章 16 参照)	臭気対策が必要となる。換気計画を十分にを行い近隣対策に十分配慮をするとともに、作業員の防護マスク環境にも注意を払う必要がある。
8	養生	硬化が完了するまで、水分、埃がつかないように注意する。	
9	検査	引張試験、付着強度試験の2種類が標準である。実施の有無、試験数量等は特記により、合否の判定はメーカーの基準による場合が多い。耐久性試験を行う場合もある。	実際に施工したシートに試験を行うと強度が失われるので、同じ条件での試験片を施工と同時に作成し、試験を行う場合が多いので、事前に確認しておく必要がある。
9	仕上げ	- 見えがかりとなる部分では意匠、補強材の養生、防火の3つの理由から仕上げが必要である。防火については建築基準法、消防法にのっとり行う必要がある。 - モルタルで仕上げる場合は付着がよくないので下地処理が必要である。	

8 腰壁・垂壁・袖壁のスリット

1. 工法の概要

耐震設計を考慮していなかった鉄筋コンクリートの非構造部分の壁が柱に悪影響を及ぼし、耐震性能を低下させるのを防止するために設置する構造目地である。

2. 使用目的

短柱の解消…柱の可とう長さ（たわむことのできる長さ）を大きくして変形性能を高める。

破壊モードの改善…柱と壁を完全に分離することにより、柱の破壊モードをせん断破壊型から曲げ破壊型になるように改善する。

3. 概念図・ディテール

完全スリット（壁の全断面を切断）、部分スリット（壁断面を 50mm 程度残す）の 2 種類がある。

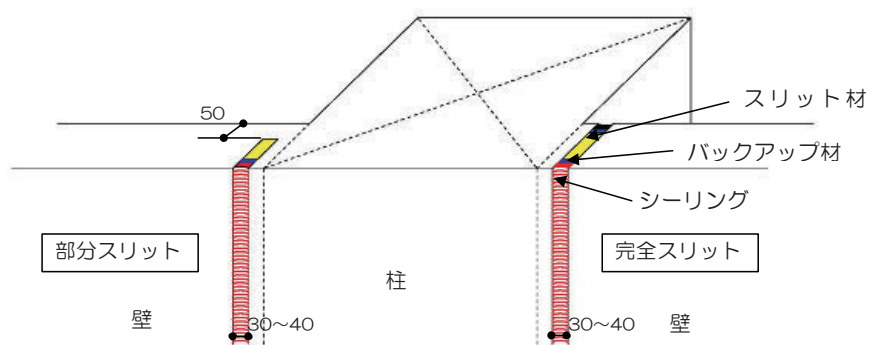


図 3-8-1 部分スリットと完全スリット

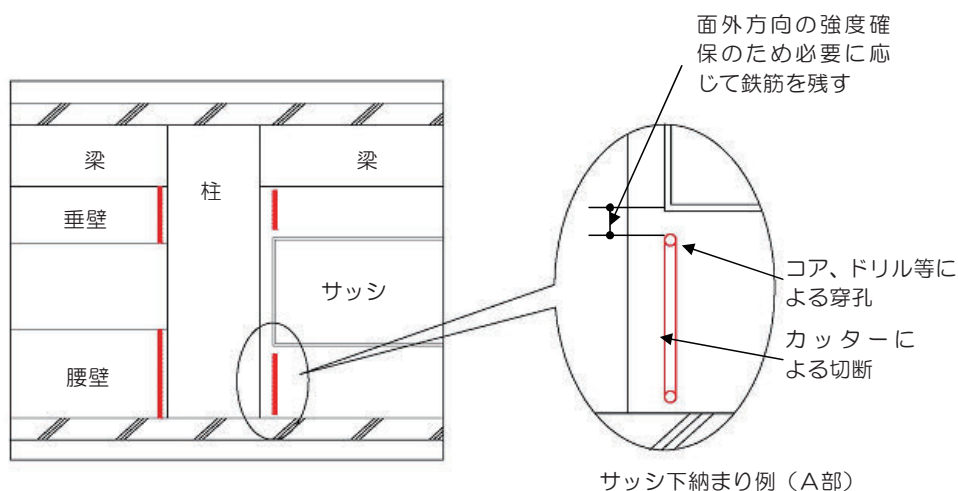


図 3-8-2 スリット概念図

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	仕上げ材の撤去	既存躯体を傷めないように注意する。 (第3章 11 参照)	- 既存仕上げ材の撤去においては、騒音、振動、粉塵が発生するので事前に対策を検討しておく。 - 必要な配管がある場合は、着工前の調査により事前に盛り替えておく。 (第2章 2 参照)
2	壁の切断	- コンクリートカッター等で精度よく切断する。 (第3章 11 参照) - サッシ取合いなどは面外方向の強度を残すため、必要に応じて一部横筋を残す。	- コンクリートカッター等を使用する際の排水に注意する。 - はつり工事を伴う場合は、騒音、振動、粉塵対策を事前に検討しておく。 - 建物を使用しながら外部に完全スリットを施工する場合は、工事中の止水対策を検討しておく。
3	スリット材の取付け	- スリット材の仕様は必ず設計に確認する（耐火性能が必要ないか確認）。 - 外壁面の場合は止水性能を併せ持ったものを使用する。 - スリットの両端部のコンクリートカット面はスリット材、シールの接着をよくするためプライマー処理する。 - 既成スリット材の仕様書を確認する。	
4	シーリング	- 外壁に配置された耐震スリットには、外壁面および内壁面の2箇所をシールする。 - 外壁側は2重シールがのぞましい。	建物を使用しながら施工する場合は、臭気対策が必要である。

5. サッシ下納まり例

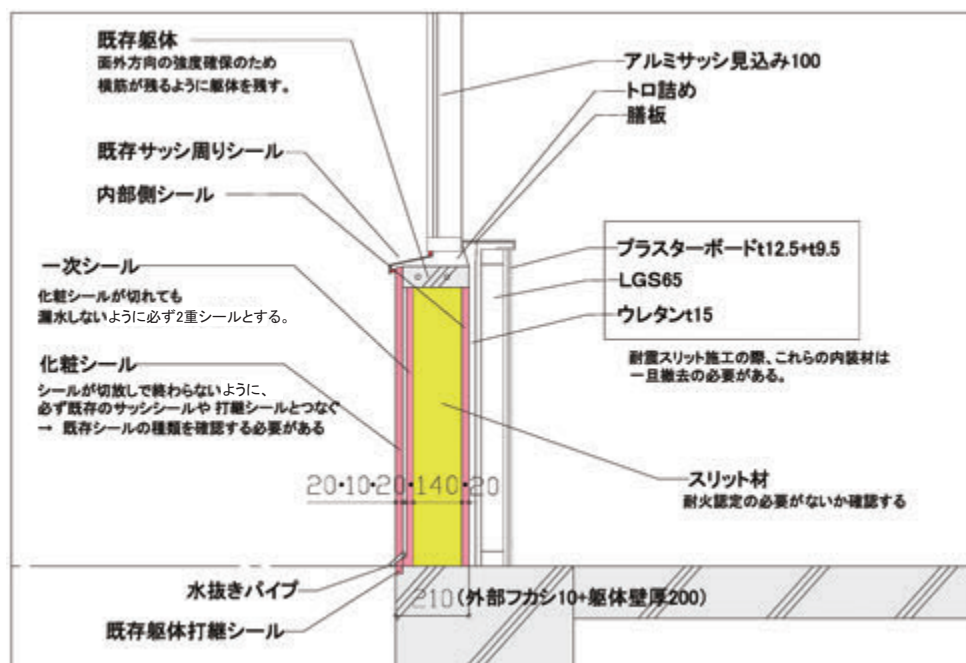


図 3-8-3 スリット参考納まり図

9 鉄骨造・鉄筋コンクリート造における制震ブレース・ダンパー

1. 工法の概要

制震部材（ブレースやダンパー）を取り付けることにより、既存構造体だけでは不足している地震動に対するエネルギー吸収能力を向上させ、振動応答を減少させることにより必要な耐震性能を確保する。

2. 使用目的

耐震性能の向上

3. 概念図・ディテール

いずれの場合も制震・免震部材を取り付ける際に、部材に初期応力がかからないように注意することが必要である。

1 制震ブレース

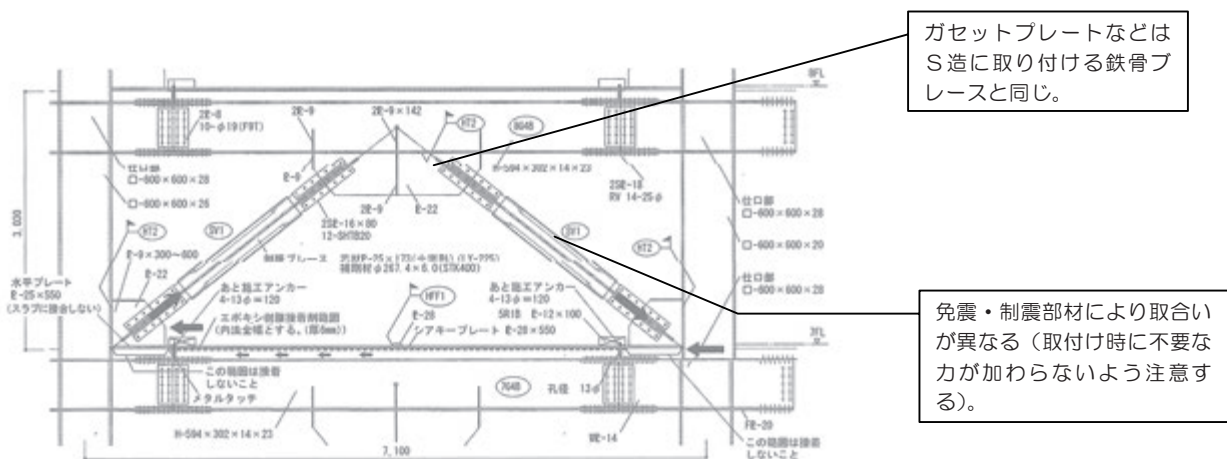


図 3-9-1 S造への取付け例 1)

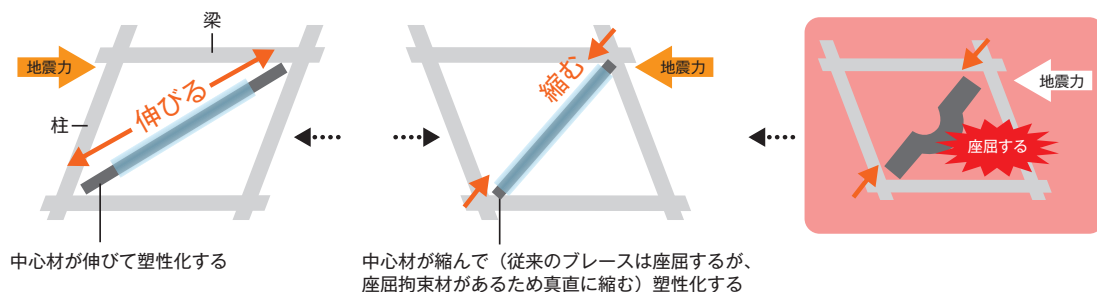


図 3-9-2 制震ブレースの仕組み (例)

通常のブレースと違い、中心材が座屈拘束材で補強されているため座屈せず、引張と圧縮の両方に同等の性能を有する。中心材を降伏させ地震エネルギーを塑性変形エネルギーに変換し、地震力を低減する。部材を早く降伏させるために、中心材には低降伏点鋼等が使われる場合がある。また、座屈拘束材は中心材と一体化させず（アンボンド）、座屈の拘束のみに使われる。

2 制震ダンパー

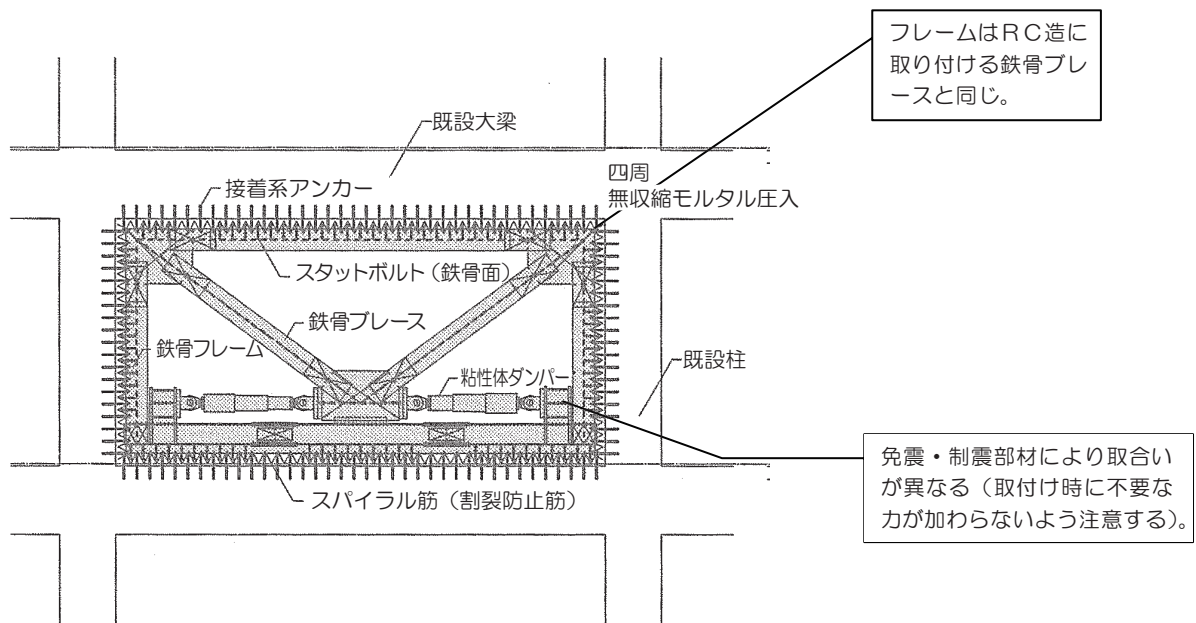


図 3-9-3 RC 造への取付例 1)

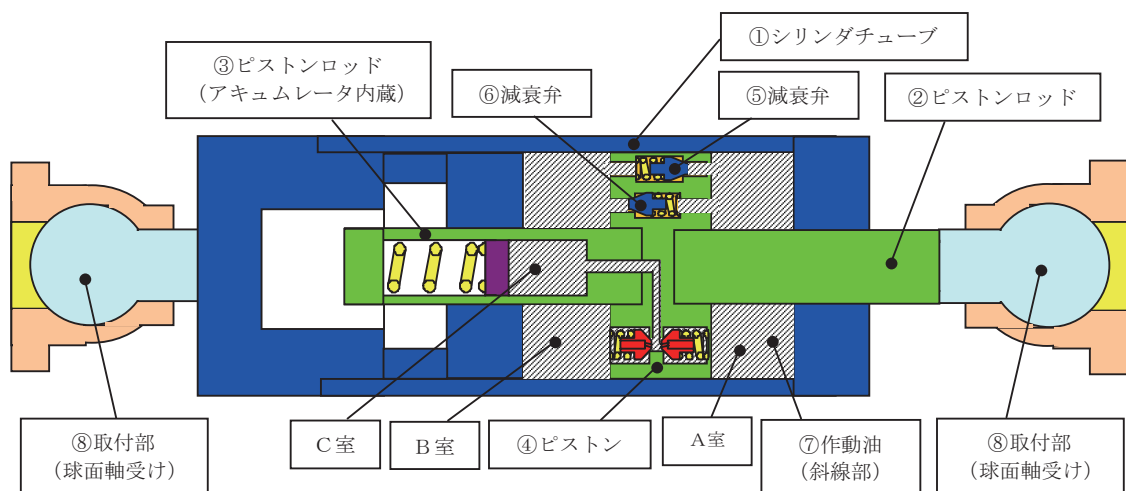


図 3-9-4 オイルダンパーの構造例 2)

ダンパーが地震動により伸縮する際に、作動油がA室からB室に移動する際の流体抵抗により減衰力を発生させる（流体抵抗により地震エネルギーが熱エネルギーに変換される）。

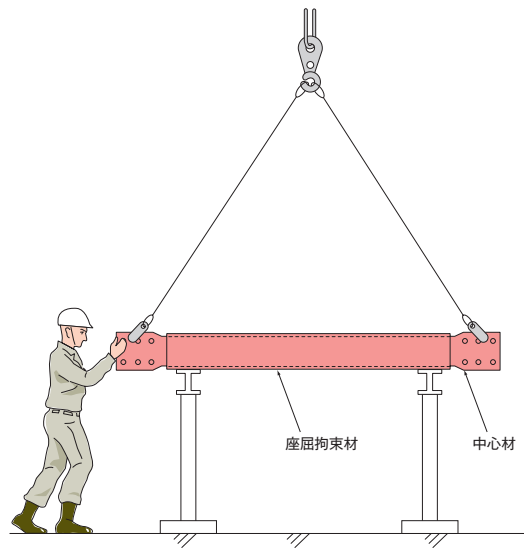
※油を使っているためダンパーの大きさ、数量によっては消防法の少量危険物にあたると判断される可能性があるため、所轄の消防署に確認する必要がある。

4. 品質管理手法

	施工手順	品質のポイント	施工計画のポイント
1	設計図、工程、 現地の確認	・設計図と現地を確認し不都合がないか確認する。 (第2章2 参照)	納期が工程に合うか確認する。 (第2章2 参照)
2	施工図、製作・ 施工要領書の 作成	・制震部材とフレーム部材は別業者となる場合が多いので、取合いのボルトの手配がどの業者になるかなど、事前の確認が必要である。 ・制震部材の製作については検査内容などメーカー、設計者と特に綿密な確認が必要である。	・フレームと制震部材の工事範囲をよく確認する。 ・取付けは同一業者となる場合が多いので、施工図の段階で取付方法についてよく打合せを行っておく。
3	工場検査	・製作要領書で定めた検査内容について確認する。 ・制震部材の種類により検査項目が違うので、製作要領書作成の際によく確認する。 ・部材によっては、実際に加力して履歴を確認する場合がある。	・仮設ピースや実際のスケール感等図面で分りにくいところをよく確認し、現地に取り付けられるか注意する。
4	フレーム、ガ セットプレート の取付け	第3章2、第3章3、第3章4 参照	第3章2、第3章3、第3章4 参照
5	制震ブレース、 ダンパーの取 付け	・フレームと同時に取り付ける場合と、フレーム取付け完了後に取り付ける場合がある。 ・いずれも制震部材に初期応力が加わらないように注意する。 ・取付けは施工要領書に従う。	・制震部材は他の部材のように分割できない場合が多いので、搬入経路、揚重方法は十分に確認を行う。
6	引渡し、メン テナンス	・部材が可動できる必要があるので、可動範囲などを発注者に明快地伝えておく。 ・オイルダンパー等制震部材によっては、継続的なメンテナンスが必要な場合があるので、必ず発注者にその内容を伝達する。またメンテナンス時に目視できる必要があるので、引渡し後の仕上げの変更などにも制約のあることを伝えておく。 ・メンテナンスが必要な場合は、メンテナンス業者と契約をしてもらうように発注者に説明をする。	

5. 製作要領書の作成ポイント（アンボンド型低降伏点鋼使用制震ブレースの場合）

- ・ 材料の確認……………各部材のミルシートの確認、工場入荷後のマーキングによる確認など、部材の取り間違えがないような管理が工場でなされているか確認する。
- ・ 可動状況の確認………下図のように、軸部材と座屈補剛材が離れて独立に可動することを確認する。



座屈補剛材を台に載せ、軸部材をクレーンで吊り上げ両者が独立して動くようにして、手で押して、きちんと動くことを確認する。

図 3-9-5 稼働状況の確認要領（例）

- ・ 錆止めの確認……………軸部材と座屈拘束材の間などは組み立ててからでは塗装ができないので、事前に錆止め塗装を行う必要がある。製作の手順に手戻りがないか要領書で確認するとともに、あとから検査できないものについては、写真等を撮影するように要領書に盛り込む。
- ・ その他、鉄骨工事の要領と同じものは同様に行う。

6. 引渡し時の注意点（発注者への申し送り事項）

- ・ 制震ブレース、制震ダンパーはいずれも、わずかであっても可動する範囲がある。その可動を妨げるような仕上げ改修や、資材、家具等の設置を行わないように発注者に申し伝える必要がある。また、いずれも定期的あるいは地震発生後に点検をする必要があるので、点検用のスペースが必要であることも必ず伝えておく必要がある。
- ・ オイルダンパー等定期的なメンテナンスが必要なものは、竣工後、ランニングコストがかかるので、メンテナンス契約を専門業者と結んでいただくように施工前から発注者に伝えておく必要がある。
- ・ 定期的なメンテナンスが必要なものには、初期値を測っておく必要がある場合がある。その際の最初の測定は施工者が行うのか、メンテナンス業者が行うのかを明確にしておく（通常は施工者）。

7. メンテナンス要領書の作成ポイント（オイルダンパーの記載例）

- ・ 維持管理体制……………発注者、メンテナンス業者、施工者の役割分担、責任範囲を明確にする。
- ・ 点検時期……………施工後定期的に行うものおよび地震時等、緊急に行うものの位置づけを明確にする。定期的に行うものについては、その間隔を記載する。
- ・ 点検内容の例……………塗装面のキズ・錆、ロッドのキズ・錆、油漏れ、周辺の障害物の有無、ボルトの緩み等を点検する。

10 施工図・製作図作成の留意点

耐震改修工事は新耐震設計法導入以前（昭和 56 年）の建物の工事であり、建物によっては設計図や施工図が完全には保管されていない場合もある。また図面が残っていても何度も改修、更新を行っている場合もある。そのため、実測しないと正確な寸法を把握できない場合が多い。設計図から施工図、製作図を作成する際は必ず実測の上、作成することが大切である。

本章では、施工図、製作図を作成するうえでの実測のポイントについて述べる。

1. 製作図と納期の関係

改修工事の場合は、設計図と現場とが不整合な場合がある。製作図の作成には必ず実測が必要であり、工程の作成の際には通常の作図期間、製作期間の他に実測に要する期間を見込む必要がある。盛替えができない設備と耐震補強材の干渉や構造設計そのものの見直しを求められる不整合が生じる場合もある。耐震改修工事は工事期間が夏休み中など限定されている場合が多く、施工期間を守るためにはあらかじめ設計変更の予備期間を設けておくことが望ましい。（工程表は第 3 章 11 参照）

2. 施工場所の実測

実際の施工場所について以下のような点を実測、確認する。

- 躯体……竣工図と現地では食い違いがある場合が多い。必ず実測して施工図に反映する必要がある。
- 設備……取付け、施工に支障がないかを事前に確認しておく。また支障がある場合は盛替えの計画を立案し、本工事前に行う必要があるので十分注意する。
- 仕上げ…耐震補強工事で躯体を変更した場合はそれに伴い、仕上げも変更になる場合が多い。工事完了時の仕上げを確認し、事前に納まりを検討しておく必要がある。特に外壁にスリットなどを設ける場合は、雨仕舞に注意する。

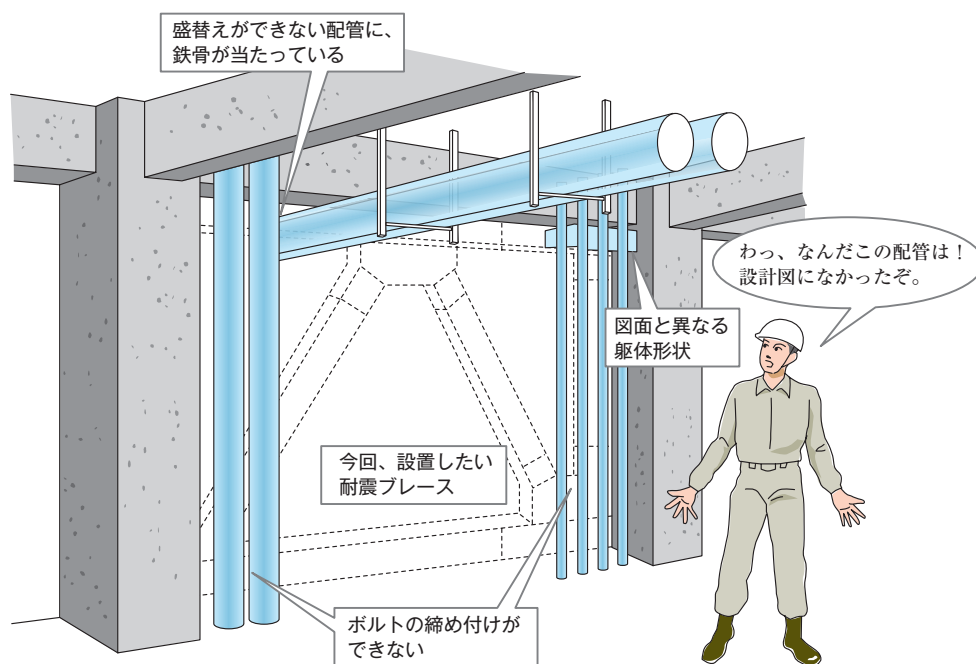


図 3-10-1

3. 搬入経路の実測

鉄骨の部材等を設置場所まで問題なく取り込みできるかを、大きさ、重量を含め確認する。問題がある場合は継手位置を検討するなど、設計と協議を行う必要がある。

また、生コンの配管経路、養生方法等についても確認しておく必要がある。



図 3-10-2 RC 壁と ALC 壁に囲まれた PS 内部に耐震ブレースを設置している例

ALC に開口を設けて搬入している。ブレースを設置したため PS 内部のスペースが小さくなりメンテナンスに不都合が出るため、最終的には搬入開口 ALC の復旧時に点検扉を取り付けて仕上っている。

- 荷卸し、荷捌き場所…搬入車両の駐車スペースや荷卸しのスペースおよびポンプ車の配置等を確認する。街中の事務所ビルでは、夜中に道路使用等が必要な場合もあるので注意する。
- エレベーターの大きさ…鉄骨部材等を小さく分割して搬入する場合には、エレベーターの大きさ、耐荷重が重要であるので事前に確認し、施工図作成の際に織り込む必要がある。エレベーターは本設でキズを付けられないので、当然養生によるサイズの減少も見込んでおく必要がある。
- 搬入経路の窓、扉の大きさ…エレベーターの場合と同様に、開口のサイズが重要となる。特に PS などに耐震部材を設置する場合は扉が小さい場合が多いので、よく確認し、場合によっては施工時にダメ開口を設けて搬入することも検討する必要がある。

4. 施工できるかどうか？施工性の確認

鉄骨補強等では、施工のプロセスにおいてボルトの本締めができないなどの不具合が生じる場合がある。施工手順を踏まえた施工図の作成が必要である。

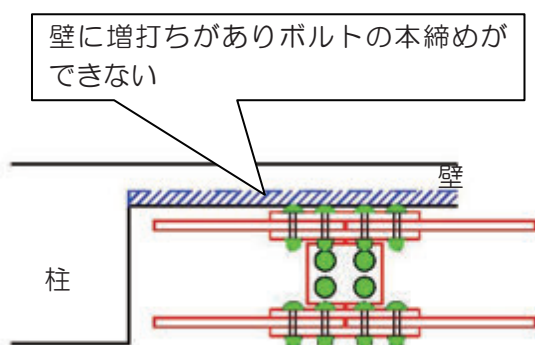


図 3-10-3 ボルト本締め時の不具合例

- ボルトの本締め…鉄骨部材はボルトでつなぐ場合が多いが、思わぬ躯体のフカシや、最終仕上げの仕上げ代の関係でボルトが使用できない場合がある。事前に確認し、溶接工法や片側から締め付けられる特殊なボルトに変更するよう設計と協議する必要がある。
- 設備の盛替え…取付けが完了してしまえばもとの位置で納まっている設備の配管やダクトであっても、施工する際にどうしても邪魔になる場合がある。現地では必ず施工の手順を念頭に調査をする必要がある。

5. まとめ

なるべく多くの情報を実測で集め、施工図や製作図に反映することが重要である。その際、出来形だけでなく、施工のプロセス（搬入や施工手順・方法等）をふまえた検討が必要である。

なお、10～20mm程度の寸法誤差はもちろん実測し施工図に反映すべきであるが、納まり上でも誤差を吸収できるような工夫が必要である。

11 はつり工事の施工管理

耐震補強工事において、はつり工事は既設躯体と補強部材の付着性の向上や補強部材の設置の準備作業としてさまざまな工法の初期段階に行われることが多く、品質確保において重要な工種である。

1. 目荒し

せき板に接して打ち上げられたコンクリート表面やこて仕上げされた表面は平滑であり、薄いペースト層に覆われている。また、打放し面では埃、油等が付着しており打継面として適当ではないので、これらを除去し粗面とするために目荒しを施工する。目荒しの程度は、各種指針や仕様書をもとに設計者の判断で決定される。表 3-11-1 に目荒し程度の一例を示す。

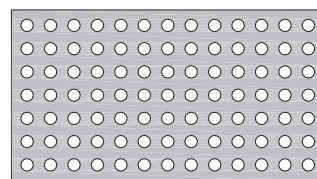
表 3-11-1 目荒しの程度¹⁾

部 位	面 積	深 さ
増打ち壁を設置する面	10 ～ 15% 程度	2 ～ 5mm程度 (最大で5 ～ 7mm)
柱および梁の補強を行う面	15 ～ 30% 程度	

所定の面積が目荒しされたことを確認する手法の一例として、テンプレートによる管理がある。施工前に仕様に合わせてテンプレート（図 3-11-1）を作成し、スプレー等でマーキングを行い、マーキング部分を目荒しすることにより面積管理を行う。

施工に電動ピックを用いる場合は、はつりすぎにより躯体に損傷を与えないように注意する。

施工後は、新旧コンクリートの一体化を阻害するはつりくずや粉末を完全に除去する。ワイヤーブラシ等で脆弱部分を除去し、水洗いを行うのがよいが、それが困難な場合は掃除機等で吸引する。



(40 φ -75 →面積比 22%)

図 3-11-1 テンプレート作成例

2. 切断・切削・穿孔（コアボーリング）

躯体の切断や穿孔を施工する上で最も留意しなければならないのが、既設躯体の埋設物の調査（第 2 章 2 参照）を入念に行い、必要な鉄筋の切断や設備の断線等の事故を起こさないことである。埋設物の調査には RC レーダーや X 線撮影などの方法（第 2 章 3 参照）があるので、条件にあった方法を採用する。躯体断面が厚い等、十分な調査ができない場合にはメタルセンサー（金属に接触すると電源を遮断する装置）付きの電工ドラムの使用や施工範囲の元栓、分電盤の回路を止めるなどの対策を講じる。

施工前に作業スペースや水使用の可否等の施工条件に適合した機械、器具を選定し、それに応じた足場等の仮設計画を行う。



図 3-11-2 探査状況

1 耐震スリットの施工（第 3 章 8 参照）

耐震スリットの施工はウォールソーによる施工が一般的であるが、図 3-11-3 に示すように上端部と下端部に切残しができるので、その部分をコアボーリングによりラインカットして設計どおりのスリット長を確保する。スリットの中と深さは特記による。スリットの中は一般的に 30mm 程度であるが、地震時の変形量により効果を十分に発揮できなくなる場合があるので、特記がない場合は必ず設計者に確認する。部分スリット

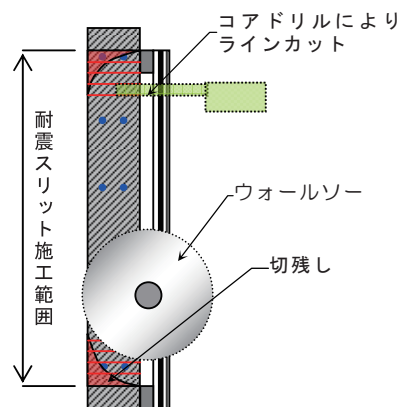


図 3-11-3 端部処理

の深さについては、増打ちや下地モルタル等を含めた実際の壁厚さを調査して、切断深さを確実に確保する。既存壁の残り厚さは50mm以下とする。腰壁に完全スリットを施工する場合は、面外方向への変形を考慮し上部に近い位置の鉄筋を1本程度残す。

2 連続繊維補強における R 面取り

連続繊維補強工事（第3章7、第3章11参照）では、応力集中が起こらないように矩形断面の出隅部をR面取り（炭素繊維： $r=20\text{mm}$ 以上、アラミド繊維： $r=10\text{mm}$ 以上）する。R面取りは、ディスクサンダーで深めに切削してパテで補修する方法（下図①）や、出隅部をコンクリートカッターで斜め45度に切断してR部分を樹脂モルタルで整形する方法（下図②）で施工される。既存躯体の状態が悪く全面補修が必要な場合や、かぶり厚さが不足して鉄筋が露出している場合などでは、補修に合わせて樹脂モルタルによりR面を成型（下図③）する。

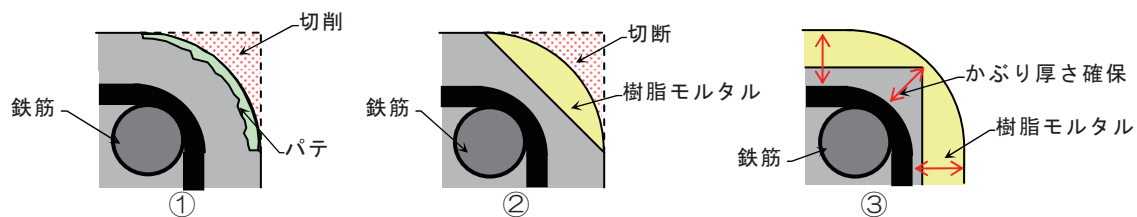


図 3-11-4 R面取りの施工

3 穿孔（コアボーリング）

コンクリート躯体の穿孔は、炭素繊維補強におけるスラブと壁の貫通（第3章7参照）や、ワイヤソー工法施工時のワイヤーの通し孔あけ等において行われる。また、施工には一般的に水を使用するので、特に建物を使用しながらの施工では、水処理パッドや吸引による水とノロの回収対策を講じなければならない。水が使用できない環境下では、乾式コアドリル等の特殊機械の使用を検討する。

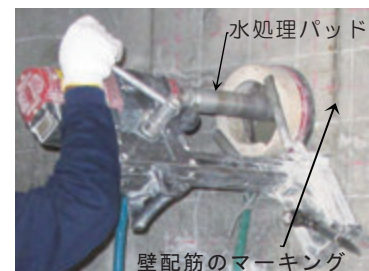


図 3-11-5 壁面の穿孔例

3. 破碎・撤去

コンクリートのはつりは、既設躯体の性能を損なわないように最小限にとどめなければならない。特にコンプレッサー等を使用した打撃によるはつりや重機による破碎はコンクリートにひび割れ発生等の影響があるので、撤去部分と既設躯体を切断（縁切り）するのが望ましい。また、騒音振動の影響（第2章7参照）や水の使用の可否等を考慮し、施工条件に適合した工法により施工を行う。

はつりによって常時荷重に対する既設躯体の変形が大きくなる場合は、適切な支持材を設置する。

4. 管理ポイント

- 1 目荒しはテンプレートで数値化した面積管理を行う。施工後は確実に粉塵を除去する。
- 2 スリットは、長さ、巾、深さを確保する。
- 3 切断・穿孔時は、埋設物の調査と水処理対策を確実に行う。
- 4 既設躯体に影響を与えない縁切りと最小限のはつり、状況に応じた工法を選択をする。

12 あと施工アンカー工事の施工管理

あと施工アンカーは耐震壁や鉄骨ブレースを増設するために既存コンクリートに穿孔を行い、アンカー筋またはアンカー本体を埋め込む工法である。既設躯体と補強部材の応力伝達の要であり、その品質管理は耐震補強工事の根幹をなすものである。

1. 施工技術者

あと施工アンカーの施工には、使用環境、既存コンクリートの状態、コンクリートの穿孔方法、回転・打撃方法など種々の問題に対して十分な知識と適切な判断能力が必要であり、その品質は施工者の技術力に依存する割合が高い。日本建築あと施工アンカー協会（JCAA）やあと施工アンカー工事協同組合等では、あと施工アンカー工事における技術者や施工士の資格制度を設けており、これらの資格の有資格者による施工を原則とする。表 3-12-1 に資格と業務内容の例を示す。

表 3-12-1 あと施工アンカー技術者資格認定制度の例（JCAA）

資格の種類	適用業務内容	日常の業務
第 2 種あと施工アンカー施工士	通常の用法による M12mm以下のアンカーの施工	電気・管・内装仕上・防水・機械器具設置のアンカー施工
特 2 種あと施工アンカー施工士	通常の用法による M20mm以下のアンカーの施工	アンカーの専門工事業が行うアンカー施工
第 1 種あと施工アンカー施工士	全てのアンカーの施工	//
あと施工アンカー技術管理士	アンカーの設計、施工管理等	アンカーの設計・施工管理等
あと施工アンカー主任技士	第 1 種施工士と技術管理士の両資格者	

2. 施工前調査

あと施工アンカーは既存躯体の状態や施工条件により性能が十分に発揮されない場合があるので、事前調査を行い施工上の問題を解決しておかなければならない。

1 既存躯体の状況調査

既存躯体の調査は、アンカー施工面の仕上げ材撤去後に行う。主な項目として①部材の位置・形状②躯体の健全性、③埋設物の有無について調査する。

①部材の位置・形状調査

柱・梁・壁位置が芯ずれしていないこと、増打ち等が設計図書と合致しているかスケール等で実測し補強部材が所定の位置に納まることを確認する。

②躯体の健全性調査

アンカーの固着を阻害するジャンカ、ひび割れ（0.3mm以上）等の不良部分がないことを目視検査、打診検査、クラックスケールにより確認する。SRC 造の梁下は、フランジ下面で充填不足によるジャンカが発生している場合が多いので、入念な調査を行う。不良部は、改修標準仕様書など設計図書に規定された方法により補修する。

③埋設障害物調査

アンカー施工の障害となる既存躯体内の鉄骨、鉄筋および設備配管の埋設状況を調査する。設計図書等の図面調査と鉄筋探査機を用いる方法等による実態調査を行う。特に SRC 造では、鉄骨フランジとの干渉によりアンカーの定着長が不足する恐れがあるので、入念な調査を行う。定着長の不足が予想される場合には設計者と監理者とで協議し、接合方法の変更や打設位置の変更を行う。

2 施工条件の調査

品質を確保するためには、安定した体勢で施工しなければならないが、耐震改修工事では既設配管や機械等が干渉し施工スペースが十分確保できない場合がある。また、建物を使用しながら施工する場合は、騒音・振動・粉塵対策が必要となる（2章7参照）。これら条件を調査し、適切な穿孔機械と仮設設備を選定する。小スペース用の穿孔機械（図3-12-1）の使用等でも施工が困難である場合は、建物所有者と監理者との協議し、配管、機械等干渉物の迂回、移設等の対策を講じる。低騒音・低振動の穿孔機械では、ダイヤモンドコアドリルが優れているが、穿孔時に使用する水処理の対策を事前に検討しておかなければならない。



図 3-12-1 90度ドリル 2)

3. 施工管理

あと施工アンカーはコンクリートへの固着方式により、金属系アンカーと接着系アンカーに分類される。耐震補強工事においては、原則として接着系アンカー（回転・打撃型）を使用する。金属系アンカー（拡張部打込み型）は固着部の信頼性から、せん断補強筋（増打ち工法のシアコネクター等）として限定的に使用する。また、金属系アンカーはコンクリート強度等の条件により使用が制限されるので、使用する際は既設躯体の状態を入念に調査し、監理者に確認する。

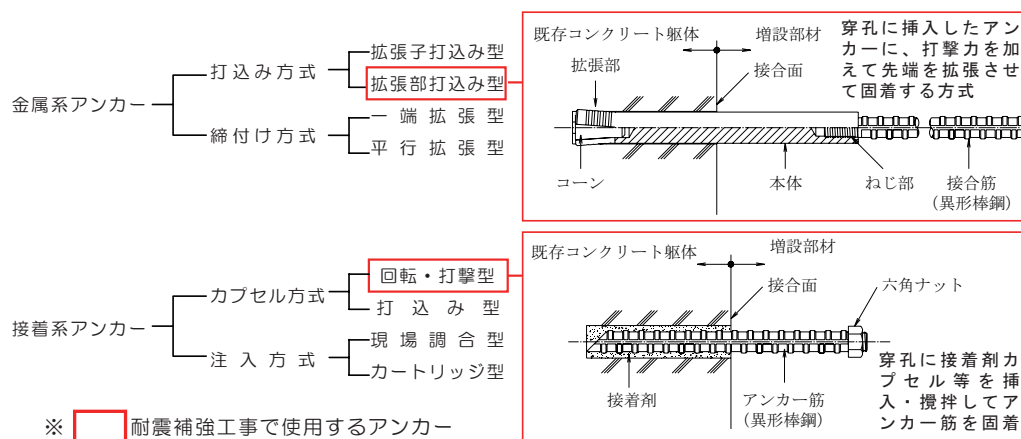


図 3-12-2 耐震補強工事に使用するアンカーの種類 3)

施工にあたっては以下の標準施工の手順に従い、定められた事項を順守する。

1 接着系アンカー

① 墨出し

あと施工アンカーは、所定のへりあき（図3-12-3）を確保できるよう、原則として既存柱、梁のせん断補強筋で囲まれた内側（図3-12-4）になるよう、梁芯および柱芯に打設するものとする。また、既存躯体への有効埋込み長さを確保した位置とする。

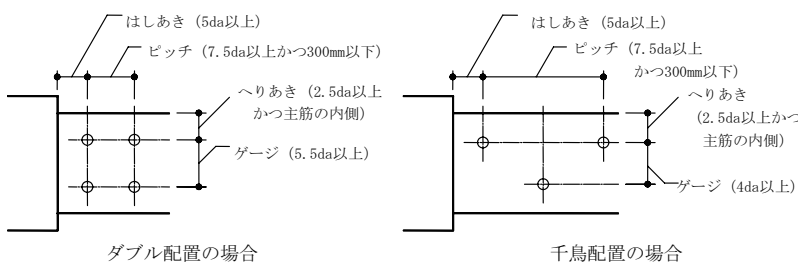


図 3-12-3 あと施工アンカーの間隔および呼称 2)

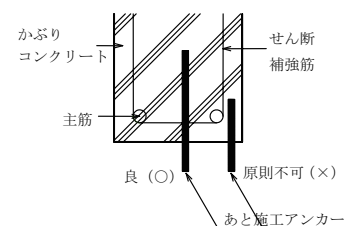


図 3-12-4 あと施工アンカーの配置位置 2)

②ドリルの選定・マーキング

コンクリートドリルを選定し、規定の穿孔深さを確保するためのマーキングを行う。マーキングは目荒しの底面を基準とし、有効埋込み深さを確保する。

③コンクリートの穿孔

コンクリート面に対して直角に穿孔する。傾斜穿孔する場合は 15° （金属系アンカーは 5° ）以内とする。穿孔時に、埋設物やジャンカ等が確認された場合は、監理者に報告する。

④孔内清掃および穿孔深さの確認

切粉が孔底に残らないように吸塵し、穿孔深さを確認する。接着系アンカーの場合は専用ブラシを用いて、孔壁面から切粉を掻き落とし、再度孔中の切粉を吸塵する。

⑤マーキング

アンカー筋に錆、油等の付着物がないことを確認し、埋込み深さに合わせマーキングを行う。

⑥カプセル挿入

カプセル内容物の流動性の確認等により、使用可否を確認した後、孔内に挿入する。水漬けが必要なカプセルについては、所定時間の水漬け作業を行う。

⑦アンカー筋の埋め込み

アンカー筋に回転、打撃を与えながら、一定の速度でアンカー筋のマーキング位置まで埋め込む。過剰攪拌をしない。粘性の低いタイプのカプセルを使用する場合は、スポンジワッシャーを使用するなど、液だれ防止対策を講ずる。

⑧硬化養生

所定の硬化時間内は、アンカー筋を動かさない。上向き施工については、楔等で脱着措置を講ずる。

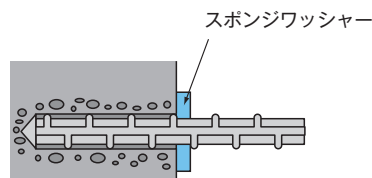


図 3-12-5 液だれ防止措置

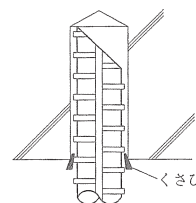


図 3-12-6 上向き施工の処置 ③

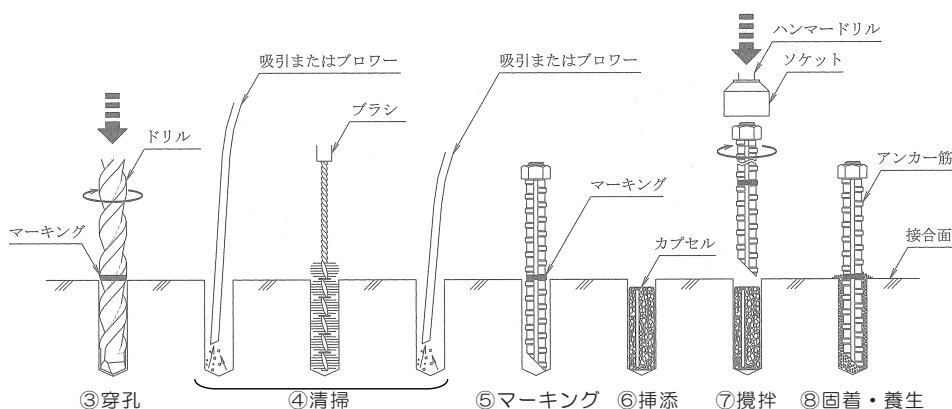


図 3-12-7 接着系アンカーの施工手順 ④

2 金属系アンカー

①墨出し～③コンクリートの穿孔の手順は、接着系アンカーと同じ。

④孔内清掃および穿孔深さの確認

切粉が孔底に残らないように清掃する。

⑤アンカー挿入

アンカーのねじの損傷および構成部品のセット状態を確認し、孔内に挿入する。

⑥アンカー拡張

アンカー径にあった重量のハンマーを使用し、専用の打込み棒を装着して所定の深さまで打ち込み、打撃音の変化により先端が拡張したことを確認する。

⑦接合筋取付け

トルクレンチ等を用いて、接合筋等を所定のトルク値まで締め付ける。

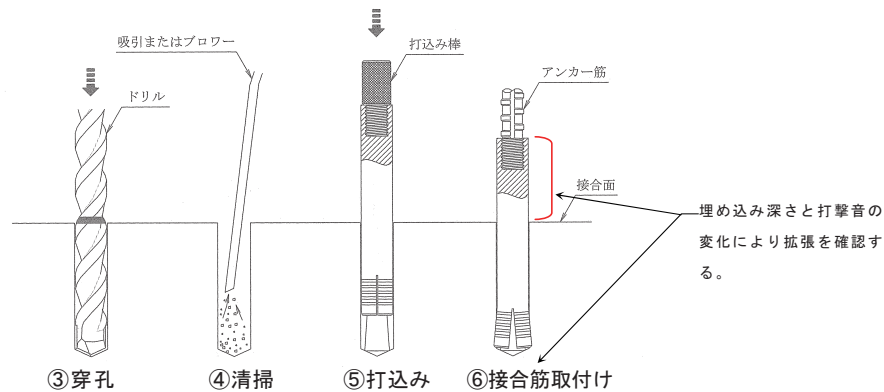


図 3-12-8 金属系アンカーの施工手順 4)

4. 試験・検査

現場で施工されたあと施工アンカーが適正に固着されているか否かは、固着力の確認によるものとし、試験方法は特記による。特記がない場合に一般的に行われる試験について、表 3-12-2 に示す。

表 3-12-2 施工確認試験方法 4)

項目	判定基準	試験・検査方法	時期・頻度
目視検査	アンカー種類、径、施工位置、本数、角度、突出寸法が、施工計画書および施工確認シート通りであること。接着系アンカーでは、接着剤が母材表面に達していること。	目視で確認する。	全数
接触検査	がたつきのないこと。接着剤が硬化していること。	直接手で触り検査する。	全数
打音検査	金属音であり、濁音しないこと。適度の反発があること。	アンカーの出しろ部分をハンマーで叩く。	全数
非破壊試験	抜け出し等の変位がないこと。	設計用引張強度に等しい荷重または耐震補強工事の場合には、予想破壊荷重の 2/3 まで加力する。	1 日に施工されたものの各径ごとに 1 ロットとし、この中から 3 本

非破壊試験の結果 1 本でも不合格のものがある場合は、全数の 20% 以上を再試験し、さらにその中に不合格のものがあれば全数を試験する。不合格となったものは新たに施工し直す。

5. 管理ポイント

1 施工資格を有するなど製品について十分な知識を持ち、訓練された施工管理者と施工技能者を選任する。

2 事前調査を行い、既設躯体の不具合等を解決しておく。

3 施工条件に適合する機械・設備を選定する。

4 作業工程ごとに明確な管理基準を定めた施工確認シート（参考資料 1）等を活用して管理を行う。



図 3-12-9 非破壊試験（引張試験）実施例

参考文献 1) 株式会社エイド技研工業

2) 国土交通省 あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針

3) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成 22 年度版（国土交通省監修）

4) 日本建築防災協会 2009 年改訂版既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説（国土交通省監修）

13 鉄筋工事の施工管理

耐震改修工事における鉄筋工事は、耐震壁の新設工法、既設部材（柱、梁、壁）の増打ち工法、柱、梁の巻き立て工法等、多岐にわたり加工や納まりにそれぞれ特徴がある。本項ではそれらの特有の納まりと品質管理の留意点を示す。

1. 加工・組立

耐震改修工事における鉄筋の加工・組立は、既設架構やあと施工アンカーとの納まり等の制約（図 3-13-1）があるので、現地調査を行い継手施工と組立手順について検討し、設計図書どおりの加工で配筋が納まるか確認する。特に、せん断補強筋（帯筋、あばら筋）については一般的な 135 度曲げフック形状では施工が困難になるので、コの字型に分割する等加工形状を変更しなければならない場合が多い（図 3-13-2）。また、搬入経路の条件により所定の長尺材料の運搬ができない場合は継手方法とその位置について監理者と協議する。

あと施工アンカーの打設前調査（第 3 章 12 参照）やコアボーリングの穿孔前調査（第 3 章 11 参照）の結果を参考に既設配筋および埋設配管と新設配筋の納まりを検討しておく。あと施工アンカーの打設位置によりせん断補強筋の隅部に主筋が配置できない場合は、添え筋を設置する（図 3-13-3）。また、あと施工アンカーが所定のかぶり厚さを確保できない場合については、躯体を増打ちすることでかぶり厚さを確保する方法（図 3-13-4）を監理者と協議する。柱増打ち工法において既設スラブを貫通する主筋がスラブ筋と干渉する場合は、スラブ筋を切断し、監理者の指示により補強を行う。

増打ち工法では躯体断面が薄いことと、既設躯体と新設躯体の取合い部の鉄筋密集によりコンクリートの充填性が阻害される場合が多いので、鉄筋間隔の確保には特に留意して組立てを行う。

2. 継手

鉄筋の継手工法は重ね継手またはガス圧接継手とする。柱、梁の主筋はガス圧接継手を原則とするが、火気使用の制限や納まりにより施工が困難な場合は、重ね継手や機械式継手等の特殊継手（平成 12 年 5 月 31 日付け「鉄筋の継手構造方法を定める件」に適合するもの）を監理者と協議する。

重ね継手は同一部分に集中させると、所定の鉄筋間隔が確保できなくなりコンクリートの充填不良が発生しやすいので事前にあと施工アンカーと鉄筋の配置に問題がないことを確認しておく。壁筋やスラブ筋の継手は重ね継手とし、継手長さは特記による。壁配筋においてあと施工アンカーを配筋間隔に合わせて台直しをするとかえって性能が低下するので、図 3-13-5 に示すようにあき重ね継手とする。



図 3-13-1 梁増打ち施工例

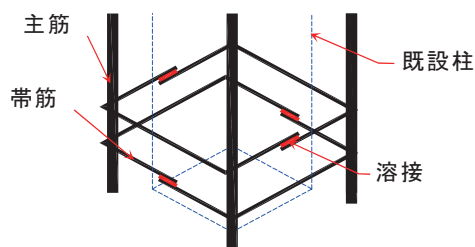


図 3-13-2 柱巻き立て工法における帯筋の分割例

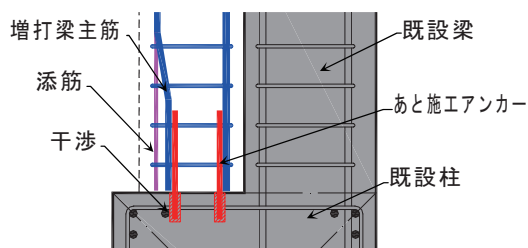


図 3-13-3 アンカー打設位置による隅部添筋

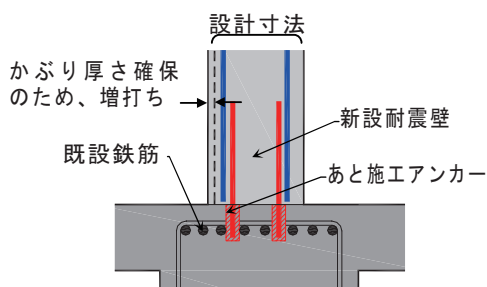


図 3-13-4 アンカー打設位置による増打ち

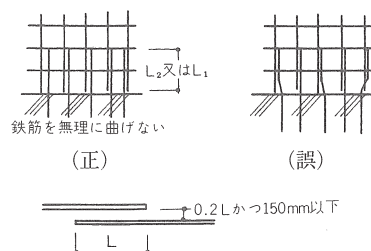


図 3-13-5 あき重ね継手 1)

溶接継手はD16以下の細径鉄筋でかつ、特記された場合のみ適用する。鉄筋の溶接はアーク溶接としJIS Z 3801（手溶接技術検定における試験方法および判定基準）に合格した有資格者とする。接着系あと施工アンカーの定着部近傍で溶接を行うと、熱の影響によりアンカーの性能が低下するおそれがあるので、溶接継手は適用しない。

3. 定着

既設架構に壁鉄筋を定着する方法は一般的にあと施工アンカー（第3章12参照）を使用するが、既設埋設配管や鉄骨との干渉により、あと施工アンカーの使用が困難である場合は、135度以上に折り曲げたフックを既設鉄筋にかける方法または溶接による方法を適用する。図3-13-6～8に捨筋溶接方式、フック方式、形鋼溶接方式を示す。形鋼溶接方式の㊸図の方法以外はせん断筋の定着に限って使用される。SRC造においてあと施工アンカーの定着不足や梁フランジ下のコンクリート性能に問題がある場合は、図3-13-9に示すようにコンクリートをはつり取り、既設鉄骨を露出させて溶接により定着をする。ただし、梁底の施工では溶接が上向きとなるため、優れた溶接技能者を配置し十分な工期を設定する等の配慮が必要となる。また、上向きのスタッド溶接は信頼性が劣るので、原則として行わない。

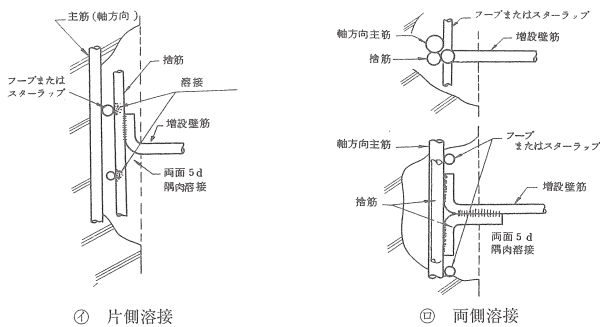


図3-13-6 捨筋溶接方式 1)

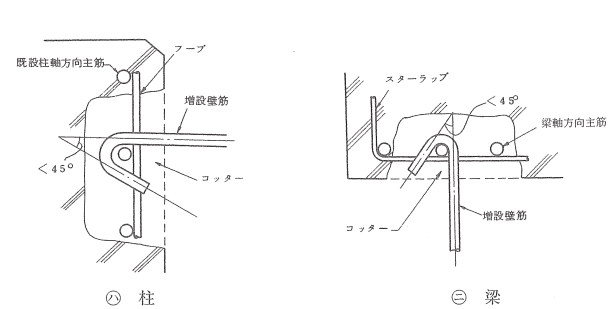


図3-13-7 フック方式 1)

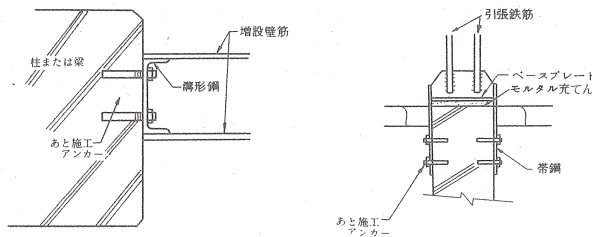


図3-13-8 型鋼溶接方式 1)

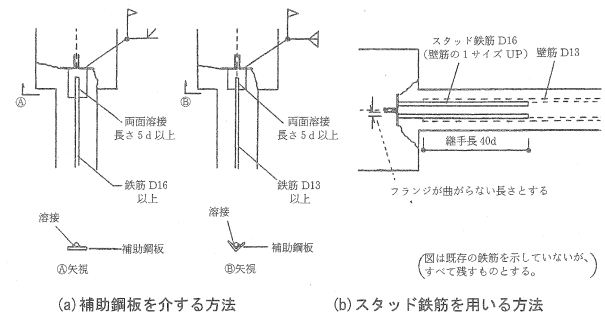


図3-13-9 既設鉄骨への溶接定着 2)

4. 管理ポイント

- 1 現場に合わせた組立手順の検討と加工形状の選定を行う。
- 2 適切な鉄筋間隔保持によるコンクリートの充填不良を防止する。
- 3 既設配筋との納まりを検討する。
- 4 既設鉄筋および鉄骨への確実な定着方法を選択する。
- 5 既設鉄骨への上向き定着は重点管理する。

参考文献 1) 建築保全センター 建築改修工事監理指針平成22年度版（国土交通省監修）

2) 日本建築防災協会 2009年改訂版既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説（国土交通省監修）

14 鉄骨工事の施工管理

耐震改修工事における鉄骨工事は、耐震ブレース工法や柱の鋼板巻き工法など建物内部で施工する工法が多く、既設躯体や配管・ダクト等の設備あるいは一時撤去が困難な非構造部材の干渉等、通常の施工よりさまざまな制限を受ける。品質管理の基準やポイントは通常の鉄骨工事と同様（JASS6）であるが、補強部材が工場製作であるため、品質確保のためには現地調査段階から綿密な計画が必要となる。

1. 調査・実測

補強部材は原則として実測を元に工場製作するので、現場実測は細心の注意を払い正確に行う。実測は既設仕上撤去後に行い、柱梁等の既設部材の寸法、レベル、芯ずれ等を基準墨より確認し、設計図書と照合する。補強部材は実測寸法と施工誤差吸収方法を考慮して製作する。また、設計どおりの部材が運搬、揚重、建方に支障をきたさないか、搬入経路や重機の設置位置等について検討する（第2章9、第2章10、第3章10参照）。特に、補強部材の接合部まわりについては使用する工具・機器の大きさおよび作業に必要なスペースを確認し、品質確保上問題なく作業できる空間が確保できるか検証しておく（図3-14-1）。搬入や建方が困難である場合は補強部材の分割や納まりの変更を設計・監理者と協議する。

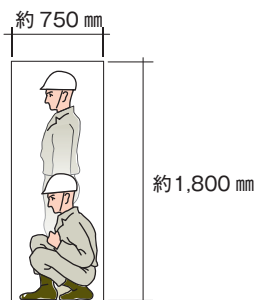


図 3-14-1 作業可能な最小寸法の例



図 3-14-2 鉄骨搬入状況



図 3-14-3 鉄骨ブレース建方状況

2. 高力ボルト接合

1 材料

使用するボルトは、原則としてトルシア形高力ボルトまたは高力六角ボルトとする。施工条件によりワンサイドボルト（片側より施工可能なボルト〔図3-14-4〕）等特殊ボルトを使用する場合は、その継手性能を確認したものでなければならない。使用する際は事前に設計・監理者の承認を得る。



図 3-14-4 ワンサイドボルト 1)

2 ボルト孔

ボルトの孔径の基準を表3-14-1に示す。既設部材への孔あけは、電気ドリルの使用を原則とする。作業条件からやむを得ずガスバーナーで孔あけをした場合は、リーマー通しを行う。孔あけは継目板をガイドにして行うなど、正確な孔位置と孔の直角度を確保する。施工上やむを得ず孔が過大になる場合は、すべり耐力試験で性能を確認しなければならない。ボルト孔の位置が2mmを超える場合は、スプライスプレートを取り替える等の対策を講じる。

表 3-14-1 高力ボルトの孔径 2)

高力ボルトの孔径 (mm)	
孔径	公称軸径 (d)
d + 2	d < 27
d + 3	d ≥ 27

表 3-14-2 一次締付けトルク値 2)

ボルトの呼称	一次締付けトルク値
M16	約 10000N・cm
M20, M22	約 15000N・cm
M24	約 20000N・cm

3 摩擦面の処理

摩擦面の処理はグラインダー掛けを原則とし、コンクリート、耐火被覆、塗料等の異物を完全に除去する。摩擦面の表面が一様に赤く見

える程度に赤錆が発生していることを確認する。発錆剤を使用する場合は、その継手性能が機能上問題ないと確認されたものでなければならない。

4 締付け

高力ボルトの一次締めは、表 3-14-2 に示すトルク値で行う。高力六角ボルトの本締めは、ナット回転法またはトルクコントロール法で行う。既設物やあと施工アンカー・頭付きスタッドが施工の支障にならないか事前に確認しておく。ボルト入れ、締付け等に必要な施工スペース（締付け器具の寸法等）を確保できるかについて納まりと施工手順を十分検討しておく。

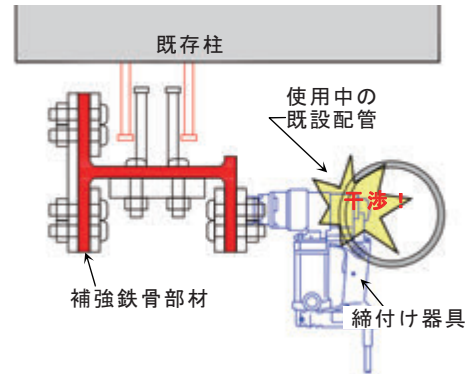


図 3-14-5 ボルト接合の不具合例

3. 溶接接合

1 溶接作業者

溶接作業者は、溶接の種類に応じて被覆アーク溶接（JIS Z 3801）と半自動溶接（JIS Z 3841）のそれぞれの板厚、溶接方法、溶接姿勢の資格を有し熟練した技能者とし、建築鉄骨溶接技術検定協議会（AW 検定）の有資格者が望ましい。特に施工条件が悪い場合は、モックアップによる技量試験を行う。

2 作業姿勢

溶接は作業姿勢が下向、横向、立向、上向の順で施工難易度が増すので、施工手順や補強材の分割などを検討し、信頼性が高くより易しい作業姿勢をとれるように計画する。また、ダクトや配管など作業に影響がある既設物は、迂回や一時撤去して作業性のよい足場を設置する。特に上向き溶接となる場合は品質確保が難しいので、工期を十分に見込み優秀な技能者を配置するなどの配慮が必要である。柱鋼板巻き工法など薄板の溶接（厚さ 9mm 未満）では超音波探傷試験により欠陥が検出できないので、品質確保のためには作業環境の整備に特に留意する。

3 溶接材料

溶接材料は、鋼種、継手形式、溶接姿勢、開先形状、要求性能などを総合的に判断して、適したものを選定する。既設の鉄骨に補強部材を溶接する場合は、溶接部位の塗料や耐火被覆を完全に除去し、溶接部の欠陥や変形等異常がないことを確認する。異常が認められる場合は、補強作業前に適切な方法で補修する。既設部材の材質が不明である場合は、化学成分を調査して溶接性能の確認をして設計・監理者の承認を得る。溶接性が悪い（炭素等量が大い）鋼材に溶接をする場合は、入熱処理や低水素系の溶接棒を使用するなどの対策を講じる。

4 既設躯体への影響

SRC 造の既設架構にガセットプレートを溶接する場合は、単位時間当たりの入熱量が大きくなるとコンクリート部に熱劣化が生じるので注意が必要である。また、溶接で溶けた金属がコンクリートに接触すると局部的に熱劣化が生じる場合があるので、周囲のコンクリートを適切にはつりとる。

5 建物使用者への影響

溶接作業に伴い発生する磁界は OA 機器の表示端末に影響を与えるので、建物を使用しながらの作業となる場合は、作業前に建物管理者など関係者と作業時間等を打ち合わせしておく。ガウジング作業は磁界の発生と騒音の影響が溶接機より大きいので特に留意する。

6 その他留意事項

一般的鉄骨工事における下記の項目についても、新築工事と同程度の管理を行う。管理基準は、設計図書、特記仕様、標準仕様書による。

- 開先形状
- 予熱温度管理
- 溶接順序
- 溶接棒の標準乾燥条件
- 溶接継手の寸法精度
- 防風対策
- 欠陥検出時の補修方法
- 溶接始終端の処理

4. 既設コンクリート躯体と鉄骨ブレースの接合

1 接合部の納まり

既設コンクリート躯体と鉄骨ブレース（第3章2参照）の接合部は、躯体に打設したあと施工アンカーと補強部材に取り付けられた頭付きスタッドの間にスパイラル筋を配してグラウトを充填する（第3章15参照）のが一般的な納まり（図3-14-6）である。頭付きスタッドとあと施工アンカーが交互に噛合あって適切なラップ長を確保することが、品質管理上重要なポイントとなる。補強部材の頭付スタッドは工場で鉄骨に取り付けられるので、あと施工アンカーの打設位置や躯体形状を製作図に反映してスタッド長や取付け位置（表3-14-3）を調整し、適切なラップ長（表3-14-4）を確保する。図3-14-8にあと施工アンカーと頭付きスタッドが干渉してしまった不具合例を示す。ラップ長が確保できない場合は、設計者と協議の上、スパイラル筋やフープ筋の増量等の対策を講じる。

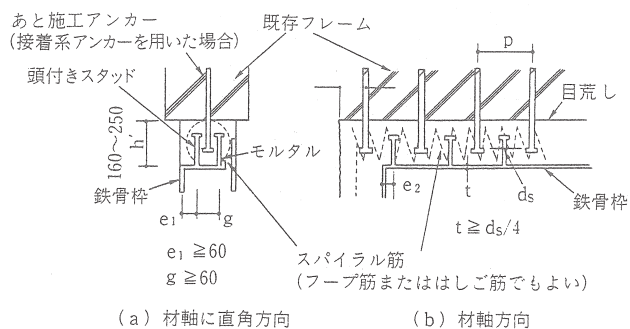


図 3-14-6 鉄骨ブレースと既設躯体の接合部 3)

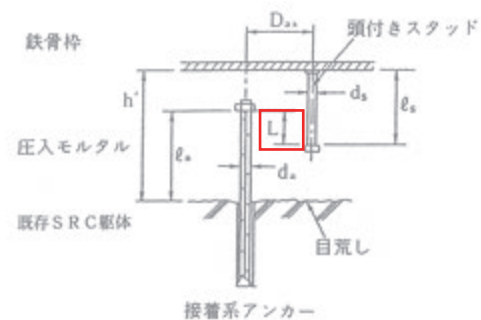


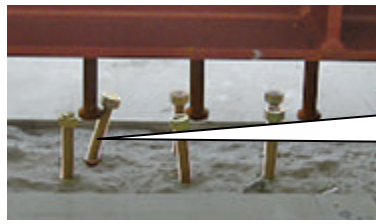
図 3-14-7 頭付きスタッドとあと施工アンカーのラップ長 3)

表 3-14-3 頭付きスタッドの設置基準（単位：mm）

軸径、ピッチ (ds)	φ 19 または φ 16 @250 以下
首下長さ	軸径の 6 倍以上
鉄骨枠に対する縁あき (e1)	60 ≤ e1
鉄骨枠に対する端あき (e2)	30 ≤ e2 ≤ 60
ゲージ (g)	60 ≤ g

表 3-14-4 頭付きスタッドとあと施工アンカーのラップ長（単位：mm） 3)

クリアランス h1'	あと施工アンカー <必要 ln> ln	頭付きスタッド <必要 ls> ls [呼び長さ]	ラップ長 L
160	D16 または 16 φ < 96 > 110	16 φ ダブル < 96 > 110 [120]	60
200	D19 または 19 φ < 114 > D22 または 22 φ < 132 > 140	16 φ ダブル < 96 > 19 φ ダブル < 114 > 19 φ シングル < 114 > 140 [150]	80
250	D19 または 19 φ < 114 > D22 または 22 φ < 132 > 190	19 φ ダブル < 114 > 19 φ シングル < 114 > 190 [200]	130



梁のスタップとアンカーが干渉し
所定の位置に打設できなかったため
スタッドと干渉している。

図 3-14-8 アンカーとスタッドの干渉

2 設置位置の調整

限られた空間の中で重量物を精度よく取り付けるためには、事前に設置状況に応じた調整方法を計画しておくなければならない。図 3-14-9 はレベル筋を使用した精度管理の例である。既設躯体側下部にレベル調整用のアンカーを打設しておき、補強部材を載せることで精度を確保する。設置位置調整後はグラウトを施工するまでの仮止めとして、既設躯体側面のアンカーに溶接する。

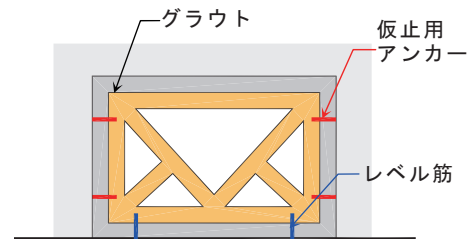


図 3-14-9 レベル筋による精度確保の例

5. 試験・検査

検査・試験については特記によるが、特記がない場合は準拠図書を参考に施工計画書を作成し、監理者の承認を得る。表 3-14-5 に検査項目の例を示す。

表 3-14-5 鉄骨ブレース設置工事の検査例

項目	判定基準	試験・検査方法	頻度
製品精度検査	-5mm ≤ 設計寸法 ≤ +5mm	スチールテープ	全数
ボルト接合部検査	JASS6	目視	全数
溶接部検査	検査要領書による	超音波探傷試験	自主検査 全数 第三者検査 全数
鉄骨建方精度（倒れ）	許容値 ≤ 長さ / 1000 かつ 許容値 ≤ 10mm	下げ振りとスケールによる確認	全数

6. 管理ポイント

1綿密な調査と実測により運搬・建方計画を反映した製品を製作する。

2品質管理の容易な接合方法を検討する。

3作業環境の整備と既設鉄骨の調査を行う。

4建方精度管理方法を立案する。

参考文献 1) 株式会社ロプテックスファスニングシステム フセラシ：ハック高力ワンサイドカタログ
2) 日本鋼構造協会 既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル改訂版（建設省監修）
3) 日本建築防災協会 2009年改訂版既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説（国土交通省監修）
建築保全センター 建築改修工事監理指針平成22年度版（国土交通省監修）

15 グラウト工事の施工管理

耐震補強工事では既設躯体と鉄骨ブレース等の補強部材を一体化するために、その取合い部に無収縮モルタル（以下、グラウト）を充填する工法が用いられることが多く、その品質により補強された建物の耐震性能は大きく左右される。

1. 型枠の設置

1 グラウト型枠設置前の準備

既設コンクリート面の目荒し後の表面に、はつきりすや粉末が除去されていることを確認する（第3章 11 参照）。鋼材面については油分が除去されていることを、新設コンクリート面については表面のレイタンスが除去されていることを確認する。コンクリート面がグラウト施工時に散水できない部位には吸水調整材を塗布する。

2 型枠の設置

設置する型枠はグラウトの圧入時の圧力（5～10N/cm²）で破損や変形のないように堅固な構造であり、グラウトの膨張についても適切に拘束するものでなければならない。材質は木製が一般的であるが、型枠を残置する場合には目視で充填状況を確認できるように透明型枠（硬質塩化ビニル製）を使用する。型枠と既設コンクリートと取合い部の隙間には、グラウトの漏出がないようにコーキング材や発泡ウレタンにより目詰めする。

3 充填口・空気抜き

充填口は原則として充填部の中央に、空気抜きは充填部の両端に設置する。充填部の距離が長い場合などは、充填口の数を増やし、左右対称に設置する。充填口には、ビニルホース等を差し込み、モルタル圧送ホースと接続できるようにする。充填口、空気抜き回りはグラウトの漏出がないようにコーキングまたは発泡ウレタンで目詰めする。図 3-15-2 に代表的な工法の設置要領を示す。

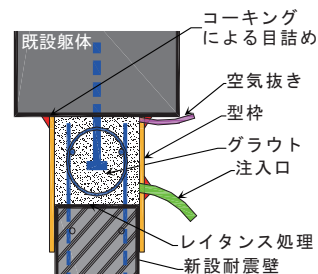
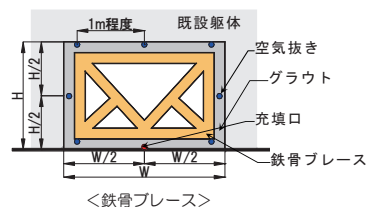
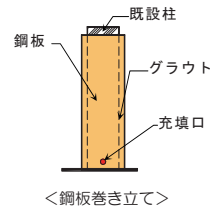


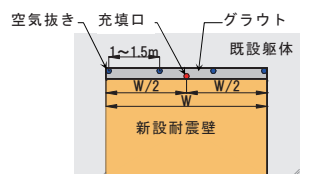
図 3-15-1
耐震壁増設工法のグラウト施工



＜鉄骨ブレース＞



＜鋼板巻き立て＞



＜耐震壁増設＞

図 3-15-2
充填口・空気抜きの配置例

2. グラウト施工

1 材料

- ・グラウト材は現場調査では品質管理が難しいので、原則として表 3-15-1 に適合するプレミックスタイプを使用する。プレミックスタイプには配合を施工時の気温に合わせた製品もあるので、現場の状況に適合しているものを選択する。

表 3-15-1 グラウトの品質 1)

項目	コンシステンシーの範囲	圧縮強度	乾燥収縮（× 10 ⁻⁴ ）
品質	J ₁₄ ロート* ¹ 8 ± 2（秒）	21N/mm ² 以上* ² かつ既設躯体コンクリートの圧縮強度以上	0

- ・各メーカーの仕様に従い、正確に計量を行い、均一に練り混ぜる。

2 施工機械

- ・練混ぜ機械は、グラウトミキサーまたはハンドミキサーを使用する。練混ぜ量が少ない場合はハンドミキサーを使用するのが一般的であるが、アルミ製の攪拌羽根のミキサーは使用を避ける*³。
- ・ポンプは 1 回の施工規模を確認し、型式、容量を決定する。

* 1 ロートに充填したグラウトの流下時間を測定し施工性能を評価する方法（図 3-15-3）。
 * 2 鉄骨ブレース補強では 30N/mm² 以上のものを用いる。
 * 3 骨材等によって削られたアルミがグラウト材中のアルカリ成分と反応し、品質に悪影響およぼす恐れがあるため。

3 コンシステンシー試験

- ・グラウトのコンシステンシー（流動性）を確認するには一般的に J₁₄ ロート試験を行うが、測定誤差の問題や図記録による確認が難しいこともあり、簡易テーブルフロー試験を併せて行うことが望ましい。
- ・所定のコンシステンシーが得られない場合は充填不良や材料分離が発生しやすいので、製造業者の技術資料等に記載された範囲で水量を調節する。

4 練上がり温度管理

- ・グラウトは一般的に温度が低下すると流動性も低下するので 10℃以上の練り混ぜ水を使用し、練上がり温度を 10～35℃の範囲とする。ただし水温が高いと材料を急結させる恐れがあるので、40℃以上に加熱しない。
- ・冬期には投込みヒーターによる温水を準備し、夏期には冷水を作るための練混ぜ水冷却装置を使用し、温度管理を行う。



図 3-15-3 J₁₄ ロート試験

5 圧入

- ・試し練りを行い、所定のコンシステンシーおよび練上がり温度であることを確認する。また、強度試験用の供試体（φ 5 × 10cm、6 個、現場水中養生）を採取する。
- ・施工前には、既存コンクリート表面と型枠が十分吸水した状態とする。
- ・グラウトのホース内での閉塞を防止するためにセメントペースト（W/C=60～80%）を先送りし、セメントペーストがなくなる直前でポンプを止め、練混ぜが終了したグラウトをホッパに排出し圧送する。練り上がったグラウトは、分離が生じないように、振動を与えないようにする。
- ・ポンプの圧送能力と 1 回の練混ぜ量を考慮して、空気だまりができないように 1 箇所まで一定方向に行い途中で材料不足による中断がないように一気に行う。圧入作業中に型枠を叩いたり振動を与えることは原則として行わない。
- ・圧力はポンプ吐出口で最大 5N/cm²程度で管理する。空気抜きからエアー巻き込みのないグラウトが流出してくるまでオーバーフローさせてから、空気抜きの口のホースを折り曲げ、結束線等で順次密封する。さらに、空気抜きの閉塞後に圧力が 10N/cm²程度まで加圧し、充填口を封鎖し完了する。
- ・圧入中にグラウトが漏出してきた場合は、速乾性のコーキング材等で止める。

3. 養生

グラウト充填完了後の養生期間は 3 日間を標準とし、その間はグラウトの温度を 5℃以上に保ち、振動や衝撃を与えないようにする。また必要に応じてグラウトの水分が蒸発しないように型枠面に散水するなどの措置を講ずる。型枠解体は施工完了後 7～10 日後とする。

4. 検査・試験

施工後の検査は、型枠解体後の外観検査と圧縮強度試験（材令 28 日 JIS A 1108）による。外観検査で空隙が発見された場合は監理者と協議し、エポキシ樹脂注入等の補修を行う。

5. 管理ポイント

- 1 接合面の清掃および吸水調整処理を確実に行う。
- 2 適切な空気抜きの配置と隙間のない強固な型枠を設置する。
- 3 コンシステンシーと練上がり温度を適切に保つ。
- 4 適切な圧力による一方向連続施工とする。

接合部が密着していることを確認する



図 3-15-4 出来型

16 炭素繊維補強工事の施工管理

連続繊維シートによる耐震補強工法は、重機等が不要であり騒音や振動もほとんど発生しないことから近年施工実績が増加している。その中で最も一般的な工法である炭素繊維による柱のせん断補強の施工管理について示す。

1. 準備工事

仕上げ材は、原則として撤去する。仕上げモルタルについては、付着強度等の条件（表 3-16-1）を全て満たせば撤去しなくてもよい。補強対象となる柱に設置されている設備類（スイッチ、コンセント、配管等）は、移設や局所補強の検討を行う。良好な施工姿勢を妨げるような天井やダクトも一時撤去または移設を行う。エポキシ樹脂を塗布するので、換気設備を設置する。温度が 5℃以下となることが想定される場合は、加温養生の準備を行う。

表 3-16-1 モルタル残置の条件 1)

判定基準
下地コンクリートまたはモルタルとの付着強度が 1N/mm ² 以上
補強工法に使用するプライマーおよびセメント系下地調整材との付着力が 1N/mm ² 以上で、溶剤成分との化学反応により溶解・軟化・膨潤（リフティング）を生ずることのない仕上げ材
厚さが D/15（D：既存躯体断面のせい）以下で、シュミットハンマー試験による反発硬度が 40 以上
幅 0.3mm 以上のひび割れや著しい浮き・劣化がない

2. 下地処理

施工表面に脆弱層やひび割れ凹凸部があると補強効果が十分に発揮されないおそれがあるので、下地は不良部位を除去または補修し、平滑な表面とする。また、応力が集中するコーナー部は R20mm 以上で曲面加工する。

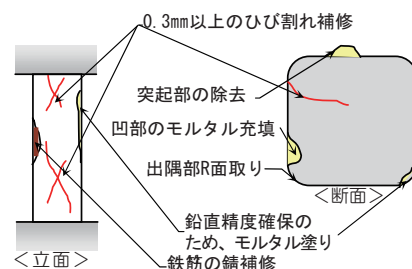


図 3-16-1 下地処理の内容

1 施工技術者

本工法の施工品質確保のためには、製品について十分な知識と技術を持った管理者と技能者が施工しなければならない。繊維補修補強協会の認定する有資格者による施工を原則とする。

2 材料確認

材料受入時に使用する材料の仕様（接着樹脂は季節によって仕様が変わる）と数量を検収する。

3 プライマー塗布

- ・プライマー塗布に先立ち、施工面を刷毛等で清掃する。また、モルタル水分計で下地の表面含水率を計測し、表面含水率が 8% 以下であることを確認する。
- ・プライマーは、所定の配合比通り台秤で計量し、攪拌機やヘラで色が均一になるまで十分練り混ぜる。
- ・1 回の混練り量は、メーカー指定の可使用時間^{*1}以内に使い終える量とし、可使用時間を過ぎたものは使用しない。また、可使用時間内であっても容器内の混合した材料が発熱して粘り気が増したものは使用を中止する。
- ・ローラー刷毛で、むらなく均一に、塗り残しのないように塗布する。標準塗布量は 0.2kg/m²程度であるが、表面に艶が出る程度とし、下地の状況を見て調整する（図 3-16-2）。

4 下地調整

連続繊維を貼り付ける下地は平滑である必要があり、エポキシパテをパテヘラ等でこいて平滑な面に仕上げる（図 3-16-3）。



図 3-16-2 プライマー塗布

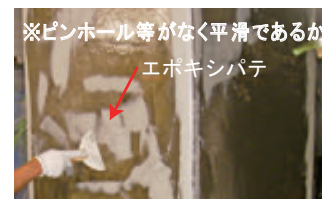


図 3-16-3 下地調整



図 3-16-4 接着樹脂下塗り

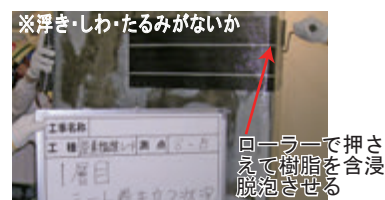


図 3-16-5 シートの貼り付け

5 炭素繊維シートの貼り付け

- ・含浸接着樹脂（レジン）は、所定の配合比通り台秤で計量し、攪拌機やヘラで色が均一になるまで十分練り混ぜる。練混ぜと使用時間に関する注意事項は、プライマーに準ずる。接着樹脂の使用量は、製品の所定量とし、施工表面の状態、施工時の温度等の状況により調整する（図 3-16-4）。
- ・炭素繊維シートを巻き付けようとする区間に沿って、ローラー刷毛で表面に、むらなく均一に、塗り残しのないように塗布する。塗布量は含浸接着樹脂が垂れ落ちない程度、かつ接着に十分な量とする。含浸接着樹脂下塗り後、速やかに 1 枚目の炭素繊維シートを基準墨に合わせて巻き付け、下地面と炭素繊維シートの間に空気が入らないように、片端部から掌でよく押さえて含浸接着樹脂に含浸させる。空気が入った時はゴムヘラや脱泡ローラー等で繊維方向にしごいて空気を押し出す（図 3-16-5）。
- ・炭素繊維シートがラップする部分に、含浸接着樹脂を再塗布して押さえる（図 3-16-6）。
- ・巻き終えた炭素繊維シートの上面に含浸接着樹脂を再塗布し、十分含浸させる。塗布含浸操作は繊維方向に沿って行う（図 3-16-7）。
- ・炭素繊維シートの重ね継手は各段、各層とも集中しないように柱の 4 面に分散させる。
- ・下層の含浸接着樹脂が指触硬化^{※2}する前に次層の貼り付けを行う際、下層の再塗りと次層の下塗りは兼用（中塗り）するが、炭素繊維シートがずれないように注意しながら巻き付ける。
- ・設計の積層数を順次上記工程を繰り返し巻き続け、最終層の巻き付けを終え含浸脱泡した後、下塗り含浸接着樹脂の指触硬化時間内に上塗り含浸接着樹脂を塗付する。



図 3-16-6 シートの重ね

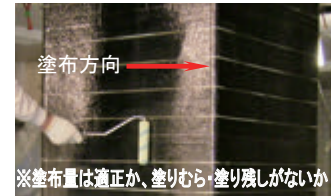


図 3-16-7 接着樹脂上塗り

6 養生

最終含浸接着樹脂が初期硬化^{※3}（約 24 時間程度）するまで人や物が接触しないようにする。寒冷期の施工ではメーカーの仕様に応じて加温養生する。

※ 1：製品、施工条件によって異なるが 20℃で 45～60 分程度

※ 2：樹脂の硬化過程で粘り気がなくなり、指を押し付けても樹脂が付着しない状態

※ 3：樹脂の硬化過程で爪を押しつけても樹脂に爪痕が残らない状態

4. 試験・検査

施工後は目視と指触による外観検査と打音による浮き検査を行う。不良箇所が発見された場合は、エポキシ樹脂注入、または増貼り等の補修を行い、再検査する。強度試験には引張試験と付着強度試験がある。試験頻度等は特記によるが、一般的な概要を表 3-16-2 に示す。

表 3-16-2 強度試験結果の判定基準例 1)

試験方法	項目	判定基準	備考
引張試験 (JIS A1191)	引張り強さ	メーカーカタログ値を上回ること	5 体以上の試験片を作成する。
	引張弾性率	メーカーカタログ値の範囲であること	
付着強度試験 (JIS A6909)	接着強さ	下地の引張強度で定まる試験値を上回ること	5 ヶ所以上行う。 設計上、接着強度期待しない場合は省略が可能である。
	シートの層間剥離	ないこと	

5. 管理ポイント

- 1 施工面の下地補修（脆弱部の除去等）および整形（平滑化、隅角部 R 面取り）を確実に行う。
- 2 製品について十分な知識を持ち、訓練された施工管理者と施工技能者を選任する。
- 3 施工時の気温は 5℃以上、下地含水率 8%以下に保つ。
- 4 プライマーと接着樹脂の可使時間と使用量管理を行う。
- 5 下地に密着した炭素繊維シート貼り、重ね継ぎ手長の確保と位置の分散を行う。

参考文献 1) 建築保全センター 建築改修工事管理指針平成 22 年版（国土交通省監修）

日本建築防災協会 2009 年改訂版既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説（国土交通省監修）

国土交通省 あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針

1 木造建築の耐震補強の方法

阪神・淡路大震災では約18万棟もの建物が全半壊し、その多くが木造住宅であったと報告されている。その多くが昭和56年以前に建築された建物であり、特に耐力壁が少なく瓦屋根で頭が重たい「在来木造」で被害が多く見られた。また、平面的なバランスが悪い建物や構造材が腐食している建物の被害も見られる。

木造建築の耐震補強の方法の例を以下に示す。

1. 壁の補強

1 筋交いによる補強

筋交いの入った壁の量を増やし、その筋交いを釘や金物で土台、柱、梁等に緊結する方法である。

2 構造用合板による補強

構造用合板を土台、柱、梁等に釘打ちし、補強する方法である。

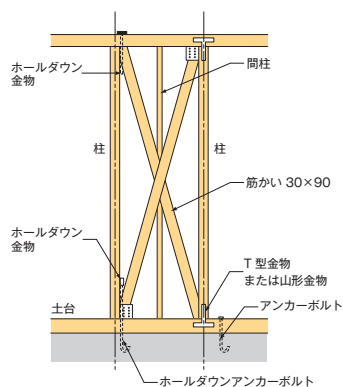


図 4-1-1 筋交いによる補強

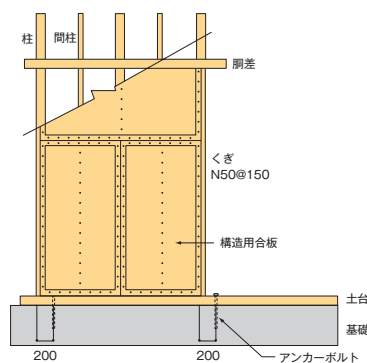


図 4-1-2 構造用合板による補強

2. 柱・梁接合部の金物補強

柱、梁等の接合部分を金物により緊結補強し安全性を高める方法である。

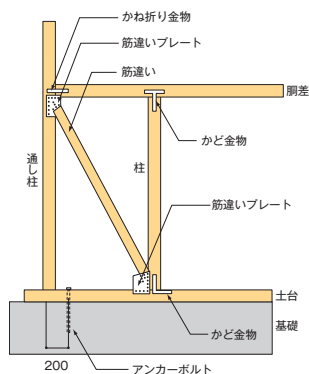


図 4-1-3 接合部の金物補強



筋交いと柱・梁の緊結



筋交いと柱・土台の緊結

図 4-1-4 筋交いの金物補強例 1)

3. 基礎・土台・柱の補強

1 基礎の補強

無筋の基礎に鉄筋コンクリート造基礎を抱き合せて耐震性を高める方法である。

2基礎と土台の固定

アンカーボルトが劣化していたり、筋交いで引張力が生じる箇所にアンカーボルトがない場合など、新規のアンカーボルトにて基礎と土台を固定する方法である。

3劣化部の部分取替え

土台、柱、梁などが腐食や蟻害を受けている場合に、その部材を部分的に切り取って取り替える補強方法である。

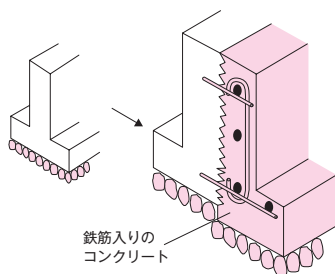


図4-1-5 基礎の補強

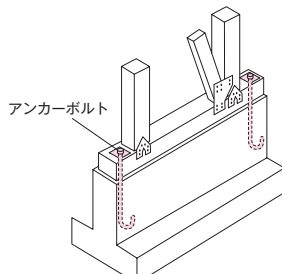


図4-1-6 基礎と土台の固定

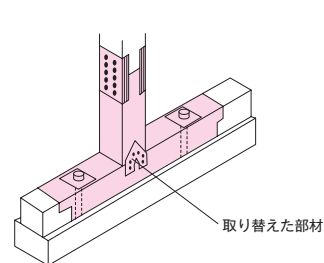


図4-1-7 劣化部の部分取替え

4. 屋根・壁の軽量化

阪神淡路大震災時には、重い日本瓦屋根の家が多数倒壊した。その結果を受け、金属葺への更新など屋根の軽量化が地震に対する安全性を高める方法として一般にも認識された。

また、モルタル塗壁は重い上に水分を吸収しやすいため、内部の構造用合板等の劣化に影響が及ぶ恐れがある。

従来のモルタル塗壁をより軽量の外壁サイディングなどに改修する方法も、地震に対する安全性を高めるには有効な方法である。

5. 木造基礎部免震（免震レトロフィット）

既存の建物の基礎に免震装置を組み込み、外観や内装および設備などを損なうことなく建物を免震化する方法である。一般木造住宅だけでなく、耐震性能の低い伝統木造建築に対して、耐震壁を減らし意匠性の良さを失うことなく耐震性能の向上を図ることができる。

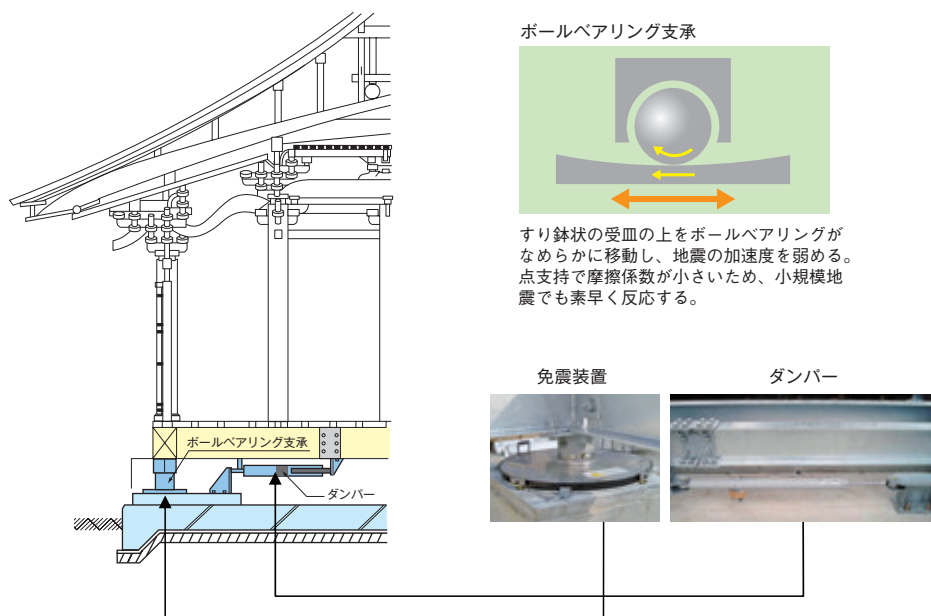


図4-1-8 木造基礎部免震のイメージ図

1 設備の耐震改修

ライフラインを構成する建築設備はどれ一つ欠いても建築物の機能に支障を来すが、特に情報通信機器や自家発電設備、給水設備等は地震直後にもその機能を果たすことが期待されており、これらの機能を確保するかはBCP（事業継続計画）の観点からも重要である。

1. 設備は建物のライフライン

大地震時には、建物躯体だけでなく設備機器も被害を受け震災後の機能に支障を来す。設備の耐震対策の目標は、大地震動後における破損を防ぐこと、また、ライフラインが途絶した場合にも必要最低限の機能確保を図ることである。

以下に、大地震時における設備機器類の被害例を示す。

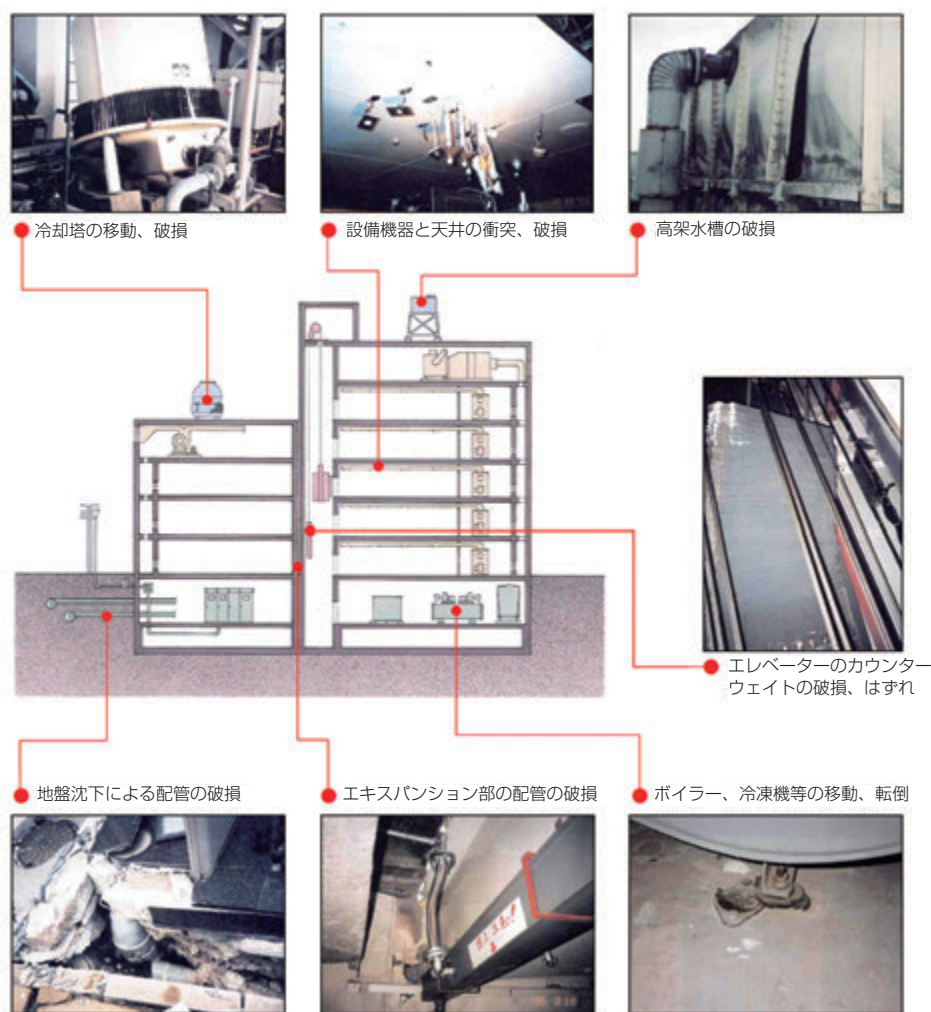


図 5-1-1 大地震を受けた設備機器類の被害状況

2. 設備・非構造二次部材の耐震性に係る法令・指針類の変遷

1995年1月に発生した阪神・淡路大震災での被害は、旧耐震基準（1981年6月以前）にて設計された建物では建物本体（構造体）に集中したが、新耐震基準で設計された建物では設備機器および天井等非構造二次部材においては甚大な被害が生じている。

この結果を受け、1995年10月には「建築物の耐震改修の促進に関する法律（耐震改修促進法）」が制定され、一定の用途、規模の建築物の所有者に対して耐震診断、耐震改修の指示または努力義務が課せられた。

以下に、主な設備・非構造二次部材の耐震性に係る法令・指針類の変遷を示す。

- 1996年11月「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 平成8年版」(建設大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・国家機関の建築物に必要とされる耐震性能の確保を目的として制定された基準ならびにその解説と関連する資料が掲載された。〕
 - 〔・耐力上の検討が必要な天井として、(a) 高層建築物で建築物の固有周期と天井の固有周期が近くなる可能性のあるもの (b) 天井ふところが一般の場合と比べて相当大きいもの (c) 体育館、講堂など大面積を有する天井が規定された。〕
- 1996年「建築設備・昇降機耐震診断基準及び改修指針 (1996年版)」(日本建築設備・昇降機センター)
 - 〔・耐震診断が容易化された。吊りボルト長さ 600mm以上に振れ止めの検討が必要となった。〕
- 1997年6月「建築設備耐震設計・施工指針 (1997年版)」(日本建築センター)
 - 〔・耐震クラス B、A、S の導入。水槽の基準強化。〕

■ 2001年3月 芸予地震 (M6.4) ⇒ 広島県、愛媛県の体育館等で天井が落下

- 2002年3月「建築工事監理指針 (平成13年版)」(国交省大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・「ここという水平の振れ止め及び斜めの振れ止めは、必ずしも耐震性を付与することを意図したものではない。特別に耐震性を付与する必要がある天井の場合には、建物との共振の検討や周辺骨組とのクリアランスの確保等検討をしたうえで、適切に補強材を設置するなどの対策を考える必要がある」との記述が追加されたが、具体的な方法は示されていない。〕

■ 2003年9月 十勝沖地震 (M8.0) ⇒ 釧路空港出発ロビーで天井の大半が落下

- 2003年10月「大規模空間を持つ建築物の天井の崩落対策について (技術的助言)」

(国住指第 2402 号 / 第 2403 号)
- 2004年3月「公共建築工事標準仕様書 (平成16年版)」(国交省大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・「天井下地材における耐震性を考慮した補強は特記による」との一文が追加され、天井の耐震性に関する規定が初めて記述された。〕
- 2005年3月「建築工事監理指針 (平成16年版)」(国交省大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・特別に耐震性を考慮する必要がある天井の場合には、2003年の技術的助言を参考にすべきことが規定された。〕
- 2005年12月「建築設備耐震設計・施工指針 (2005年版)」(日本建築センター)
 - 〔・SI単位に変更〕

■ 2005年8月 宮城県沖地震 (M7.2) ⇒ 仙台市の屋内プールの天井崩落

- 2007年3月「公共建築工事標準仕様書 (平成19年版)」(国交省大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・天井のふところが 1.5 m 以上の場合には吊ボルトの斜め補強を行うことが明記されたが、具体的な間隔等は示されていない。〕
- 2009年「昇降機耐震設計・施工指針 (2009年版)」(日本建築設備・昇降機センター)
 - 〔・長周期振動に対する対応〕
- 2010年5月「公共建築工事標準仕様書 (平成22年版)」(国交省大臣官房官庁営繕部)
 - 〔・天井のふところが 1.5 m 以上の場合における斜め補強の方法(相対する斜材を 1 組とし縦横方向に間隔 3.6 m 程度に配置) が示され、また、3 m を超える場合は特記による旨が規定された。〕

3. 設備の耐震計画の位置付け

建物の全体計画と整合性のある建築・設備全体の耐震計画を明確にし、各計画の調整を十分行った後、個別の耐震計画、耐震設計を実施する。特に、構造計画において免震や制振を計画している場合は、建築と設備の綿密な調整が必要である。

震災時に機能する必要がある建物や特定の室、特定の設備がある場合、および危険物を貯蔵または使用する室などに対しては、その耐震グレードを明確にするとともに、建築上も整合性のある計画とする。

一般構造においても、耐震性を考えた機械室の位置、非構造二次部材（天井、間仕切）の仕様、配管・ダクトルートなどを事前に検討し、建築と整合性のある計画とする。

以下に、建物用途、設備重要度や発注者意向などにより設定される耐震クラス（グレード）とその耐震目標について纏めた表を示す。

表 5-1-1 耐震クラスの設定と耐震目標

耐 震 ク ラ ス	耐 震 目 標
B クラス (通常グレード)	人命の安全と財産保全のため、それらに直接的な被害を与えないように、建築設備の移動、転倒、落下および、それらによる二次災害を防止する。
A クラス (重要グレード)	二次災害を防止するとともに、地震後における、大きな補修をすることなく、重要な機能を確保できることを目標とする。
S クラス (特に重要なグレード)	二次災害を防止するとともに、大震災の地震後においても、大きな補修をすることなく、建築設備の機能を保つことを目標とする。

4. 設備の耐震計画（機能維持・災害の波及防止）

大震災に対する被害として、以下の2つの側面を考慮する。

1 設備機能の喪失

個々の設備機器、器具、配管等の機能喪失のみならず、設備システム全体としての果たすべき機能の喪失を考慮する必要がある。

2 災害の波及防止

個々の設備機器・器具・配管等の破壊が、その周辺に及ぼす悪影響により発生する災害で、例として機器の落下による事故や水槽の破損による水損などがある。

この二次災害により、設備以外にも被害を及ぼす可能性がある点に注意を要する。

機能維持・災害の波及防止の対策は、地震の規模を想定して、それに対する「事前対策」を施すことである。具体的な耐震設計においては、要求される耐震性能に応じた「取付け強度」や「据付、支持、固定方法」を詳細設計していく必要がある。

5. 設備の耐震計画（復旧考慮）

復旧考慮は、「事前対策」が不調に終わった場合の「事後対策」を予め考慮して、対策を検討することが重要となる。具体的には、設備の二重化や他の設備によるバックアップの他、建物や設備のソフト的な運用を含めた代替機能や代替システムを計画することが必要になる。

建物の基本機能に対しては、災害時に損傷が生じても早期の復旧が可能なように計画することが重要になる。早期の復旧のための要点を表5-1-3に示す。

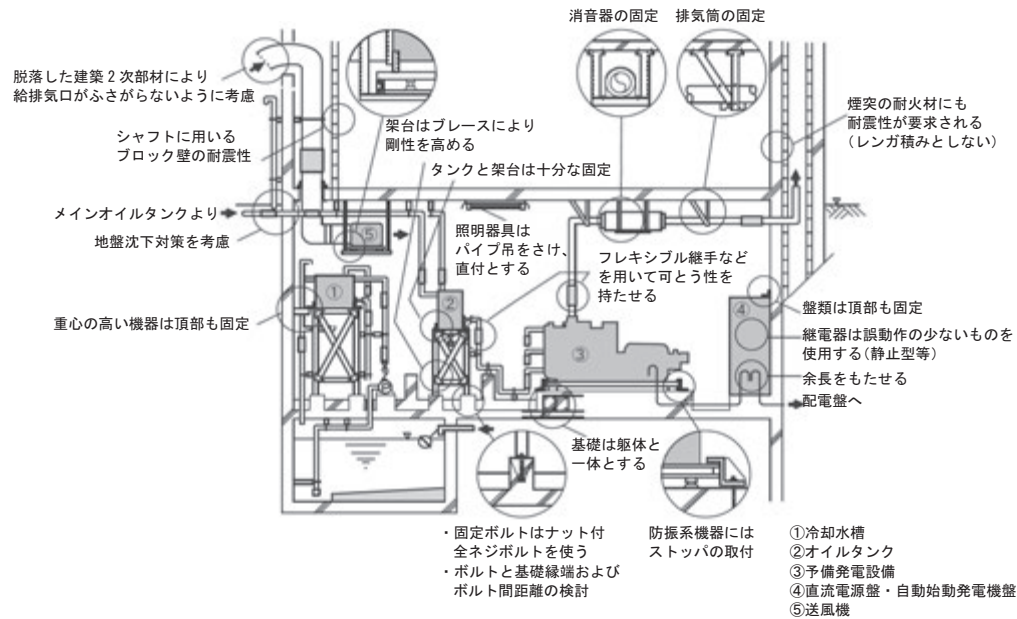


図 5-1-2 耐震対策の要点の具体例（自家発電機室）

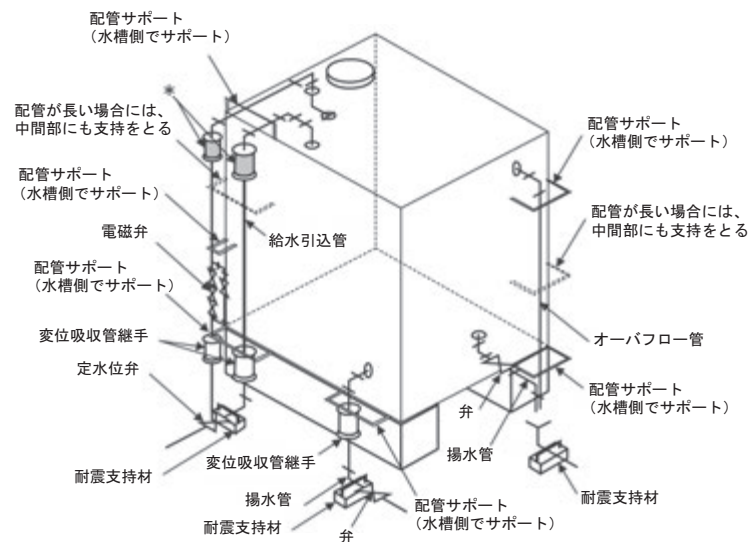


図 5-1-3 耐震対策の要点の具体例（受水槽）

表 5-1-2 エレベーターの耐震対策メニュー例

耐震対策メニュー	内容
①地震時管制運転装置の設置	地震発生時の閉じ込め防止として、地震感知器との連動によりエレベーターを最寄り階に停止させる。
②脱レール防止対策	ガイドシューに外れ止め板を取り付け、かごレールからの脱レールを防ぐ。
③釣合いおもりの落下防止対策	釣合いおもりブロックが枠から落下しないよう外れ止めなどを取り付ける。
④機械室機器の転倒、移動防止対策	機械室内にある制御盤や巻上機などが地震動により移動、転倒しないよう固定を強固にする。
⑤レールの補強	基準の応力、たわみを満足するようブラケットを追加するなどして、レールを補強する。
⑥張り車ロープ外れ止め対策	ロープが張り車の溝から浮き上がり、外れるのを防止する。
⑦昇降路内の突出物の対策	地震時に调速機ロープ、釣合いロープ、テールコードなどが突出物と接触したり引っかからないようにするため、振れ止めなどを設置する。
⑧主ロープ外れ止め対策	網車から主ロープが外れないよう、ロープガードを設ける。

表 5-1-3 早期の復旧のための要点

対 象	要 点
基本原則	- 被災箇所の発見を容易にし、復旧しやすくするため配慮する。 - 系統分けをできるだけ細かくし、系統ごとにバルブ、ダンパ、遮断器等を設ける。 - 機器、配管回りには十分な点検・保守スペースを確保する（余裕のあるシャフト、必要な点検口、機器搬入口の確保）。 - 被災箇所の復旧を容易にするために、屋外配管の接続部に柵を設ける。 - 配管材料などの選定時に、復旧の作業性や耐変形特性、防火性能、経年変化等を考慮する。
給水設備	- 受水槽を二槽として、破損の危険率を低減する。 - 井水、雨水、中水による二重化を検討する。 - 給水タンク車から受水槽までの緊急給水管の設置を検討する。 - 緊急時に揚水管と給水管を接続し、重要系統には揚水管から直接給水できるように配慮する。 - ライフライン停止時に、建物内設備の機能回復作業に必要な用水の確保を検討する（受水槽に水栓を設けるなど）。
排水設備	復旧の必要な箇所を発見するためには「詰まり」「漏れ」「悪臭」といった現象を目視等によって確認することが主体となるため、これらの現象を発見しやすくするための配慮を行う。
ガス設備	中圧ガスが使用可能な場合は、中圧ガスを使用する。
電気設備	- 受電部の二重化を検討する。電源設備の二重化を検討する。 - 幹線・監視制御の二重化を検討する。 - 通信網の二重化を検討する。

■第2 受水槽による方式

救急病院など被災後も機能することが必要で水の使用量が多い建物に有効である。

受水槽を複数化して、普段は、上水系統と雑用水槽系統に分けて利用する。

断水時の必要水量の余裕分を、雑用水槽系統に持たせる。滞留時間が長くなるため、上水系統に余裕を持たせることは難しい。

井水などが利用できる場合には、雑用水として普段から利用し、かつ、水質検査を常時行っておくことが望ましい。

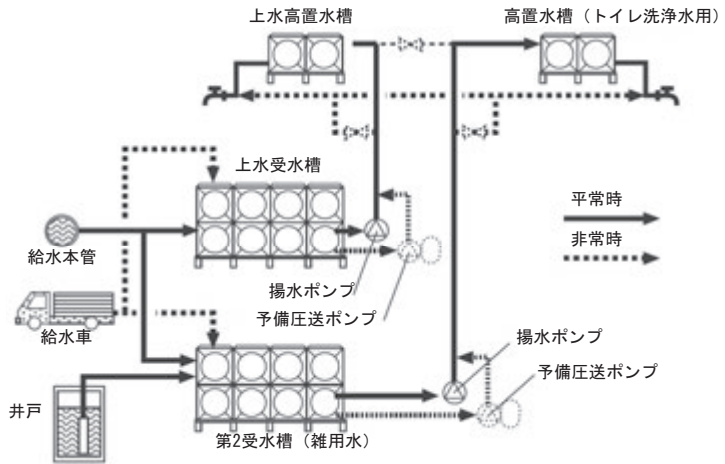


図 5-1-4 給水系統の二重化の一例（第2 受水槽による方式）

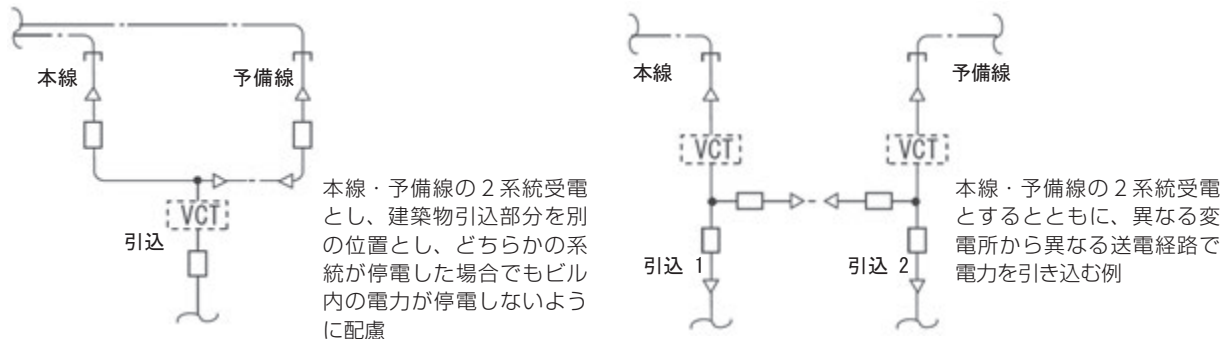


図 5-1-5 受電部の二重化の例

2 免震改修における設備配管・配線への配慮

建築設備の地震被害の多くは設備と建物の取合部分にあり、設計上、施工上の問題が原因となっているように思われる。本項では、その中でも積層ゴム等を用いた免震構造建築物に対して設備関係の配慮すべき点、およびエキスパンションジョイント部を通過する配管等の耐震措置例を示す。

1. 免震構造建築物に対して設備の配慮すべき点

建築物と地盤の間に変位が生ずる恐れがある場合には、建築物の導入部の配管等に対しての耐震措置として以下に示す損傷防止措置を講ずることが要求される。

- ①配管の貫通により建築物の構造耐力上に支障が生じないこと
- ②貫通部分にスリーブを設ける等有効な配管損傷措置を講ずること
- ③変形により配管に損傷が生じないように可とう継ぎ手を設けること

積層ゴム等を用いた免震構造建築物においては、地震時の相対変位量が大いので、免震構造の上部構造へ渡る配管等には、この相対変位量を吸収できる措置を施す必要がある。

免震構造建築物の相対変位量として、一般的には 400mm 程度を考慮することになるが、構造設計者と協議をして、設計上想定される最大変位量を採用する。

免震構造の建築物において、免震層を渡る配管等に施す耐震措置の例を以下に示す。

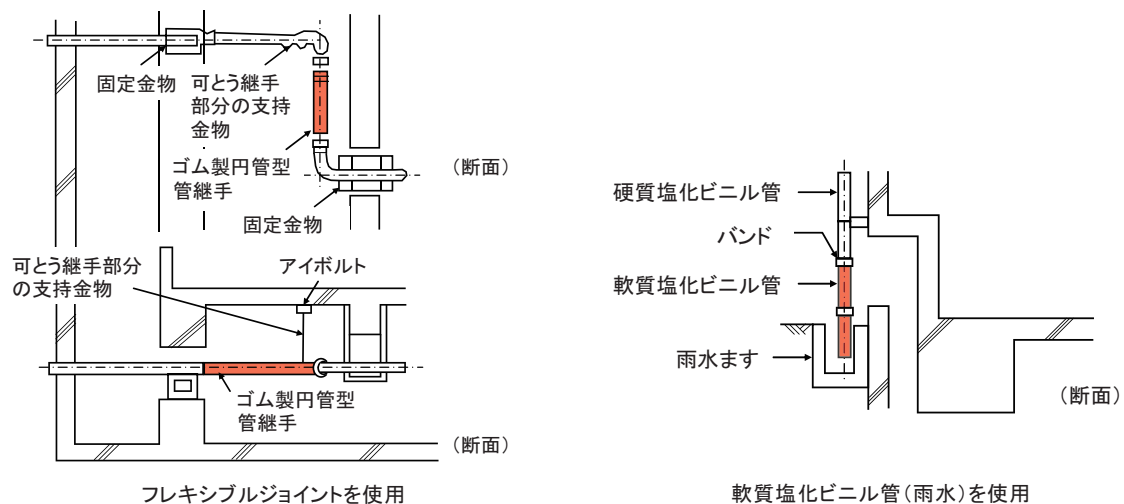


図 5-2-1 免震建築物導入部の配管例

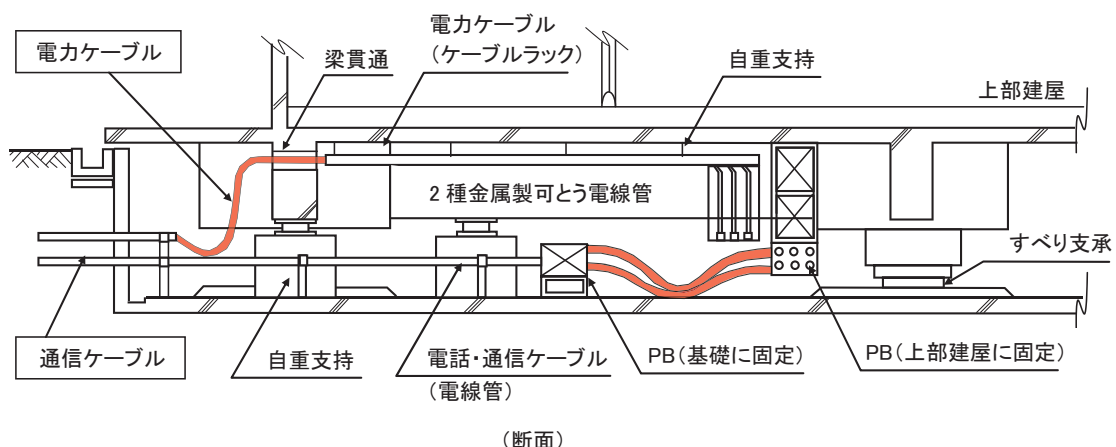


図 5-2-2 免震建築物導入部の電気配線例

2. 建築物のエキスパンションジョイント部を通過する配管

建築物のエキスパンションジョイント部を通過する配管等で変位を抑制することができない場合は、変位吸収が可能な措置を取る。

エキスパンションジョイント部での両建築物の相対変位量は、通常上層部の方が大きくなるので、主要な配管等は建築物の下層部で、エキスパンションジョイント部を通過するように考慮することが望ましい。

また、エキスパンションジョイント部を通過する配管等に施す変位吸収措置は、軸直角方向および軸方向の二方向に對し行うことが原則である。

以下に配管・電気配線等の耐震措置の例を示す。

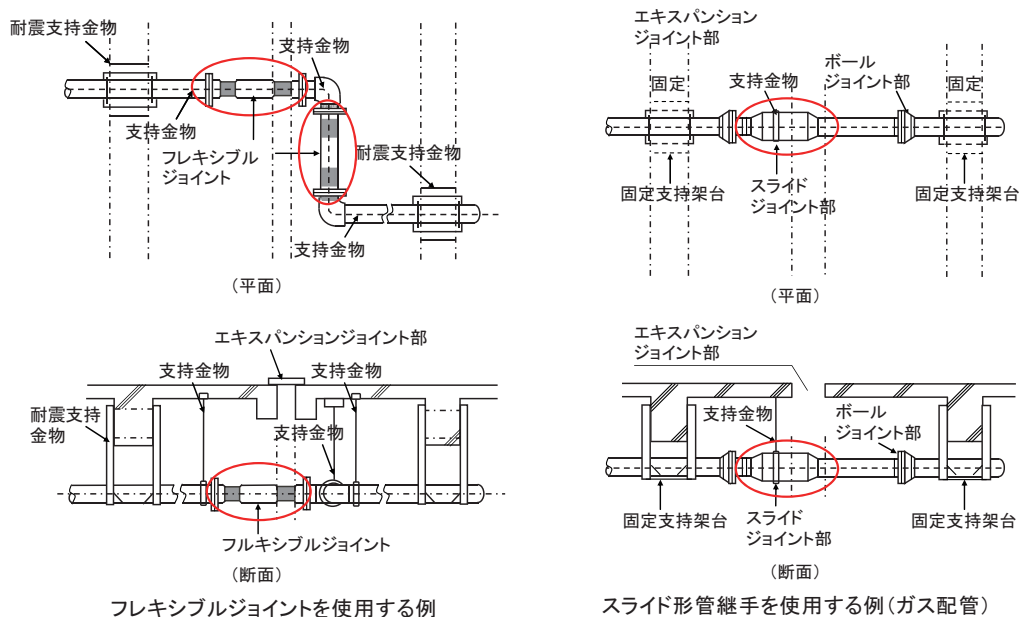


図 5-2-3 エキスパンションジョイント部を通過する配管例

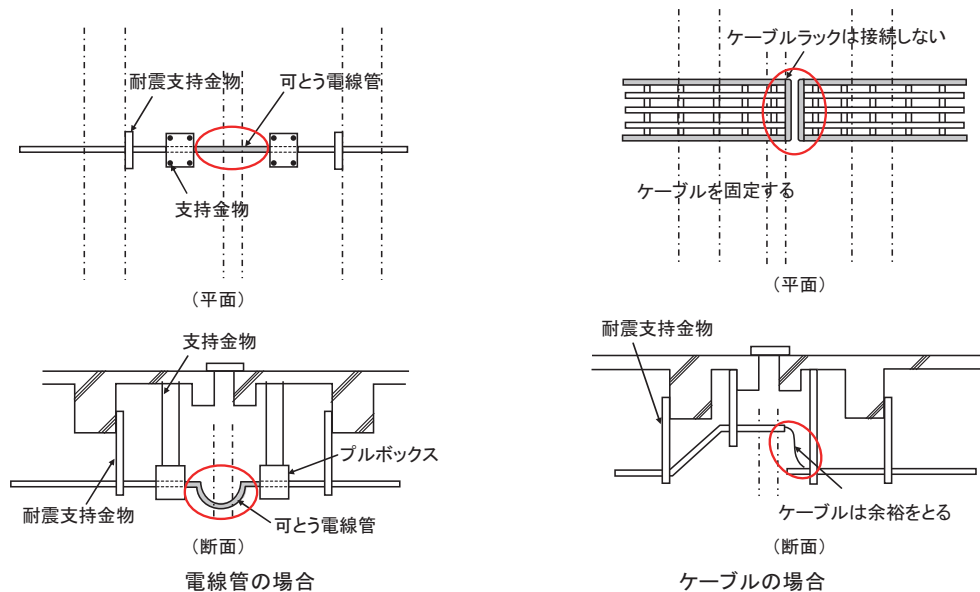


図 5-2-4 エキスパンションジョイント部を通過する電気配線例

これまで、耐震改修の設計上の基礎知識や基本的な工法の管理点、あるいは施工管理上の問題等を記してきたが、本章では最近の耐震改修工法の一部を紹介する。

1. 耐震補強の工法事例

- 1 超高強度繊維補強コンクリートブロック工法（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）
- 2 縦格子鋼板補強工法「T-Grid」（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）
- 3 3Q-Wall 工法（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）
- 4 安震ブロック（壁の耐震補強／施工性の改善事例）
- 5 鋼板ブレース内蔵プレキャストコンクリート板工法（壁の耐震補強／施工性・軽量化の改善事例）
- 6 鉄骨ブロック壁接着工法（壁の耐震補強／施工性の改善事例）
- 7 鉄骨ブレース接着工法（壁の耐震補強／低騒音・低振動の耐震ブレース事例）
- 8 自己圧着ブレース工法（壁の耐震補強／低騒音・低振動の耐震ブレース事例）
- 9 3Q-Brace 工法（壁の耐震補強／無溶接による鉄骨耐震ブレースの事例）
- 10 SR-CF 工法（柱・梁の耐震補強／炭素繊維による工法事例）
- 11 ADI-CF 工法（柱の耐震補強／炭素繊維による工法事例）
- 12 炭素繊維成形板工法（柱の耐震補強／炭素繊維成形板による工法事例）
- 13 かみ合わせ鋼板巻き工法（柱の耐震補強／無溶接による鋼板巻き立て工法事例）
- 14 耐震 SDJ パネルを用いた 3Q-Column 工法（柱の耐震補強／無溶接による鋼板巻き立て工法事例）
- 15 MaSTER FRAME 構法（外付け鉄筋コンクリートフレーム耐震補強工法の事例）
- 16 パラレル構法（外付け鉄筋コンクリートフレーム耐震補強工法の事例）

2. 制震補強の工法事例

- 1 ダイナミック・スクリュー（制震ダンパーの事例）
- 2 T-RESPO 構法（制震ダンパーの事例）
- 3 粘弾性ダンパー（制震ダンパーの事例）
- 4 ハニカムダンパー（制震ダンパーの事例）

3. 免震補強の工法事例

- 1 高減衰ゴム系積層支承（アイソレーター・ダンパー併用ビル用免震装置の事例）
- 2 角型鉛プラグ入り積層ゴム支承（アイソレーター・ダンパー併用ビル用免震装置の事例）
- 3 ボールアイソレーター（住宅等計量用アイソレーターの事例）
- 4 免震テーブル（室内に設置し精密機械や美術品に活用する架台の事例）

資料提供会社（50 音順）

株式会社浅沼組・株式会社新井組・オイレス工業株式会社・株式会社大林組・株式会社奥村組・鹿島建設株式会社・カヤバシステムマシナリー株式会社・株式会社鴻池組・清水建設株式会社・株式会社銭高組・大成建設株式会社・株式会社竹中工務店・ブリジストン化工品西日本株式会社・前田建設工業株式会社・三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社

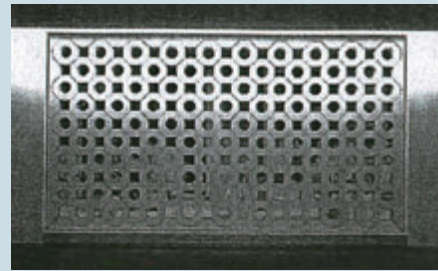
1 耐震補強の工法事例

1 超高強度繊維補強コンクリートブロック工法（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）

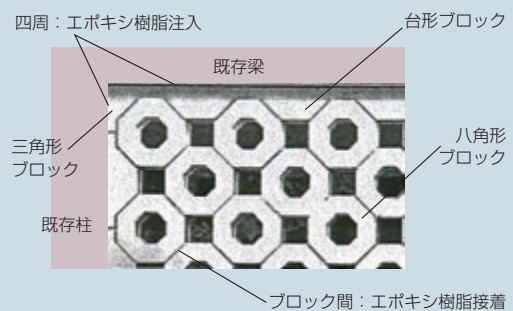
本工法は、鉄筋コンクリート造または鉄骨鉄筋コンクリート造の既存建物を対象とした、あと施工アンカーが不要な耐震補強工法である。

既存骨組の内側に、超高強度繊維補強コンクリート製の八角形ブロックを組積した補強壁を設置し、既存骨組と補強壁の間をエポキシ樹脂により接着接合する。

基本となる超高強度繊維補強コンクリート製の八角形ブロックと、既存骨組との取り合い部分に設置する台形ブロック、三角形ブロックから構成され、ブロック相互間および既存骨組とブロックの間をエポキシ樹脂により接着接合する。八角形ブロックには開口のないウェブタイプと中央部に開口のある穴開きタイプの2種類がある。基本のブロックが八角形であるため、壁面に規則性のある開口を設けることができ、通風・採光を確保したデザイン性のある耐震補強壁を構築できる。



イメージ図（穴開きタイプ）



工法概要図

認証機関：日本建築総合試験所

認証番号：GBRC 性能証明第 06-24 号改

2 縦格子鋼板補強工法「T-Grid」（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）

■特徴

意匠性の高い耐震壁

- ◎採光や通風、デザイン性に優れた耐震補強工法。
- ◎鋼板パネルにデザインパターンを型抜きすることで、さらに表情豊かにすることができる。

耐震性能とデザイン性を高い次元で両立

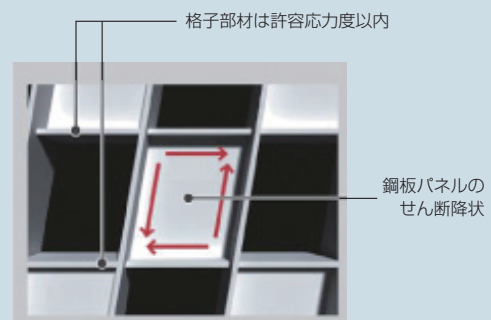
鋼鉄製枠に鋼板パネルを配置することでデザイン性向上と耐力確保を実現している。地震時には鋼板のせん断耐力で地震力に抵抗する。

鋼板パネルを使った新たな創造

市松模様に配置された鋼板パネルの表情を外壁ファサードとしたり、書棚等の家具として用いることで新たな創造が広がる。



外観



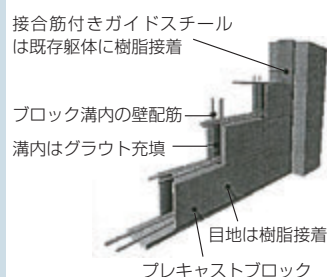
鋼板パネル説明図

3 3Q-Wall 工法（壁の耐震補強／デザイン性を持たせた事例）

3Q とは Quiet, Quick, and High Quality を表し、コンクリートの打設作業やあと施工アンカー打設、溶接作業など、騒音、振動、火災が懸念される高リスク作業を排除・低減することで、建物を使用しながら、迅速に安全な建物へ生まれ変わらせる補強工法として開発された。このシリーズの 3Q-Wall 工法は、小型・軽量のブロックを組積して耐震壁を構築する。プレキャストブロックを用いるタイプでは、組積したブロックの溝内に無収縮グラウトを充填して新設壁、既存の RC 壁を増し厚する増厚壁、柱に設けるそで壁に対応する。FRP ブロックを用いるタイプでは、採光、通風が可能で意匠的にもすぐれた耐震壁を構築できる。なお 3Q-Wall は、工法研究会 (<http://3qwall.e-arc.jp/>) を設立し、3Q-Brace も含め、工法の普及と耐震改修の促進を図っている。

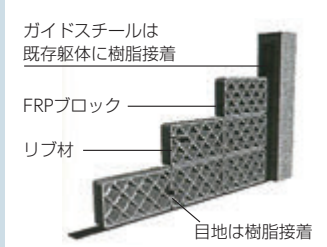
認証機関：日本建築総合試験所
認証番号：GBRC 性能証明 第 02-06 号改 5

構成概念図



プレキャストブロックタイプ

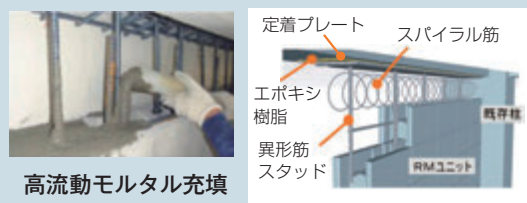
構成概念図



FRP ブロックタイプ

4 安震ブロック（壁の耐震補強／施工性の改善事例）

高強度、高精度のブロックである「RM ユニット」を組積して増設耐震壁を構築する補強工法（GBRC 性能証明 第 02-18 号 改 2）。耐震性能は在来工法の鉄筋コンクリート造の増設耐震壁と同等であり、補強設計において置き換えも可能。RM ユニット内部には高強度の高流動モルタルを充填する。在来工法に比べて極省スペースで施工可能（壁片側から施工も可能）、騒音、振動も大幅に抑制、建物を使用しながらの施工に適し、工期も 2 / 3 ～ 1 / 2 に短縮可能、施工後すぐに仕上げが行える。既存の柱、梁との接合をあと施工アンカーで行う「アンカー工法」と、異形筋スタッドが溶接された定着プレートをグリース状のエポキシ樹脂接着剤で接着する「接着工法」がある。アンカー工法には、既存の耐震壁との接合なしに強度と剛性を累加して増打ち補強できる「増打ち壁工法」もある。開口はアンカー工法ではドア開口と窓開口、接着工法では窓開口を選択できる。



高流動モルタル充填

接着工法



本工法の施工風景



在来工法の施工風景

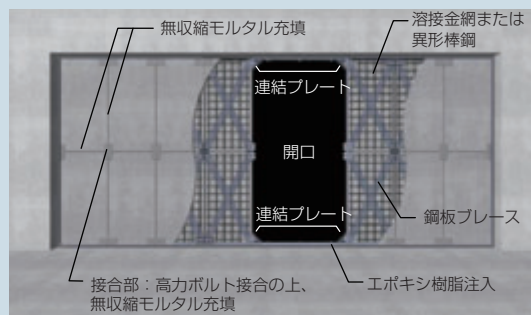
5 鋼板ブレース内蔵プレキャストコンクリート板工法（壁の耐震補強／施工性・軽量化の改善事例）

本工法は、鉄筋コンクリート造または鉄骨鉄筋コンクリート造の既存建物を対象とした、あと施工アンカーが不要な耐震補強工法である。

既存骨組の内側に、X型の鋼板ブレースを内蔵したプレキャストコンクリート板（以下、PCa板と略記）で補強壁を増設し、既存骨組と補強壁の間をエポキシ樹脂により接着接合する。

PCa板同士を鋼板ブレース端部で高力ボルト接合し、その接合部分とPCa板の目地部分には無収縮モルタルを充填する。PCa板と既存骨組が接する面にはスタッドボルトを取り付けた鋼板を設置しており、エポキシ樹脂によって既存骨組と接着する。

鋼板ブレースが耐力を発揮するため通常の鉄筋コンクリート造耐震壁より壁厚を薄くできる。また、通路開口がある場合にも適用が可能である。



工法概要図（有開口タイプ）



施工状況

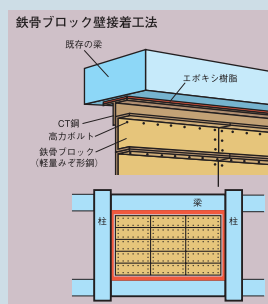
認証機関：日本建築総合試験所

認証番号：GBRC 性能証明第 06-24 号改

6 鉄骨ブロック壁接着工法（壁の耐震補強／施工性の改善事例）

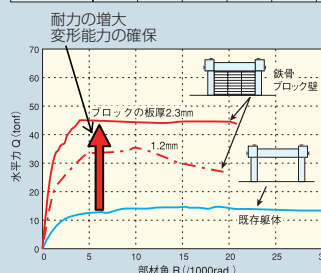
鋼板耐震壁の増設による耐震補強方法は、従来から広く採用されてきた。しかし、重い鋼板の運搬・組立には揚重機の使用が不可欠で、広い作業スペースも必要であった。加えて、溶接に伴う火気の発生、アンカーボルト打設時の騒音や振動の発生が、建物を使用しながらの工事を行う上で妨げとなっていた。

鉄骨ブロック壁接着工法は、従来の鋼板耐震壁補強と同等の補強効果を発揮し、かつ建物を使用しながらの耐震補強工事を実現している。重量物である鋼板を軽量の鉄骨ブロックに置き換え、揚重機を不要とした。人力で運搬した鉄骨ブロックを積み上げ、高力ボルトで接合し、鉄骨ブロック壁を構築する。鉄骨ブロック壁と既存の柱や梁は、エポキシ樹脂を用いた接着接合を行い、アンカーボルトの打設による騒音や振動を発生させない。



鉄骨ブロック

日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
鉄骨ブロック壁接着工法	下地補修	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置	鉄骨ブロック設置
鋼板パネル従来工法	アンカーボルト打設	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置	鋼板壁設置



適用例

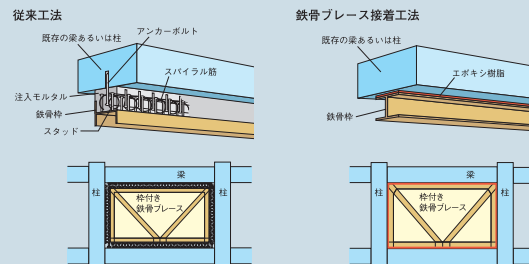
認証機関：日本建築防災協会

認証番号：建防災発 第 2034 号

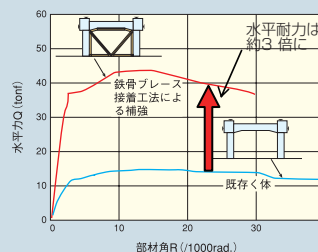
7 鉄骨ブレース接着工法（壁の耐震補強／低騒音・低振動の耐震ブレース事例）

鉄骨ブレースの設置は、建物の強度を大きくして耐震性能を増大させる有効な手段の一つである。従来の工法では、鉄骨ブレースと既存躯体を一体化するために、アンカーボルトを柱や梁に打設する必要がある。その時に発生する大きな騒音や不快な振動は、ブレースの設置階だけでなくその上下階にも影響を及ぼすため、工事期間中は業務を中断せざるを得ない場合もあった。

鉄骨ブレース接着工法は、エポキシ樹脂を用いて鉄骨ブレースと既存の柱や梁を接着し、一体化する工法である。ブレースと既存躯体は、確実に接合され十分な耐震性能を発揮する。この方法では騒音や振動がほとんど発生しないため、建物を使用しながらの耐震補強工事が可能となる。またモルタルの養生期間が不要となるため、工期短縮も図ることができる。



日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
補強工法														
接着ブレース														
養生期間														
従来工法														

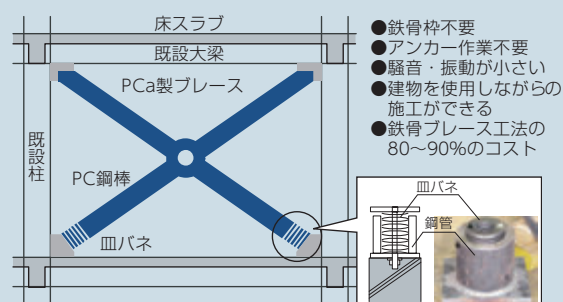


適用例

認証機関：日本建築防災協会
認証番号：建防災発 第 2034 号

8 自己圧着ブレース工法（壁の耐震補強／低騒音・低振動の耐震ブレース事例）

既存建物の耐震補強は、新しい耐震要素を増設する方法が一般的であるが、在来の鉄骨ブレース工法は増設部材と既存躯体の接合に鉄骨棒をあと施工アンカーや接着剤等で一体化する必要があり、振動、騒音が発生し、工事中は建物の使用を大幅に制限する必要があった。これに対し自己圧着ブレース工法は、端部に皿ばねを設けたプレキャスト部材を使用し、プレストレスでばねを縮めた状態で搬入、設置した後、プレストレスを開放し、ばねの復元力で躯体に圧着する工法である。このため低振動、低騒音で施工できるので、近くで業務を行うことも可能であり、従来の補強工法に比べて約 20% のコストダウンを見込むことができる。さらに、部材は工場製作で精度管理が容易で、仕上げはペンキ塗装程度で十分なので、現場での作業を極力省力化した工法である。

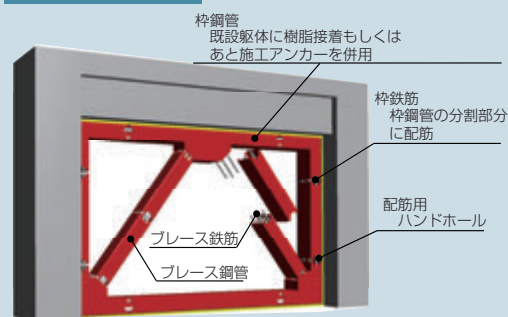


認証機関：日本建築総合試験所
認証番号：GBRG 性能証明 第 03-09 号

9 3Q-Brace 工法 （壁の耐震補強／無溶接による鉄骨耐震ブレースの事例）

3Q-Brace 工法は、分割され軽量の薄肉鋼管をブレース状に組み立てながら、その内部に鉄筋を配筋し、無収縮グラウトを充填して構築するブレース補強工法である。鋼管相互を接続する溶接やボルト接合が不要なため、火気を使用しない省スペースな施工を実現する。また分割して1ピースの部材重量を抑えた鋼管は、モルタルの拘束材と型枠を兼ねており、工期を短縮した省力化施工を可能とする。あと施工アンカーの使用本数を低減することで、建物を使用しながらの施工にも適しており、角鋼管へ塗装で仕上げを完了させれば、ボルトや溶接部が現れず、すっきりとした仕上げにすることもできる。

構成概念図



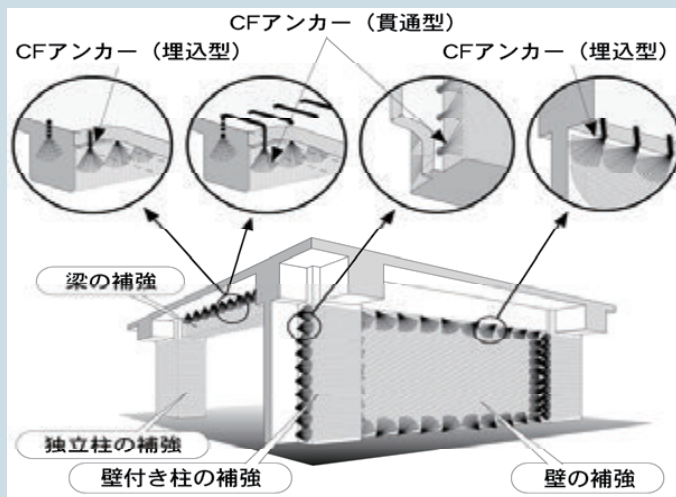
認証機関：日本建築総合試験所

認証番号：GBRC 性能証明 第 09-09 号改

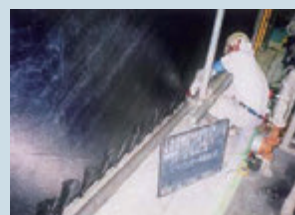
10 SR-CF 工法 （柱・梁の耐震補強／炭素繊維による工法事例）

本工法は、壁等で分断されていた炭素繊維シート同士をCF アンカーで繋ぎ合わせることで、柱や梁に閉鎖型に炭素繊維シートを貼り付けた場合と同等の補強効果が得られる。また、CF アンカーは貫通だけでなく埋込み定着にも有効であり、柱、梁の他、壁も補強可能で、全ての構造部材を炭素繊維のみで補強できる。

CF アンカーそのものは、軽量であるため施工が簡便となり、大幅な省力化と工期短縮を図ることができる。



柱補強の例



壁補強の例

認証機関：日本建築防災協会

認証番号：建防災発 第 2762 号

11 ADI-CF 工法（柱の耐震補強／炭素繊維による工法事例）

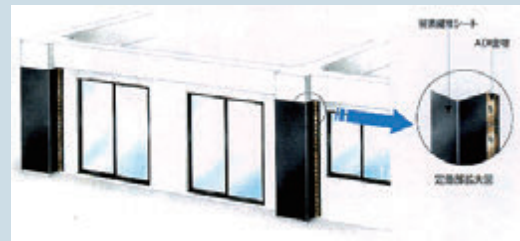
1. 概要

本工法は、既存鉄筋コンクリート造の壁付き柱を対象として、壁をはつり取ることなく炭素繊維シートによって耐震補強できる工法である。本工法によって、柱のせん断強度を高め、靱性能を向上させることが可能になる。

2. 特長

- ◎壁をはつり取らずに施工できるため振動、騒音、粉塵が押さえられ、建物を使用しながらの耐震改修を行える。
- ◎従来の壁をはつり取る工法と比較して 10 ～ 20% のコストダウンが可能となり、工期も約 1/2 に短縮できる。
- ◎炭素繊維シートの端部を躯体に定着する金物（ADI 金物）は、コンパクトで納まりの良い形としている。目付量 300g/m² の炭素繊維シート 3 層巻きまで適用することができる。

認証機関：日本建築総合試験所
認証番号：GBRG 性能証明 第 01-05 号



①柱表面の下部調整を行った後、壁にボルト貫通用の孔を穿孔する。



②エポキシ樹脂を含ませた炭素繊維シートを柱へ巻き付ける。



③巻き付けた炭素繊維シートの端部にADI金物を取り付け、通しボルトで締め付け固定する。



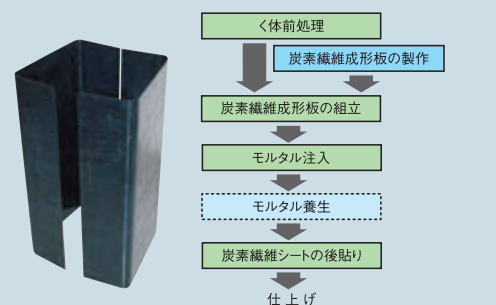
④耐火上有効な仕上げ材（耐火ボード、モルタル塗り等）を施す。

12 炭素繊維成形板工法（柱の耐震補強／炭素繊維成形板による工法事例）

柱の耐震補修・補強工法として、「鋼板巻き工法」と「炭素繊維シート巻き工法」が一般的であるが、建物を使用しながらの補強という面では、次のような問題がある。

鋼板巻き工法は、重い鋼板を用い、溶接作業を伴うため大きな作業スペースを必要とする。また、炭素繊維シート巻き工法は、炭素繊維シートを柱面に貼り付けるため、コンクリート面の研磨や面取り等の下地処理が不可欠で、騒音や粉塵が発生する。また、シートを貼り付ける際に臭いが発生する。

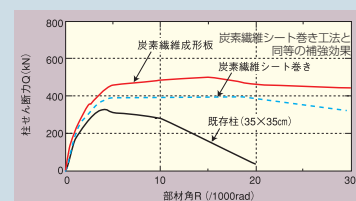
炭素繊維成形板工法は、十分な補強効果を発揮し、しかも建物を使用しながらの補強を実現した工法である。あらかじめ工場でコの字形やL字形に加工した軽量の炭素繊維成形板で既存柱を囲み、隙間にモルタルを充填し、その後、合わせ部を炭素繊維シートで後貼りする。梁の補強に対しても適用できる。



日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
補強工法	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板	炭素繊維成形板
炭素繊維シート巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き
鋼板巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き	巻き

比較のためのモデル
4柱/層×2層=8柱
炭素繊維シート2層貼り
作業員3人
仕上げ工事は除外

● 居ながら補強が可能な作業
○ 居ながら補強が困難な作業
□ 作業途中の状態



適用例

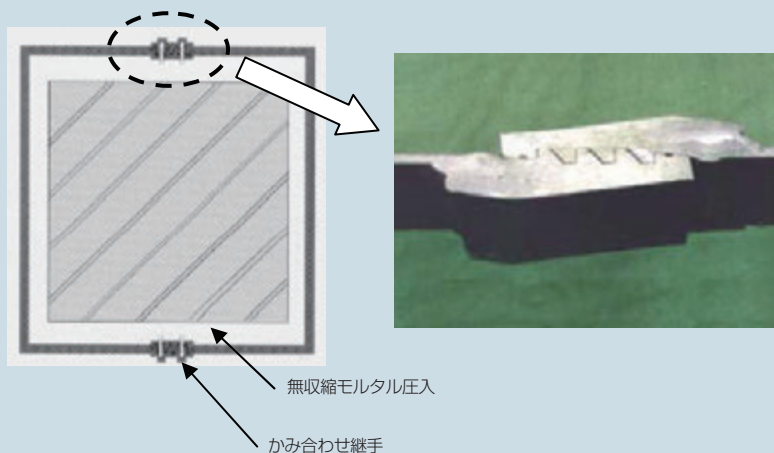
認証機関：日本建築防災協会
認証番号：建防災発 第 2343 号

13 かみ合わせ鋼板巻き工法（柱の耐震補強／無溶接による鋼板巻き立て工法事例）

本工法は、鋸歯状に圧延加工したかみ合わせ継手金物を用いることにより、現場溶接を不要とした柱の耐震補強工法である。コの字型の鋼板先端にかみ合わせ継手金物を工場溶接し、現場では組み立てるだけで済むので施工性に優れている。

また、搬入等の施工条件によっては、鋼板を上下に分割して施工することも可能である。

一般の建築物の他、鉄道や道路の橋脚の耐震補強にも採用されており、豊富な施工実績がある。



施工手順

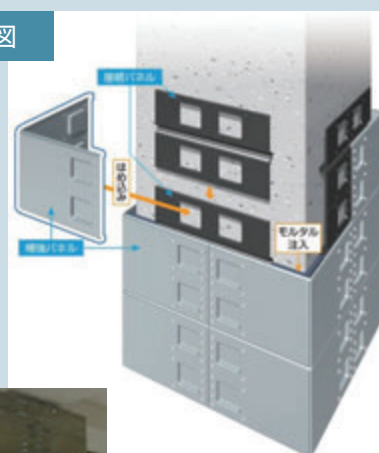
認証機関：日本建築防災協会
認証番号：建防災発 第 2453 号

14 耐震 SDJ パネルを用いた 3Q-Column 工法（柱の耐震補強／無溶接による鋼板巻き立て工法事例）

3Q-Column 工法は、L 型もしくはコ型の小型補強鋼板（耐震 SDJ パネル）と平板状の接続パネルを、既存柱の周囲に巻き立てる柱補強工法である。パネル相互の接合には、はめ込みとボルトを併用する独自工法を用いるため、溶接の必要はない。各パネルは小型・軽量で、人力による短工期施工が可能となる。壁付柱（耐震壁を構成する柱の壁面外方向）の補強、軸耐力補強にも対応できる。

3Q-Column 工法は、東海旅客鉄道株式会社、株式会社大林組、新日鉄エンジニアリング株式会社、ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社により、「既存鉄道コンクリート高架橋等の耐震補強工法」として共同開発した「鋼製パネル組立て補強工法」を、建築物の柱に適用するため、株式会社大林組、新日鉄エンジニアリング株式会社が日本建築総合試験所の建築技術性能証明を取得したものである。

構成概念図



施工状況

認証機関：日本建築総合試験所
認証番号：GBRC 性能証明 第 08-02 号改

15 MaSTER FRAME 構法 (外付け鉄筋コンクリートフレーム耐震補強工法の事例)

本構法は中低層の既存 RC、SRC 造建物の外側に新設 RC 造骨組を直付け工法もしくは増設工法（図 1）により接合する外付け耐震補強構法であり、補強設計は 2 次診断に基づいて行う。適用範囲は普通コン 13.5N/mm²、軽量コン 15N/mm²以上の既存躯体で、靱性指標 F 値は 2.6 以下（直交方向 F 値 1.27 以下）とする。既存骨組と補強骨組は図 2 に示すディスク型のあと施工アンカーを専用コアドリルで孔あけ、溝堀の後、有機系接着材を注入して接合する。また、既存躯体目荒しを省略できるためアンカー施工時の騒音、振動、粉塵を劇的に低減できる。さらに図 3 左図のようにボルトを後挿する一体型のディスク型アンカーを用いたプレキャスト工法により現場工期が短縮できる。また、既存骨組のスパンが比較的長い場合は、補強間柱を設けて構面数を低減できる。



図1 補強外観イメージ

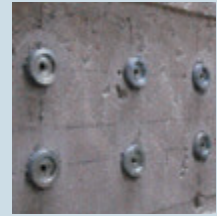


図2 ディスク型アンカー

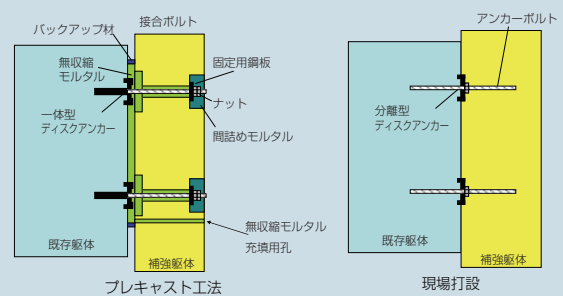


図3 直付け工法接合断面

認証機関：日本建築総合試験所
認証番号：GBRC 性能証明 第 09-35 号改

16 パラレル構法 (外付け鉄筋コンクリートフレーム耐震補強工法の事例)

建物の外側に、斜張橋に用いられる PC 鋼材を配置し、既存の建物と一体化することによって耐震補強を行う構法である。

建物の外側のみの工事で済むため、騒音、振動を気にすることなく、建物を使用しながらの工事ができるため、室内側を通常通り使用でき、工事期間中の引越しが不要となる。

工場製作の高強度プレストレストコンクリート部材を使用することで、補強部材断面のスリム化、現場作業ならびに工事騒音の低減、工期の短縮が図れる。

PC 鋼材を使用するので、従来工法よりも室内からの眺望、通風、採光も十分確保することができ、耐震性能も従来工法の 1.5 倍程度を確保できる。

『外からの“スマート”な耐震補強』



耐震補強 施工状況



内観写真

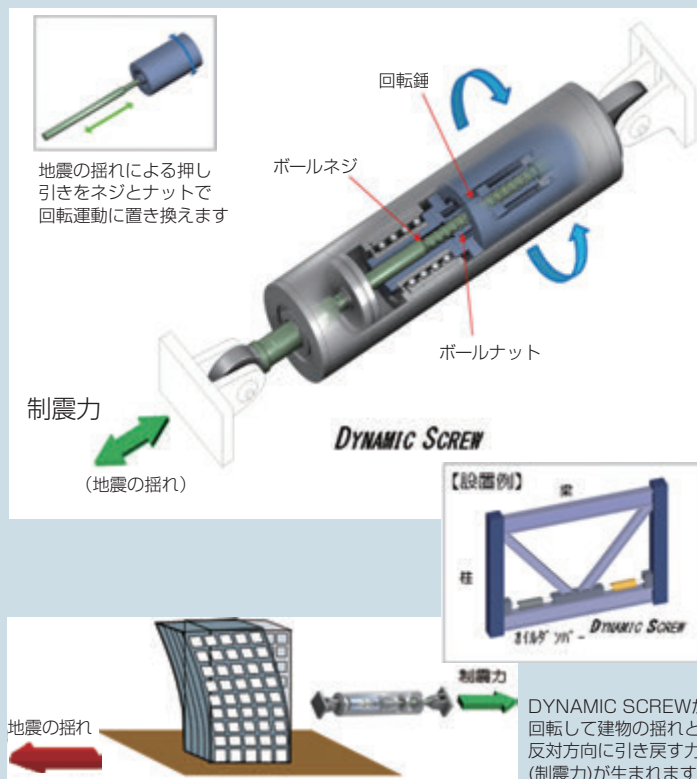
2 制震補強の工法事例

1 ダイナミック・スクリュー (制震ダンパーの事例)

本装置は、地震の揺れを錘の回転に置き換えて大きな制震力を生み出す高性能制震システムである。外観は一般的なオイルダンパーと同じ筒状で、ボールネジの軸周りにナットを介して円筒状の錘がある構造。

主な特徴は、重さ2tの装置で1000～1500倍(2000～3000t)の錘と同じ制震効果があり、装置の台数が少なく工事範囲を限定できるため、既存ビルの耐震性向上にも適している。

また、長周期地震動に対し従来の制震装置に比べ1/3～1/2の台数で高層・超高層ビルの耐震性能を確保できる。さらに生産施設への適用事例もあり、震災時のBCP対策にも有効である。



2 T-RESPO 構法 (制震ダンパーの事例)

■特徴

耐震時の揺れの低減

軸力制御オイルダンパーが地震エネルギーを吸収するため、地震時の揺れを低減し、大地震時の安全性を改善することができる。既存超高層建物の長周期地震動対策としても有効である。

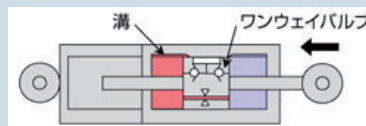


軸力制御オイルダンパー

大地震時の最大変形付近でオイルダンパーに発生する力を制御することにより、柱や梁などのダンパー周辺の既存架構への付加応力を小さくすることができる。

柱・梁の補強が不要

軸力制御オイルダンパーを用いることにより、従来工法では必要であった、既存柱・梁の補強が不要となる。

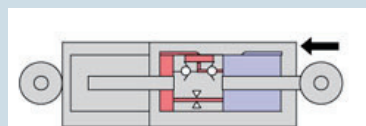


小さい変形の場合

小さい変形では、通常のオイルダンパーと同じ減衰力

建物を使用しながらの施工

溶接を使わない緊張材による圧着工法により、建物を使用しながらの施工が可能。間柱タイプやブレースタイプがある。



設定した変形を超えた場合

ダンパーが設定した変形を超えると、溝からオイルが流れ、油圧抵抗が減少し、減衰力が低下する。

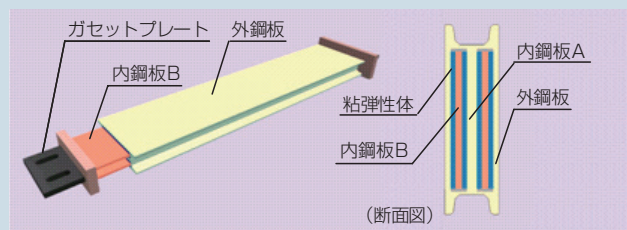
3 粘弾性ダンパー（制震ダンパーの事例）

制震による耐震改修工法で、建物のフレームにパネルまたはブレース形式の粘弾性ダンパーを取り付ける工法である。

鋼材間に挟み込まれた粘弾性体が地震時に変形することによって地震エネルギーを吸収し、建物の構造安全性を高める。当工法による改修の特長として以下が挙げられる。

- ブレース形式やパネル形式を基本としてさまざまな形態で建物に取り付けられる。
- 粘弾性体が地震エネルギーを吸収するため、建物に働く地震力を軽減でき、既存の構造部材に過大な負担をかけない。
- 形態や設置箇所を工夫することにより、工事期間中も建物の使用が可能で、改修後も建物の使い勝手を損なわない。

認証機関：日本建築総合試験所
 認証番号：性能証明 第12-14号
 国土交通省 NETIS 登録：CB-030016-A



粘弾性ダンパーの構造例

[学校建築での事例]

工事に伴う引越しを避け、短期間で工事を行うために、建物外側へ設置するケースが多い。



外側への設置例



外側(廊下)への設置例



内部への設置例

4 ハニカムダンパー（制震ダンパーの事例）

穴開き鋼板を利用したダンパーは、壁や梁などの構造躯体に組み込み、揺れを吸収させるシステムである。建物に加わる大地震のエネルギーをダンパーで吸収することによって、建物本体の損傷を防ぐことができる。

ハニカム状の開口を有する鋼材を大きく塑性変形させて、振動エネルギーを吸収する履歴型ダンパーである。このユニークな形状によって鋼材の弾塑性を生かし、地震エネルギーを効率よく吸収する。

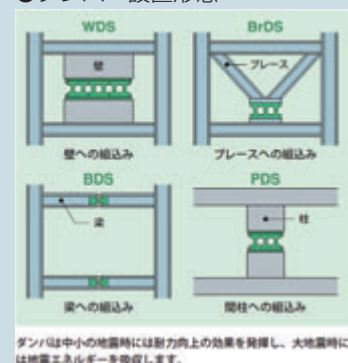
ダンパーは壁や梁の一部として組み込まれるので、建物の使用勝手にはまったく支障なく、最も効果的な部位に建物の計画に適した形で設置することが可能である。

『穴開き鋼板を利用したダンパー』

●ダンパー設置形態

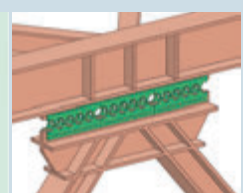
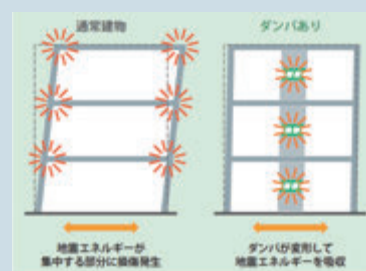


穴開き鋼板ダンパー



ダンパーは中小の地震時には耐力向上の効果を発揮し、大地震時には地震エネルギーを吸収します。

●ダンパーによる制震の原理



模式図（ブレース）

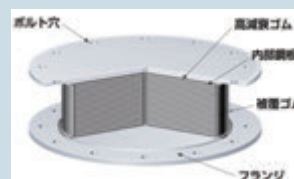
3 免震補強の工法事例

1 高減衰ゴム系積層支承 (アイソレーター・ダンパー併用ビル用免震装置の事例)

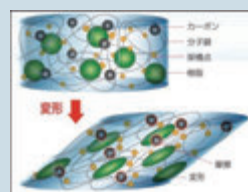
高減衰ゴム系積層ゴム支承

高減衰ゴム系積層ゴム支承は、減衰性の高いゴム材料（内部ゴム）と鋼板（内部鋼板）を交互に積層して加硫接着し、外周部は耐候性の優れたゴムで被覆した構造となっている。また、上下のフランジは、基礎および建物に取り付けるためのもので塗装やメッキによる防錆処理が施されている。特徴は以下の通り

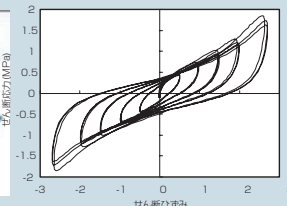
- ゴム配合により減衰性能を持つため並列に設置するダンパーを必要としない。
- ゴム材料が低弾性で減衰性を持つため軽量（支持荷重が軽い）建物にも適応することができる。
- 小変形域でも減衰を有しているため、大地震に限らず中小地震に対しても免震効果が期待できる。
- 小変形域では剛性が高いため風に対して揺れにくい。
- 復元力特性がなめらかなため、建物への応答加速度低下に効果がある。



高減衰ゴム系積層ゴム支承の構造



高減衰ゴムの配合イメージ



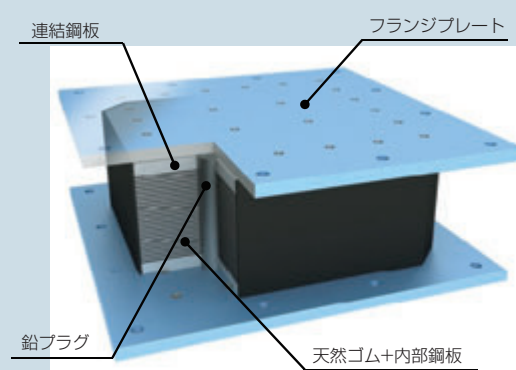
復元力特性図



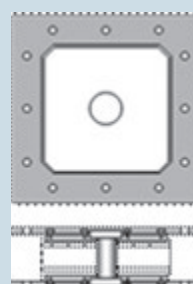
積層ゴムの変形状態

2 角型鉛プラグ入り積層ゴム支承 (アイソレーター・ダンパー併用ビル用免震装置の事例)

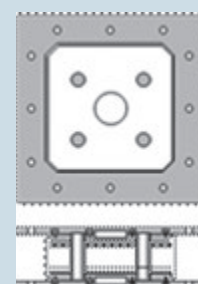
角型鉛プラグ入り積層ゴム支承は、天然ゴムと内部鋼板を交互に積み重ね加硫接着した角型積層ゴムに、鉛プラグを圧入した免震装置である。内部鋼板の防錆やゴムの耐候性のため、被覆ゴムが設けられている。ゴムには耐候性に優れた天然ゴムが、鉛プラグには高純度の鉛が使用されている。鉛の配置方法により鉛1本タイプと鉛4本タイプがある。また、角型積層ゴムは方向により特性が違うと思われていたが、様々な方向の実験を行った結果、特性の方向性が小さいことが確認され、角型積層ゴムが丸型積層ゴムと同様に建物用免震装置として採用されるようになった。角型鉛プラグ入り積層ゴム支承は、積層ゴムによる荷重支持機能・復元機能に、鉛プラグによるエネルギー吸収機能を加え、免震に必要なすべての機能を備えた免震装置である。



角型鉛プラグ入り積層ゴム支承



鉛1本タイプ



鉛4本タイプ

国土交通大臣認定番号：MVBR-0399
性能評価機関：日本建築センター
性能評価番号：BCJ 基評-IB0690-01

3 ボールアイソレーター（住宅等計量用アイソレーターの事例）

ボールアイソレーター（以下 B/I）は免震層の上部構造と下部構造の間に設置し、上部荷重を支えると同時に上部構造に伝わる地震力を低減し、かつ水平復元力を持つ支承で、特徴として水平方向に極めて低い摩擦抵抗値を持っている。ビル免震等に用いられる積層ゴムは水平剛性が高く、大きな鉛直荷重を掛けないと水平に変形しにくいいため、軽い戸建住宅や倉庫ラック等の免震システムで B/I が採用されている。

図1に B/I の構造図を示す。①ボデー、②ボールシート、③小ボール、④大ボール、⑤ベースプレート、⑥ストッパーリング、⑦ダストカバー、⑧ボールカバーからなり、小ボールと大ボールの構成により低摩擦抵抗値を実現している。地震によりベースプレートが地面とともに水平移動し、大ボールがベースプレート上を転がる。地震が収まると、ベースプレートの傾き θ により、元の位置（中心）に戻る。小型オイルダンパーと併用される。

認証機関：国土交通省
認証番号：MVBR-0400

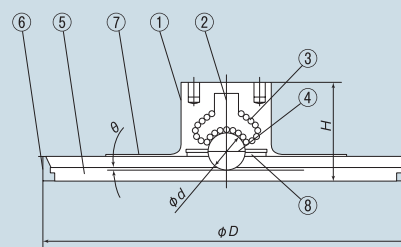


図1 ボールアイソレーターの構造図

表1 ボールアイソレーターの形状・寸法（大臣認定部材）

機種	基準支持荷重 W(kN)	受け皿外径 D(mm)	受け皿傾斜 θ (角)	全高 H(mm)
BB2N-1	88.26	$\phi 508$	1.5 ± 0.167	133.5
BB2N-2		$\phi 610$		
BB3N-1	196.14	$\phi 508$	1.5 ± 0.167	181.0

補：床・ラック免震（非大臣認）用他寸法部材あり

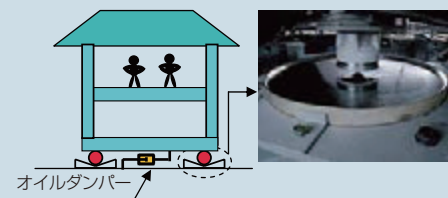


図2 ボールアイソレーターの使用例

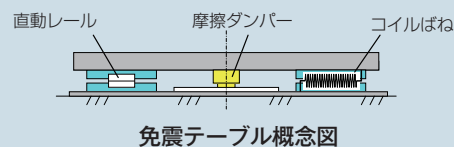
4 免震テーブル（室内に設置し精密機械や美術品に活用する架台の事例）

大地震時には建物内部の設置物が転倒することがあり、特に精密機器は転倒がなくても大きな振動を受けて内部が破損し、被害が甚大になる恐れがある。

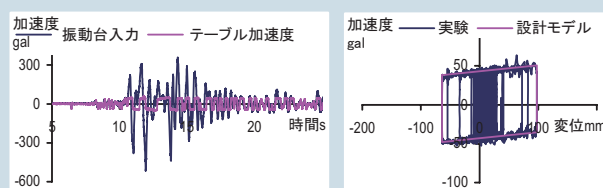
免震テーブルの上に機器を設置することで水平振動を低減し、これら被害を免れることができる。免震テーブルは、直交直動レールにより積載重量を支持、コイルばねによりテーブルの水平振動を長周期化して、設置物への地震力の伝達を低減する装置である。また内蔵された摩擦ダンパーにより、テーブルの地震時振動を減衰させるほか、通常運用時のテーブルの水平移動を防止する。免震テーブルは複数台連結が可能で、さまざまな建物内で設置物を免震できる。

- ・データセンター（サーバ室）
- ・半導体工場（製造ライン）
- ・美術館、博物館（展示品）

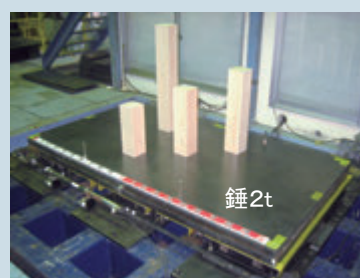
また、据付けが比較的容易で、装置高さも抑えられるため、天井の低い改修工事にも適している。



免震テーブル概念図



免震テーブル実験結果



免震テーブル実験状況

関西委員会技術部会

平成23年度 部会長 西 博 康（清水建設株式会社）◎

平成24年度 部会長 松 尾 秀 樹（株式会社 銭 高 組）

前副部会長 八 木 為治郎（大成建設株式会社）◎

副部会長 大久保 宏 司（大成建設株式会社）

委 員 升 田 堅（株式会社 浅 沼 組）

〃 阪 井 聡（株式会社 大 林 組）

〃 藤 原 二三男（株式会社 奥 村 組）

〃 北 村 浩一郎（鹿 島 建設株式会社）

〃 有 川 浩 二（株式会社 鴻 池 組）

〃 長曾我部 誠（株式会社 竹中工務店）

◎は担当委員

耐震改修技術専門部会

委 員 井 上 亮 輔（株式会社 浅 沼 組）

〃 川 辺 裕 晃（株式会社 奥 村 組）

〃 川 崎 修 司（鹿 島 建設株式会社）

〃 僊 石 政 文（清水建設株式会社）

〃 遠 藤 創（大成建設株式会社）

〃 上 枝 豊（株式会社 竹中工務店）

本誌掲載内容の無断転載を禁じます。

『はじめての耐震改修工事』

平成 25 年 1 月

編集・発行



社団法人 日本建設業連合会 関西委員会

〒540-0031 大阪府中央区北浜東1-30

TEL 06-6941-4788 FAX 06-6946-8301

URL <http://www.bcs-kansaisibu.com>



はじめての**耐震改修** 工事

社団法人**日本建設業連合会** 関西委員会