

[資料2.6] 動的応答解析モデル

1) 建築物の振動モデル

弾塑性応答解析を行うモデルは耐震性能を確認するための指標が適切に評価できる必要がある。ここでは、層としての累積塑性変形量を評価できるように、建築物を各階1質点とし水平方向に1自由度をもつ「等価せん断型モデル」に置換する手法を示す。

2) 復元力特性の設定方法

資一図2.6.1 に示すような各階の復元力特性を決定するためには、各階の弾性剛性( $K_1$ )および弾性限耐力( $Q_y$ )、さらに第一折れ点以降の第二分枝剛性( $K_2$ )および保有耐力( $Q_u$ )を求める必要がある。各階の $K_1$ は弾性剛性であり、 $Q_u$ は節点振り分け法などで求めることができる。 $Q_y$ は、一般にある部材が最初に全塑性モーメントに達する層せん断力で、柱・梁の全塑性モーメント(終局耐力)と弾性時の部材応力との比から求めることができる。 $K_2$ は非線形漸増載荷解析により求められる各階の層せん断力( $Q$ )—層間変位( $\delta$ )曲線をよく近似するように設定する方法のほか、比較的均等な柱および梁で構成され、最上層柱頭および最下層柱脚を除いて中間層では梁降伏先行型となる純ラーメン部分に関しては、下式により求めてよい。

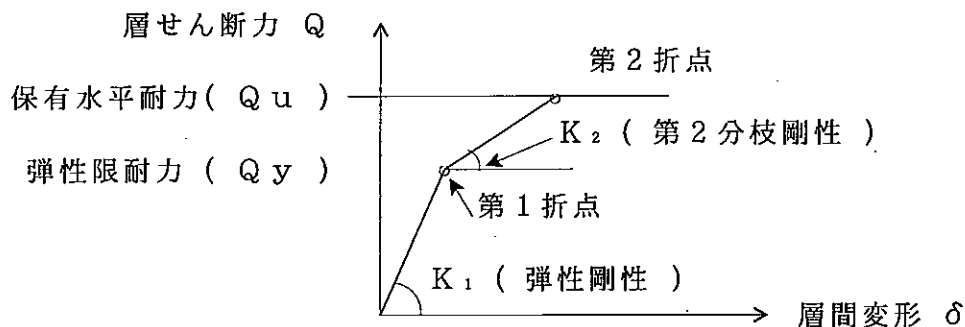
$$\text{最上層} : K_2 = K_1 \times (k+1.5) / (k+6)$$

$$\text{中間層} : K_2 = K_1 \times (k+2) / (k+8)$$

$$\text{最下層} : K_2 = K_1 \times k(12k+7) / (4k+3) / (12k+1)$$

$$1 \text{ 層骨組} : K_2 = K_1 \times k(3k+1) / (k+1) / (12k+1)$$

ただし $k$ は梁・柱剛比(= $K_o / K_c$ )、 $K_o$ は各階の上下の梁の剛度和、 $K_c$ は柱の剛度和を示す。



資一図2.6.1 各階の復元力特性

---

筋かいは、鉄骨造における有効な水平力抵抗要素であるが、細長比によって挙動が大きく異なる。すなわち、引張筋かいは塑性化後の耐力低下はほとんどないが、圧縮筋かいは座屈に伴う耐力低下を考慮する必要がある。筋かい部分の復元力特性の設定にあたっては、文献6)、20)等を参考に適切にモデル化を行うこととする。

一方、十分な変形能力を有する履歴型ダンパーを用いる場合は、個々のダンパーの性状を適切に表す復元力を並列バネとして評価すればよい。但し、この場合累積塑性変形倍率の制限は常時荷重支持部材の応答に関して行えばよく、ダンパー系に関しては個々の変形能力に照らし合わせて別途評価する。

---

## [資料2.7] 液状化対策工法

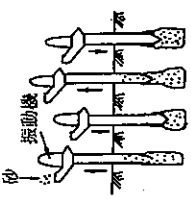
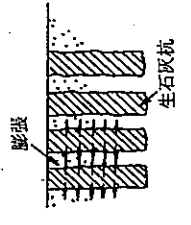
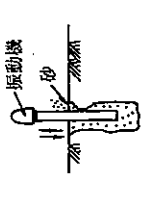
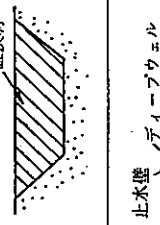
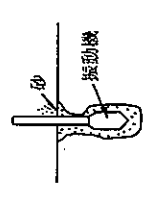
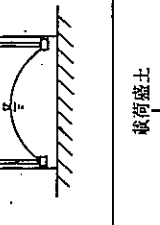
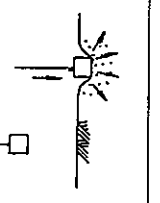
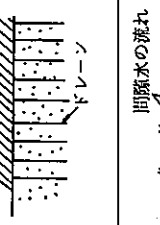
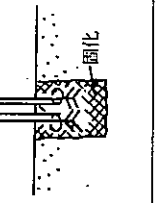
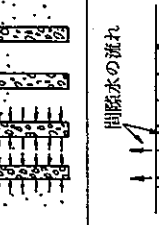
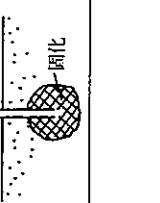
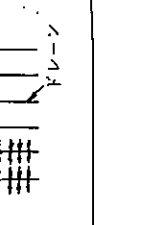
液状化対策工法は、数多く開発されている。各工法の詳細については「地盤改良工法便覧」（日本材料学会、1991年）、「実用軟弱地盤対策技術総覧」（産業技術サービスセンター、1993年）及び「土質工学ハンドブック」（土質工学会、1982年）等に示されているので参照されたい。

サンドコンパクション工法等は、過去の震害において効果があったことが報告されている。兵庫県南部地震においても、鋼管杭とバイプロフローテーション工法あるいはサンドコンパクション工法の地盤改良を併用した建築物（芦屋浜に立地）や、ロッドコンパクション工法で地盤改良した地盤に直接基礎で支持させた建築物（ポートアイランドに立地）等は、周辺の建物が液状化によって、建築物と地盤の段差が生じる等の被害を受けているにもかかわらず、無被害であったことが報告されている。

また、特殊な地盤改良例として、深層混合処理工法（DCM工法）により連続した格子状の固化壁を地中に築造し、その中に場所打コンクリート杭を打設した建築物（メリケンパークに立地）は、周囲の護岸が移動してエプロンサイドに大きな被害が生じたにもかかわらず、ほとんど被害を受けていないと報告されている。

液状化対策としての地盤改良工法の種類（「実用軟弱地盤対策技術総覧」より）

表 液状化対策としての地盤改良工法の種類

対策原理	工法名	工法の概要	工法の概要	工法名	工法の概要
固 結	サンドコンパクション工法	 <p>本工法は振動による原地盤の締め固めと、原地盤への砂柱の圧入の両者により、地盤を締め固めるものである。砂柱の圧入・締め固めは、鋼管ケーシングを用いて行う。</p>	 <p>膨張 生石灰杭</p>	生石灰杭工法	<p>本工法は、生石灰杭を原地盤中に形成し、硬化後における杭としての抵抗に期待するとともに、吸水硬化時に体積膨張する性質を利用して、原地盤の密度増加を期待するものである。</p>
	ロッドコンパクション工法	 <p>本工法は種々の形状からなる鋼製ロッドを原地盤に振動圧入することにより、地盤を締め固めるものである。地表から砂をロッド周辺に補給することにより、補給砂も地盤中に圧入される。</p>	 <p>置換材</p>	置換工法	<p>本工法は液状化が発生しにくい材料（れき、セメントを混合した砂など）により、原地盤を置き換えるものである。</p>
締 固 め	バイプロフレーション工法	 <p>本工法は振動体を先端に取り付けた鋼管を原地盤に振動圧入することにより、地盤を締め固めるものである。地表から砂を補給することにより、補給砂も地盤中に圧入される。</p>	 <p>止水壁 ディープウェル</p>	地下水位低下	<p>本工法は原地盤の水位をディープウェル・ウェルポイントなどにより低下させるものである。圧密に有効な荷重を増大させるために一種のプレロードとして用いられることもある。</p>
	動圧密工法	 <p>本工法は数十トンの重錘を10～40mの高さから地表面に繰返し落下させることにより、深底10～15mまでを締め固めるものである。</p>	 <p>載荷盛土 ドレーン</p>	プレロード	<p>本工法は載荷盛土ないし一時的な地下水位低下などにより原地盤の有効応力を一時的に高めることにより地盤を過圧密状態とすることをねらったものである。</p>
固 結	深処理 固 結 法	 <p>本工法はセメント・石灰などの固化材を原地盤と攪拌混合し、地盤を固結するものである。液状化する地盤をブロック状に改良する方法と地中壁を形成する部分的な改良などがある。</p>	 <p>間隙水の流れ</p>	ドレーン工法	<p>本工法はケーシングオガーを用いて柱状に砕石柱を原地盤中に形成し、地盤全体としての透水性を高めることをねらったものである。</p>
	注 入 工 法	 <p>本工法は、注入管を用いて、原地盤中にセメントグラウトなどを注入し、地盤を固化するものである。</p>	 <p>間隙水の流れ ドレーン</p>	人工材料によるドレーン工法	<p>本工法はプラスチックなどの人工材料によるドレーンを原地盤中に圧入して、排水柱を形成し、これにより地盤全体としての透水性を高めることをねらったものである。</p>

[資料2.8] 構造体の耐震改修法

耐震改修の方法としては、構造補強によるものと、免震・制震(振)構造(構造体に入ってくる地震力を軽減させる方法)によるものがある。  
耐震改修法の一覧を以下に示す。

●構造補強

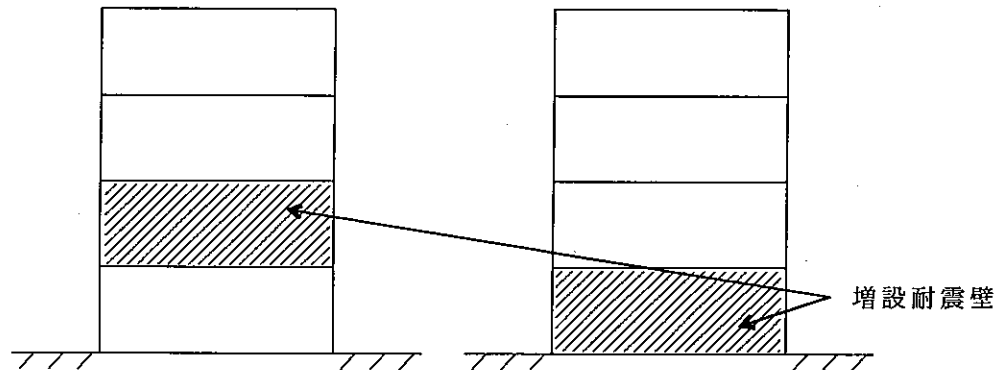
構造補強については、「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」による「A1：保有水平体力の向上」および「A2：靱性能の改善」についての事例を以下に示す。

区 分		構 工 法	構法原理	
架 構 単 位	鉄筋コンクリート壁の増設	1 耐震壁の増設	A 1	
		2 壁厚の増大	A 1, A 2	
		3 袖壁の増設	A 1, A 2	
		4 壁増設部と既存部の取り合い	—	
	鉄骨架構の増設	5 鉄骨ブレースの増設	A 1, A 2	
		6 鋼板パネルの増設	A 1, A 2	
		7 架構増設部と既存部の取り合い	—	
		8 外付鉄骨ブレースの増設	A 1	
		9 ブレース架構の増設	A 1	
		10 ブレースの増設	A 1	
		11 間柱の増設	A 1	
部 材 単 位	鉄筋コンクリート造	柱部材	12 溶接金網巻き	A 2
			13 溶接閉鎖フープ巻き	A 2
			14 鋼板巻き	A 2
			15 帯板巻き	A 2
		16 腰壁・たれ壁の除去、切離し	A 2	
		17 柱断面の増大	A 1, A 2	
		18 炭素繊維巻き付け	A 2	
		梁部材	19 スターラップ巻き	A 1
	20 鋼板貼り付け(巻き付け)		A 1	
	鉄骨造	柱部材	21 カバープレート、形鋼取り付け	A 1, A 2
			22 コンクリートの圧入	A 1, A 2
		梁部材	23 カバープレート、形鋼取り付け	A 1, A 2
		柱脚部	24 アンカーボルトの増設	A 1, A 2
			25 固定度の増加	A 1, A 2
		柱梁接合部	26 リブ、ハンチ増設による材端及び仕口補強	A 1, A 2
			27 ダブラプレート増設によるパネルゾーン補強	A 1, A 2

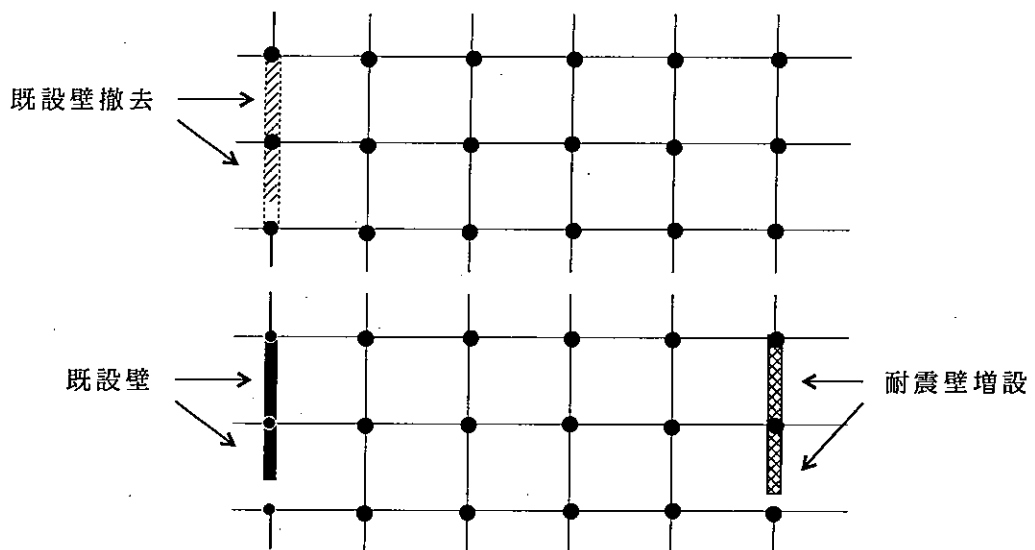
(出典：建設大臣官房官庁営繕部監修「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」)

● 構造不整形の改善

i) ピロティなどの剛性と耐力の急変を改善するための壁の増設



ii) 偏心の原因となる壁を撤去又は偏心を打ち消す位置に壁増設



● 経年劣化の補償

i) エポキシ樹脂等によるクラック補修

当補修法の効果に関しては、以下の研究が参考となろう。

「鉄筋コンクリート造腰壁付き梁柱接合部のエポキシ樹脂補修に関する実験的研究」(1982年11月)

東京大学工学部建築学科 青山博之 小谷俊介 田才晃

「せん断破壊したRC壁柱のエポキシ補修効果」

(日本建築学会大会学術講演梗概集〔近畿〕1996年9月)

近畿大学理工学部建築学科 窪田敏行 福田幹夫 他

● 免震・制震（振）構造

大地震時においても、建物の損傷を軽微にとどめる必要がある場合、病院等精密機器の機能維持のために床応答加速度を制御すべき場合、文化財として認定される建築物にその価値を損ねることなく耐震性を付与しなければならない場合等には、免震構造または、制震（振）構造などの採用が有効となる。

これらの構造の採用に当たっては、建築物の規模・構造特性を十分に検討し、目標とする耐震性能に適合した構造形式を選択する必要がある。

以下にこれらの構造を採用するに際しての留意事項を示す。

I) 免震構造

a) 免震が有効に働く建物

・建物周期の短い中低層建物, 上部重量の比較的重い建物, 堅い地盤上に建つ建物

b) 免震装置に過大な引き抜き力を生じさせてはならない。

c) 大地震時を考慮して、免震層の稼働寸法を確保する。

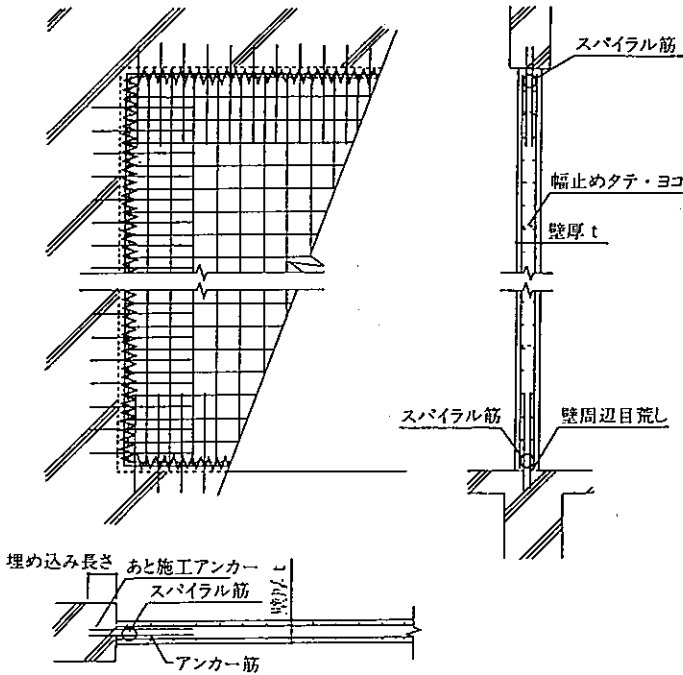
II) 制震（振）構造

a) 建物高さ，地下階数，建物高さ幅などの制限は、特にない。

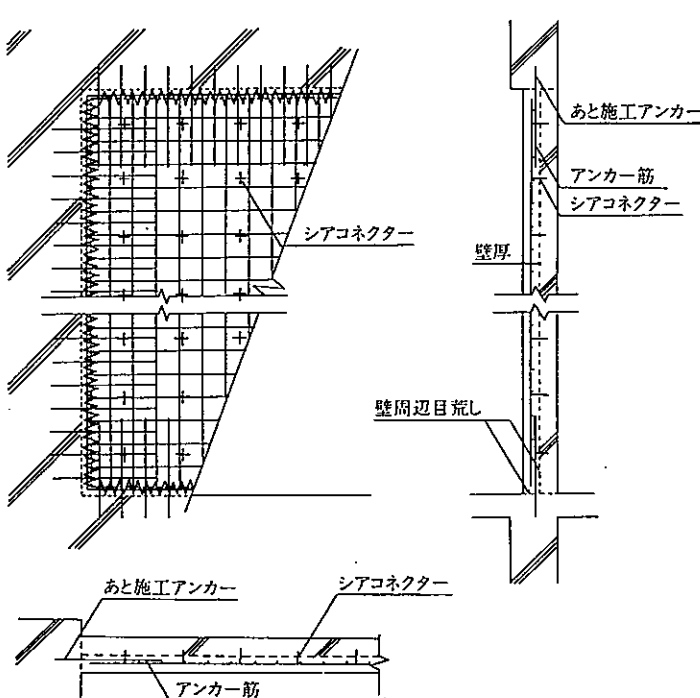
b) 層間変形の大きい鉄骨造の高層建物に適している。

c) 制震（振）ダンパーの点検，取り替えのスペースが必要である。

免震構造および制震（振）構造については、動的解析によってその耐震安全性を確認する必要がある。

No. 1	架構単位	RC壁の増設	耐震壁の増設	強度の向上
概要	<p>四周の既存柱及び梁の仕上げをはつり取り、あと施工アンカーを設置する。次に、増設壁の配筋を行い、型枠を設置の上、コンクリートを打設する。なお、四周の既存部との取り合い部分には、割裂補強筋を配する。</p>			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
<p>(補強例)</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存柱及び梁の接合面に目荒しを施す。</li> <li>・増設壁の厚さは、15cm以上とする。</li> <li>・割裂補強筋は6φ以上とする。</li> <li>・増設壁のコンクリート強度は、210kg/cm<sup>2</sup>以上、かつ既存部の強度以上とする。</li> <li>・増設壁のコンクリートは、全て圧入するか、又は流し込み工法で上部20cm程度残して打設し、残り部分に無収縮グラウト材を圧入する。</li> </ul>				
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	強度の向上が主要な目的であるが、曲げ型あるいは基礎回転型とすることで、じん性を向上させることも可能である。		
	建築計画	耐震壁の増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。重量の増加、転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性	場所打ちコンクリートのため工期がかかる。PCa壁板も可能ではあるが、接合、運搬等の問題から普及していない。		
実績等	鉄骨架構の増設に比べ、一般的に安価である。 実績は多い。			
文献	<p>(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針          技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック          他多数</p>			



No. 2	架構単位	RC壁の増設	壁厚の増大	強度・じん性の向上
概要	<p>周囲の既存柱、梁及び壁面の仕上げをはつり取り、あと施工アンカーを設置する。次に、増し打ち壁の配筋を行い、型枠を設置のうえ、コンクリートを打設する。なお、四周の既存部との取り合い部分には、割裂補強筋を配する。</p>			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
(補強例)				
			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存柱及び梁の接合面に目荒しを施す。</li> <li>・ 増設壁の厚さは、12cm以上とする。</li> <li>・ 割裂補強筋は6φ以上とする。</li> <li>・ 増設壁のコンクリート強度は、210kg/cm<sup>2</sup>以上、かつ既存部の強度以上とする。</li> <li>・ 増設壁のコンクリートは、全て圧入するか、又は流し込み工法で上部20cm程残して打設し、残り部分に無収縮グラウト材を圧入する。</li> </ul>	
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	強度の向上が主要な目的であるが、曲げ型あるいは基礎回転型とすることで、じん性を向上させることも可能である。		
	建築計画	耐震壁厚の増大で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。重量の増加、転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性	場所打ちコンクリートのため工期がかかる。既存壁面にシアコネクターを設置する方法もある。		
実績等	増し打ち壁の替わりに、枠付鉄骨架構を増設することもあるが、それに比べ一般的に安価である。実績は多い。			
文献	<p>(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針          技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック          他多数</p>			

No. 3	架構単位	RC壁の増設	袖壁の増設	強度・じん性の向上
概要	<p>周囲の既存柱及び梁の仕上げをはつり取り、あと施工アンカーを設置する。次に、増設壁の配筋を行い、型枠を設置の上、コンクリートを打設する。なお、既存部との取り合い部分には、割裂補強筋を配する。</p>			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
<p>(補強例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存柱及び梁の接合面に目荒しを施す。</li> <li>・増設壁の厚さは、15cm以上とする。</li> <li>・割裂補強筋は6φ以上とする。</li> <li>・増設壁のコンクリート強度は、210kg/cm<sup>2</sup>以上、かつ、既存部の強度以上とする。</li> <li>・増設壁のコンクリートは、全て圧入するか、又は流し込み工法で上部20cm程残して打設し、残り部分に無収縮グラウト材を圧入する。</li> </ul>				
構造計算	<p>既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。袖壁の長さにより、袖壁付柱として計算する場合と耐震壁として計算する場合がある。</p>			
特徴・留意点	構性能	<p>強度の向上が主要な目的であるが、梁降伏先行型とすることで、じん性を向上させることも可能である。梁が短スパンとなるので、注意を要する。</p>		
	建築計画	<p>袖壁の増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。</p>		
	施工性	<p>場所打ちコンクリートのため工期がかかる。上図以外にも、既存柱のフープをはつり出し、袖壁の横筋を溶接する等の方法があるが、普及していない。</p>		
実績等	<p>鉄骨架構の増設に比べ、一般的に安価である。 実績は多い。</p>			
文献	<p>(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 他多数</p>			

No 4	架構単位	RC壁の増設	壁増設部と既存部の取り合い
概要	RC壁の増設に伴う既存部の取り合い詳細を示す。		
使用目的	強度の向上（既存部との一体化）	適用種別	RC造、SRC造
(補強例)			
<p>(a) スパイラル筋による割裂補強要領</p>			
<p>(b) はしご筋による割裂補強要領</p>			
・アンカーのピッチ及び定着長は計算による。			
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。		
特徴・留意点	構造性能	鉄骨鉄筋コンクリート造の場合、アンカーの埋込み深さに注意する。	
	建築計画		
	施工性	コッター接合も方法としてはあるが普及していない。 割裂補強筋はスパイラル筋、又ははしご筋が用いられる。	
実績	実績は多い。		
文献	(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 他多数		

No. 5	架構単位	鉄骨架構の増設	鉄骨ブレースの増設	強度・じん性の向上
概要	<p>四周の既存柱及び梁の仕上げをはつり取り、あと施工アンカーを設置する。次に、鉄骨柱にスタッドボルトを溶接した鉄骨架構をはめ込み、割裂補強筋を配し、無収縮モルタルを圧入する。</p>			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
(補強例)				
<p>鉄骨架構部をはめこみ、RC造架構部との隙間に無収縮モルタルを圧入して一体化する。</p>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存柱及び梁の接合面に目荒しを施す。</li> <li>・無収縮モルタルの強度は、<math>300\text{kg}/\text{cm}^2</math>以上とする。</li> <li>・割裂補強筋は<math>6\phi</math>以上とする。</li> </ul>				
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	強度の向上が主要な目的であるが、基礎回転型とすることで、じん性を向上させることも可能である。		
	建築計画	鉄骨架構の増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。地震時の転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性	RC壁増設に比べ短工期で済む。分割して運搬する必要がある。		
実績	RC壁増設に比べ、一般的に高価である。 実績は多い。			
文献	<p>(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針          技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック          他多数</p>			

No. 6	架構単位	鉄骨架構の増設	鋼板パネルの増設	強度・じん性の向上
概要	<p>四周の既存柱及び梁の仕上げをはづり取り、あと施工アンカーを設置する。次に、鉄骨枠にスタッドボルトを溶接した鉄骨架構をはめ込み、割裂補強筋を配し、無収縮モルタルを圧入する。</p>			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
(補強例)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>・パネルの厚さは、4.5mm以上とする。</li> <li>・既存柱及び梁の接合面に目荒しを施す。</li> <li>・割裂補強筋は6φ以上とする。</li> <li>・無収縮モルタルの強度は、300 kg/cm<sup>2</sup>以上とする。</li> </ul>				
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	強度の向上が主要な目的であるが、基礎回転型とすることで、じん性を向上させることも可能である。		
	建築計画	鉄骨架構の増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。地震時の転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性	RC壁増設に比べ短工期で済む。分割して運搬する必要がある。		
実績等	RC壁増設に比べ、一般的に高価である。 実績は多い。			
文献	<p>(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針          技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック          他多数</p>			

No. 7	架構単位	鉄骨架構の増設	架構増設部と既存部の取り合い						
概要	鉄骨架構の増設に伴う既存部の取り合い詳細を示す。								
使用目的	強度の向上（既存部との一体化）	適用種別	RC造、SRC造						
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>標準寸法表</caption> <tr> <td>P</td> <td>150以上 250以下</td> </tr> <tr> <td>e2</td> <td>30以上 60以下</td> </tr> <tr> <td>e3</td> <td>150以上</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><math>l = 5d \sim 8d</math></p>				P	150以上 250以下	e2	30以上 60以下	e3	150以上
P	150以上 250以下								
e2	30以上 60以下								
e3	150以上								
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。								
特徴・留意点	構造性能	鉄骨鉄筋コンクリート造の場合、アンカーの埋込み深さに注意する。							
	建築計画								
	施工性								
実績等	実績は多い。								
文献	(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 他多数								

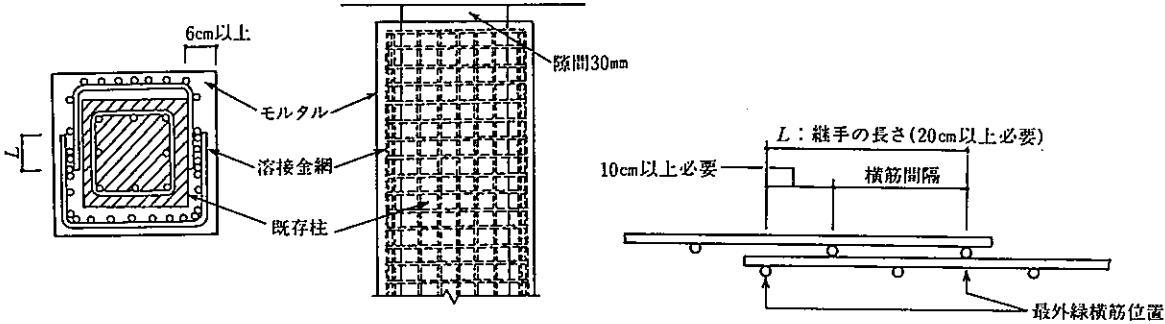
No. 8	架構単位	鉄骨架構の増設	外付鉄骨ブレースの増設	強度の向上
概要	柱梁接合部位置に定着台をPC鋼棒により緊結する。定着台との隙間には目地モルタルを施し、PC鋼棒にはポストテンションを与える。その後、定着台にブレース材を接続する。			
使用目的	強度の向上		適用種別	RC造、SRC造
構造計算	定着台の結合が十分であれば、復元力特性は、既存構造体+ブレースとして計算が可能である。			
特徴・留意点	構造性能	定着台の結合性能、剛性等を確認しておく必要がある。また、既存構造体の結合部に生ずる応力集中に注意を要する。		
	建築計画	建築物外面に設置するため、立面のデザインの問題がある。		
	施工性	既存フレーム内に設置する枠付鉄骨架構よりも施工性が良い。建築物を使用しながらの補強工事が可能である。		
実績等	東北工業大学5号館、千葉工業大学、メキシコシティ等に類似の補強実績がある。			
文献	技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 構造調査コンサルティング協会：海外における被災建物の耐震補強状況 建築技術1994.6 川股重也：東北工大5号館の震害修復 建築技術1980.6			

No. 9	架構単位	鉄骨架構の増設	ブレース架構の増設	強度の向上
概要	既存フレーム内に枠付鉄骨ブレース架構を組み込み、溶接あるいはボルト接合する。床スラブを一部はつる必要がある。			
使用目的	強度の向上		適用種別	S造
(補強例)				
構造計算				
特徴・留意点	構造性能	既存フレームに十分力が伝わるよう、また、既存フレームを傷めないよう、その接合箇所及び接合方法に注意を要する。		
	建築計画	鉄骨架構の増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。地震時の転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性	分割して運搬する必要がある。		
実績等				
文献 (財)日本建築防災協会外：既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル				



No. 10	架構単位	鉄骨部材の増設	ブレースの増設	強度の向上
概要	既存フレームに新たにブレースを設置する。			
使用目的	強度の向上		適用種別	S造
(補強例)				
構造計算				
特徴・留意点	構造性能	既存フレームに生ずる新たな応力、特に柱梁接合部の耐力に注意を要する。		
	建築計画	ブレースの増設で生ずる偏心及び剛重比の変化に注意を要する。地震時の転倒モーメントによる付加軸力により、基礎の補強が必要となる場合もある。		
	施工性			
実績等				
文献	(財)日本建築防災協会外：既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル			

No. 11	架構単位	鉄骨部材の増設	間柱の増設	強度の向上
概要	既存フレームに新たに間柱を設置する。			
使用目的	強度の向上		適用種別	S造
(補強例)				
構造計算	増設間柱に塑性ヒンジに生成を考慮する場合と、既存梁に考慮する場合とがある。			
特徴・留意点	構造性能	梁が短スパンとなるため注意を要する。		
	建築計画			
	施工性			
実績				
文献	(財)日本建築防災協会外：既存鉄骨造建築物の耐震改修施工マニュアル			

No. 12	部材単位	RC造、柱部材	溶接金網巻き	じん性の向上
概要	既存柱に溶接金網を巻き、その上に厚さ6cm以上のコンクリート、又はモルタルを打設する。			
使用目的	じん性の向上	適用種別	RC造、SRC造	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート強度は210kgf/cm<sup>2</sup>かつ既存建築物以上とする。</li> <li>・既存コンクリート表面の目荒らしを十分に行う。</li> <li>・柱のじん性向上のみを期待する場合には柱頭・柱脚部に隙間を残して施工する。</li> </ul>				
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	破壊モードをせん断型から曲げ型に変えることによって、柱のじん性を向上させる。		
	建築計画	建築計画上の変更は殆んど伴わない。		
	施工性	コンクリート工事を伴うため工期はかかる。		
実績等	比較的多くの実績あり、他の柱補強工法と併用されるケースも見られる。			
文献	(財)日本建築防災協会外：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 他多数			

No. 13	部材単位	RC造、柱部材	溶接閉鎖フープ巻き	じん性の向上
概要	既存柱に溶接金網を巻き、その上に厚さ5cm以上のコンクリート又はモルタルを打設する。			
使用目的	じん性の向上	適用種別	RC造、SRC造	
<p>溶接長さ: 片側溶接=10d, 両側溶接=5d</p> <p>フープ筋</p> <p>隙間30</p> <p>5cm以上</p> <p>添え筋</p> <p>モルタル</p> <p>既存柱</p> <p>フープ溶接</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート強度は210kgf/cm<sup>2</sup>かつ既存建築物以上とする。</li> <li>・既存コンクリート表面の目荒らしを十分に行う。</li> <li>・柱のじん性向上のみを期待する場合には柱頭・柱脚部に隙間を残して施工する。</li> <li>・フープ筋の溶接長さは、両面溶接の場合は5d (dはフープ筋の径)以上、片面溶接の場合は10d以上とする。</li> <li>・フープ筋としてはD10以上を10cm以下の間隔で用いる。</li> </ul>				
構造計算	既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針による。			
特徴・留意点	構造性能	破壊モードをせん断型から曲げ型に変えることによって、柱のじん性を向上させる。		
	建築計画	建築計画上の変更は殆んど伴わない。		
	施工性	コンクリート工事を伴うため工期はかかる。鉄筋の重ね合せ溶接は、溶接部の溶け込み不足等の問題を生じる場合があるので注意する。		
実績等	比較的多くの実績がある。			
文献	(財)日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針 技報堂出版(株)：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック 他多数			