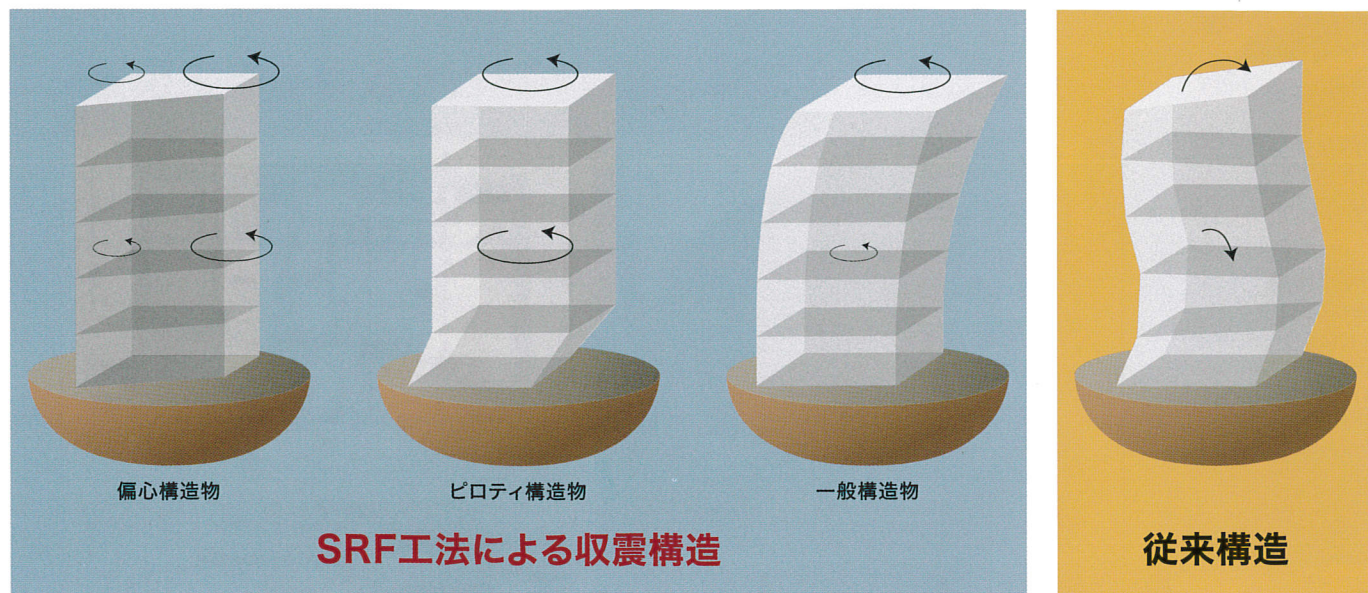


これからは、耐震、免震・制震 ではなく収震です。

1995年阪神淡路大震災以降、現行規準の想定を大幅に上回る大きさと長さの揺れが相次いでいます。3.11での耐震補強済みの中学、大学校舎の取り壊し、免震・制震建物の被災は、耐震、免震・制震など現行の設計法、補強法では、このような地震に対して建物・施設の損傷と使用停止が避けられないことを示しています。



周辺地盤と構造物全体で地震のエネルギーを収める

建物や、高架橋など、構造物の各層(各フロア)は、通常、互いに平行に建設されています。耐震設計された構造物でも、柱や壁の中の鉄筋・鉄骨、木造の釘、ビス、金物、耐震補強の鉄骨ブレースなどの金属は、想定を超えるひずみを受けると、降伏して元の形に戻らなくなり、これが繰り返すとコンクリートや木材を損傷させます。また、炭素繊維・アラミド繊維は、破断してしまいます。免震・制震は、構造物の一部に入れた免震装置や制震装置の設計限界を超える変位を繰り返し生じれば、装置が破壊するか、構造物が破壊します。結局、耐震であれ、免震・制震であれ、従来構造は、想定を超える地盤の揺れを繰り返し受けると柱や壁にひずみが蓄積し、右図のように各フロアが平行でなくなり、揺れが大きくなって、内部や周囲の仕上げ、設備が損傷します。

SRF工法はポリエステル繊維製のベルトやシート(高延性材)をウレタン系の高粘性接着剤で柱、壁、接合部等に巻きつけ、貼りつける補強法です。しなやかな高延性材は、繰り返しひずみを生じてもコンクリートや木材を傷めず、柱、壁、接合部はほぼ元に戻り、安定してフロア(層)を支え続けるので、各フロアは互いに平行を保つように、ほぼ円運動をします。このようにして、地盤の揺れは、構造物の各部分と周辺地盤の安定した変形の繰り返しとなります。それぞれの消費エネルギーは僅かずつですが、全体としては大きなエネルギー消費となり、揺れは収まります。結局、仕上げや設備もほとんど損傷しません。これが収震(Seismic Restoration)です。従来は危険な構造とされた偏心やピロティであっても、収震ならば、現行規準の想定を大幅に超える地盤の揺れであっても、建物の揺れは収まり被害がないことは、SRF工法で補強して2011年東日本大震災を受けた多くの建物で、そして、2016年熊本地震の熊本市内大学校舎等で実証されました。



詳しい説明や実験・施工映像等をご覧頂けます。 <http://www.sqa.co.jp>
 お問合せはお気軽にメールで、square@sqa.co.jp

収震 v1 ©構造品質保証研究所株式会社 2018年7月発行

3.11 東日本大震災で効果が実証された

収震

Seismic Restoration

SRF工法は、ポリエステル繊維製のベルトやシート(高延性材)をウレタン系の高粘性接着剤で、構造物の柱、壁、梁、接合部等に貼り付け、巻きつけることで補強する方法です。2011年3月時点で、北海道の旭川から沖縄の那覇まで、全国各地の事務所、マンション、学校など850件以上の耐震補強工事に使われています。3.11とその後の地震で震度5以上の揺れを受けた地域には461件の実績があります。ファクシミリアンケート、電話聞き取り、訪問等で調査しましたが、問題を生じた事例は、一件も報告されていません。「以前の地震より、揺れが少なかった。」「付近の学校が被災する中、最小被害で授業継続できてよかった。」等の反響を多数いただいております。SRF工法は構造物の揺れを収める、即ち、収震効果があることが実証されました。



2011/3/11~2011/10/1
最大震度5以上のエリア
(市町村単位/気象庁発表のデータより)

「揺れが少なかった」

こんな反響が多数ありました。

SRF工法で補強した建物は、

「以前の地震より、揺れが少なかった」「仕上げもほとんど無被害」

「付近の学校が被災する中、最小被害で授業継続できてよかった」と好反響です。

関東北部から東北地方の震度6以上の地域には、60件のSRF施工実績があります。



駅周辺で最も早くフルオープン
仙台駅近くのさくら野百貨店は、2010年2月から5月に、柱・壁のSRF補強と若干のRC工事で耐震基準値クリア補強済。S造部分の外装パネルが落下する被害はありましたが、その他は問題なく、駅周辺で最も早くフルオープンしています。



ブレースと併用で効果
仙台市内の小学校は、2007年8月にブレース補強と柱6本のSRF補強を行いました。近隣の学校校舎が使用できなくなる中、授業継続できて良かったと感謝の言葉をいただきました。計測震度5.5(震度6弱)、PGV=63.7kineでした。

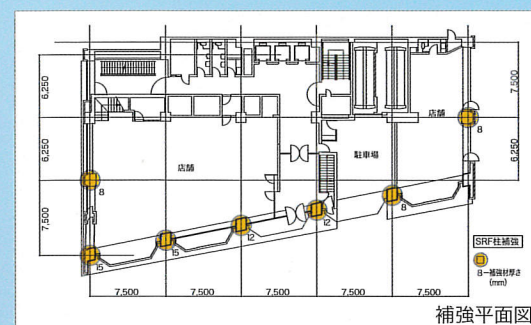


周囲が倒壊する中、無被害
仙台郊外の店舗では、2009年11月から12月にかけて一階部分の柱16本をSRF補強していました。周囲の建物が被災し営業停止や倒壊する中で営業継続しています。



新耐震でも補強効果
仙台市内のマンションは、1990年築の新耐震で、ピロティ柱40本をSRF補強。震災後、SRFベルトも柱もタイル仕上げも異常なし。ピロティ以外のSRF補強していない部分は、上階のタイル補修が必要となりました。

安定した変形の繰り返して揺れを収める収震構造



補強平面図



実施工程表

項目	8月			9月			10月				
	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週	第6週	第7週	第8週	第9週	第10週	第11週
柱7本 壁1枚	■	■	■								
柱6本 壁1枚				■	■	■					
柱5本							■	■	■		
柱4本 壁1枚										■	■
柱3本 壁1枚											■
柱2本 壁1枚											■
柱1本 壁1枚											■

■ 仮設工事 ■ 解体 ■ SRF補強工事 ■ 仕上げ工事

SRFで被害なく使用継続

仙台市内のテナントビルは、1972年(昭和47年)竣工の延べ床7751m²です。2008年の岩手・宮城内陸地震で壁・梁等に多数の大きなひび割れが発生し、樹脂注入で補修工事が行われています。SRFにより、構造耐震指標I_s値の基準値(0.6)クリアを目標性能とする耐震補強工事を、2010年8月から10月にかけて実施しました。

管理会社社員の方の話によれば、3月11日の地震の後、建物内部にはほとんどひび割れ等の被害がなく驚いたとのこと。震災後、6月と8月に調査しましたが、柱、梁に曲げひび割れは確認されたものの、壁、柱等の仕上げには変状はありません。一階の内部、外装とも石貼り仕上げですが、地震前と変わらない状況です。本震と何度かの大きな余震でも、被害なく使用継続。震災4日目の3月15日から、このビルの4階、5階でさくら野百貨店が仮店舗営業を開始し、仙台市民が、ビルの周りを何重にも取り巻いて行列し生活用品を購入したとのこと。

偏心を止めずに振られる柱を補強

この建物は、道路側に壁が無く、反対側がコアになっており、壁が集中している偏心と呼ばれる構造です。このような建物は、道路側が大きく振られる捻じれ振動が生じて壊れるとされ、これまで、この側に鉄骨ブレースを入れて偏心を止める補強が合理的であるとされていました。ところが、想定を超える強さや長さの地震を受けると、ブレースが曲がるか、取り付けられた梁にひびが入るか、コアの壁にひびが入ります。この結果、余震で倒壊する危険性が感じられ、立ち入り禁止措置が取られ使用できなくなります。

上の図面と左の写真のように、SRF工法で、各フロアを支える柱を巻きかたて補強することで、柱側は揺れても元に戻ります。その分、壁の変形が減るので、壁にひびが入っても元に戻ります。結果として、安定した捻じれ運動ができる構造になりました。柱に巻いたベルト、壁に貼ったSRFベルトは柱と壁の変形を元に戻す働きをします。

鉄骨ブレースや免震・制震では、大規模修繕や、取り壊しになるケースがありました。



出典：「東日本大震災の教訓 都市・建築編 覆る建築の常識」日経BP社

基準値大幅クリアでも取り壊し

東北大学青葉山のSRC9階建校舎。2000年から2001年に、ブレースと耐震壁で基準値を大幅にクリアする補強を行ったが、3.11で隅柱がせん断圧縮破壊し、内装が損壊し、使用不能で取り壊しに。



耐震補強済みでも取り壊し

栃木県内の中学校(RC3階建て)は、2010年までに鉄骨ブレースによる耐震改修を完了していたが、柱がせん断破壊し、3階は天井から蛍光灯が垂れ下がり天井パネルの一部が落下。町は取り壊しを決定。



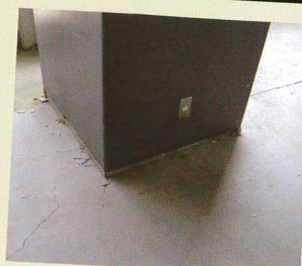
免震なのに壊れた

免震装置が亀裂や塑性変形したり、周囲のエキスパンションジョイントが破壊する事例が報道されている(日経アーキテクチャ2011年7月10日号)。



制震ブレースでも大規模修繕

仙台市内のマンションは制震ブレースで補強済みだったが、壁が破壊し、大規模修繕が必要に。



鉄板巻柱周囲の破壊



新耐震でも使用不能に

新耐震で被災した建物内部で梁の一部が崩落し天井を破っている。

- 震度5弱
 - 震度5強
 - 震度6弱
 - 震度6強
 - 震度7
- SRF 施工実績
- : オフィスビル
 - : 集合住宅
 - : 学校
 - : 医療・福祉施設
 - : 公共施設
 - : 宿泊施設
 - : 工場
 - : その他施設
 - ▲: 店舗
 - ▲: 寮
 - ▲: 幼稚園
 - ▲: 土木
 - ▲: 水道