

■ 飛島建設の文化財等保護に関わる耐震補強などの防災技術と取組みについて

2017/06/30 飛島建設株式会社

1. はじめに

飛島建設は文化財に指定された建物や文化財を収蔵する建物に対して、耐震補強などの提案を行ってきました。地震による建物被害の防止や有形財産の保全という観点から今後とも防災技術のイノベーションを行ってまいります。

工事中には文化財の建物だけではなく、国宝級の美術工芸品などを振動により損傷を与えないように最新の施工技術を使い、設計から施工にいたるプロセスにおいて当社の技術で文化財を守っていきます。

以下に当社が取り組んできた事例を紹介します。

2. 曹洞宗大本山總持寺香積台の場合（工事期間：平成12年～平成13年）



写真2-1 總持寺香積台全景

本建築物は約200年前に建造され、80年前に名古屋から現在の地（神奈川県鶴見）に移築されました。

柱自体に左右のひずみが生じ、傾斜しており改修に至りました。

耐震技術としては3種類の技術として、『重ね柱』、『亀壁』、『木造用トグル制震ブレース』などの技術が使われています。

・亀壁

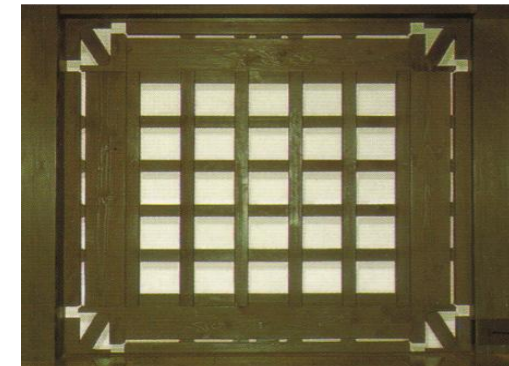


写真2-6 亀壁全面

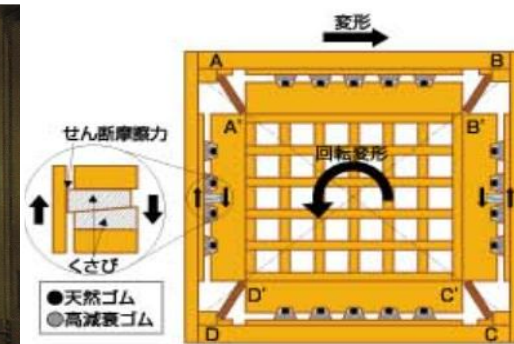


図2-1 亀壁の原理

2本の柱と上下の梁の軸組の間に入っているのが「亀壁」

軸組が右または左に変形を起こした場合に格子枠内の壁が逆方向に回転をして揺れを防止します。今回の改修工事で170枚の亀壁が施工されました。

・木造用トグル制震ブレース



写真2-6 木造用トグル制震ブレース

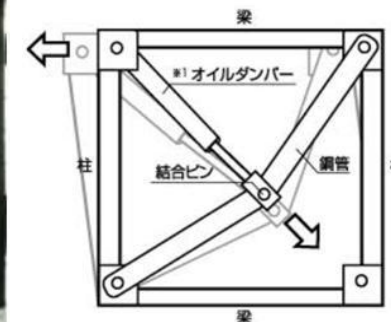


図2-2 トグルの原理

2本の腕と1本のダンパーが「y」の字に構成されている仕組みが木造用トグル制震ブレースです。

建物が揺れる時、梁の位置が水平方向に動くと「てこ機構」の3本の棒の交点が大きく動きダンパーを効率よく大きく動かす効果を生み出します。

トグルブレースは重ね柱の新設の柱と梁の架構に取り付けることで古い柱に過大な力が作用しないようにし、12基設置されました。。



写真2-2 木造トグルと亀壁



写真2-3 亀壁と重ね柱

・重ね柱



写真2-4 重ね柱



写真2-5 重ね柱の根元（金輪継手）

重ね柱は古い柱と新しい柱を2本重ね、金輪継手（2本の柱の外側から鉄の輪で締め込む）により一体化させて補強しました。

今回の改修工事で76箇所施工されました。

3. 区の指定文化財 S邸の場合（工事期間：平成12年）



写真3-1 文化財住宅の前景（個人住宅のため写真はぼかしています）

東京都世田谷区の区の有形文化財に指定されてる個人の住宅です。

昭和の初期に建設され今では手に入らない直径が同一断面の一本の杉の桁などが使われています。

有形文化財に指定されているため、木、瓦、障子、畳などに損傷を与えないように改修工事を行いました。

・木造用トグル制震ブレース



本建物もトグル制震ブレースは重ね柱の新設の柱と梁の架構に取り付けることで古い柱に過大な力が作用しないように配慮されています。

トグル制震ブレースは住宅用のため通常のRC造用の標準タイプに対して約1/70程度の減衰力としています。今回の改修工事で8基設置されました。

写真3-1 木造用トグル制震ブレース（奥に見えるのは格子壁）

・格子壁



格子壁は古い建物に必要以上に大きな力が加わることがないため、古い建物を傷めることが少ない。

設置方法も木造トグルと同様に重ね柱の新設架構内に設置している。今回の改修工事で20箇所程度の格子壁が施工されました。

写真3-2 格子壁（手前の金物は木造用トグルで設置中）

4. 国立公文書館の場合（工事期間：平成24年～平成25年）

国立公文書館は、正面の1辺が皇居側を向いており、この1辺には補強ができませんでした。また、秘蔵書など重要な書類、書籍を保管しておく場所として地下倉庫があり、免震化はできない条件となっていました。また、在来型か制震型の補強に限定され、東西北側の3面での補強となると補強後のねじれの影響が懸念され、さらにピロティー建物であるため1階で大きな減衰が要求されたため、トグル制震ブレースが採用されました。



写真4-1 国立公文書館（南側正面玄関前方が皇居）



写真4-2 公文書館正面（入口）には補強がない



写真4-3 公文書館の3面の補強状況（左から、東面、北面、西面）

5. 正倉院西宝庫、東宝庫の場合（工事期間：平成22年～平成25年）

正倉院の実際の文化財（宝）は茅葺きの本殿に収められているのではなく、本殿の左右にSRC造で高床形式の東宝庫、西宝庫の中に収められています。

補強工事は音を出さないことが大前提となりますが、本建物は宝物に振動が伝わると壊れる危険性があるので低振動による補強が求められました。また、免震化による補強は不可となりました。



写真5-1 東西宝庫のトグル設置状況
（東西宝庫の全景写真については、防犯上掲載はしないこととします。）

東西の宝庫は高床式であるのでこの1階のピロティーでの補強が求められ、ピロティー階で大きな減衰を得るためにトグル制震ブレースが採用されました。低振動の工夫として接着工法を採用しました。

6. 菅谷たたら山内の取組（工期：平成24年～平成29年）



写真6-1 菅谷たたら山内修復全景（平成29年6月撮影）

雲南市の重要有形民俗文化財に指定されている「菅谷たたら山内」の保存修復工事に平成24年度から携わっています。最新の耐震補強は行われていませんが、伝統工法を熟知した大工により1本1本丁寧に解体し、腐朽した構造部材を修復して組み上げ直しています。

現在、高殿は修復が完了し一般公開されています。（こけら葺きの建物）

当社としても文化財や歴史的建造物保存は重要な取組みと考えています。古来の伝統技術や文化から学ぶとともに、民俗文化の継承にも貢献してまいります。

7. まとめ

文化財や歴史的建造物の耐震補強は、人命の尊重というキーワードとは少し異なり、地震による建物被害そのものや物理的財産の保全という「物」を守ることが重要な位置づけとなっています。

また、文化財の建物だけでなく、国宝級の美術工芸品などを工事中に損傷を与えないように、振動の低減や躯体を傷つけない最新の施工技術が必要であり、補強後の地震に備えるだけではなく工事中のプロセスも一連の耐震補強に求められる重要な防災技術として今後も研鑽してまいります。

兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震、熊本地震など経験したことのない地震が約20年の間に立て続けに起こっている事実を鑑みますと、あらためて人命や有形財産を守ることが重要な防災対策であり当社の使命であります。

また地震後も機能の維持、再使用が可能であることが今後の要求性能であると認識し、さらに技術の向上をはかり“防災のトビシマ”として今後とも社会に貢献していけるよう努力してまいります。

トビシマの「防災サイクル」は、「事前準備」「災害応急対策」「復旧・復興」「減災」の4つのステージにより構成される。トビシマはこの各ステージにおいて、社会に提供できる「技術・ノウハウ」を整備し、防災に強い会社を目指します。



「災害に強い会社づくり」、全国の営業拠点・作業所を活用した「緊急対応、復旧・復興支援の体制づくり」に取り組んでいます。



災害時に対処できるよう整備した環境ソリューション技術を駆使して、災害発生時の応急対応に取り組めます。



建設事業で培った様々な「経験」と「技術」を結集して、長期的・広域的な視点で、被災地域の速やかな復旧・復興を支援しています。



都市型災害のリスク低減ニーズに対して、万に備えて都市機能と都市生活を確保するため防災・減災ソリューションに取り組んでいます。

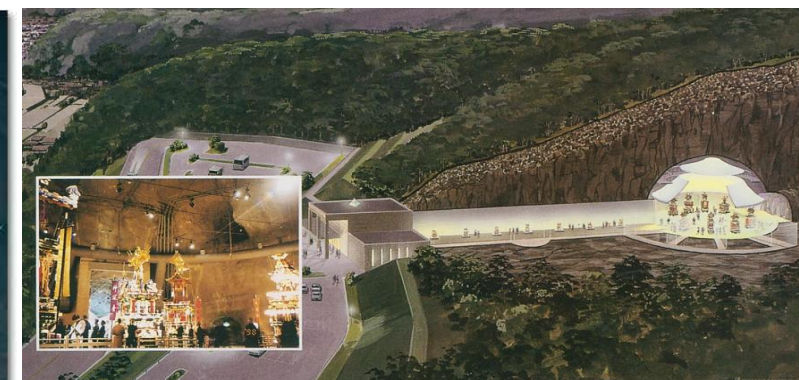


復旧・復興への取り組み：“防潮堤復旧”等



災害応急対応：建設汚泥再利用システム
“イーキューブシステム”等

伝統の技を現代に生かした工芸品を地下空間に再現した『飛弾高山のミュージアム』



日本で初めての大規模地下空洞で、日本でも珍しい吹きつけコンクリート造のシングルシェル構造の地下構造美術館です。

建物の性能向上をさせる技術とその変遷（文化財の耐震改修から新築の高層建築まで）

兵庫県南部地震の被害状況調査により開発された

トグル制震構法

- この原理で地震エネルギーを効率よく吸収
- 新築時の揺れ止め・付加価値としても採用

超高性能な制震デバイス



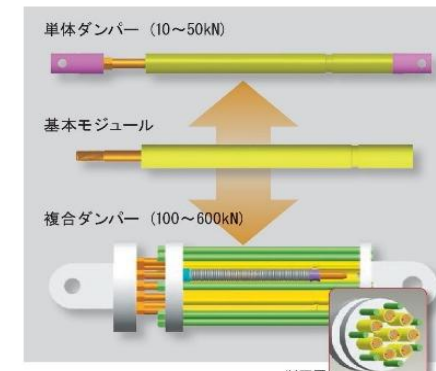
トグル制震ブレースを補完

トグル制震ブレースに組み込み可能

リング摩擦ダンパー

- 減衰力が自由に設定可能
- 戸建て住宅から中高層建物まで幅広く対応

基本モジュール型を採用した新しいダンパー



他社とのコラボレーション

- 良い技術であれば自社にこだわらない
- 他社技術の導入により幅広い対応

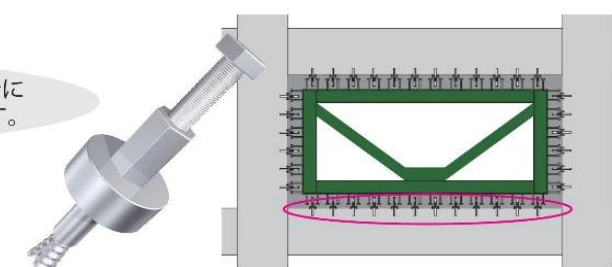
世の中に良い技術を提供するための連携

SRC 造建物など制約のある建物ニーズに対応

ディスクシアキー

- 強度の低いコンクリートの構造物にも適用可能
- 様々な補強工法に適用可能
- 低騒音・低粉じん環境にやさしい工法

高耐力・高剛性の接合部材

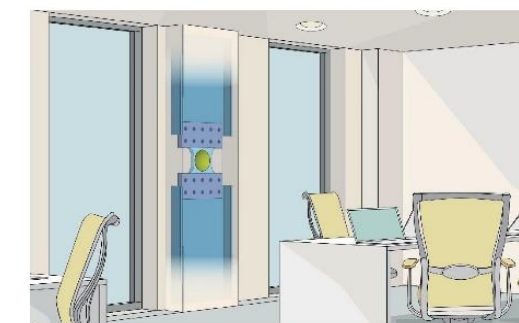


シンプルな構造で地震エネルギーを吸収

レンズダンパー

- 板状の鋼材ダンパー
- 間柱型により狭い場所への設置が可能

間柱型のスマートダンパー



無いモノは造る 新機軸に基づき新しい発想で建築技術に改革を起こし、将来に技術の光を灯す。

建築構造イノベーション 耐震ソリューション

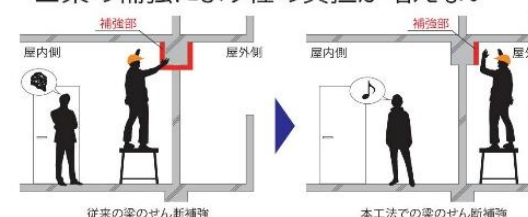
トビシマの技術を集結し、他社技術とも融合させ顧客のニーズに応え現状の問題を速やかに解決する。

有るモノは使う

せん断部材モードを変えない 画期的な補強工法

梁せん断破壊遅延型補強

- 片側側面から補強が可能
- 梁の補強により柱の負担が増えない



飛鳥建設子会社のE & C Sが第一回レジリエンスアワード2015で【優秀賞】を受賞

受賞理由は、「トグル制震装置、レンズ型制震ダンパー、リング摩擦ダンパー、ディスクシアキーの製造販売による社会への建物強靱化の推進」です。

◇「ジャパン・レジリエンス・アワード（強靱化大賞）」：全国で展開されている次世代に向けたレジリエンス社会構築への取り組みを発掘、評価、表彰する制度として、2014年11月に創設されました。強靱な国づくり、地域づくり、人づくり、