
耐震補強工法事例集

平成20年3月

目次

はじめに	1
------	---

耐震補強工法事例

本書の読み方	4
耐震補強工法早見表	5

ブレース

(公立)	音更町立木野東小学校	(北海道)	6
	志木市立第三小学校	(埼玉県)	7
	日高市立高萩小学校	(埼玉県)	8
	市川市立大柏小学校	(千葉県)	9
	横須賀市立走水小学校	(神奈川県)	10
	新潟市立小針中学校	(新潟県)	11
	神戸市立本山第三小学校	(兵庫県)	12
	神戸市立長田小学校	(兵庫県)	13
	兵庫県立豊岡総合高等学校	(兵庫県)	14
	和歌山市立高積中学校	(和歌山県)	15
(私立)	郡山女子大学附属高等学校	(福島県)	16
	聖ヨゼフ学園日星高等学校	(京都府)	17

耐震壁

(公立)	山形県立米沢商業高等学校	(山形県)	18
	大田区立池雪小学校	(東京都)	19
	北区立十条中学校	(東京都)	20
	港区立青南幼稚園	(東京都)	21
	兵庫県立姫路南高等学校	(兵庫県)	22

アウトフレーム

(公立)	花巻市立矢沢中学校	(岩手県)	23
	宮城県立佐沼高等学校	(宮城県)	24
	府中市立若松小学校	(東京都)	25
(私立)	横浜富士見丘学園中等教育学校	(神奈川県)	26

柱等補強(巻き)

(公立)	坂東市立猿島中学校	(茨城県)	27
	前橋市立荒牧小学校	(群馬県)	28
	甲賀市立油日小学校	(滋賀県)	29
(私立)	芝浦工業大学柏中学高等学校	(千葉県)	30
	桐朋学園小学校	(東京都)	31
	竹山南幼稚園	(神奈川県)	32
	東山高等学校	(京都府)	33
	甲南女子中学校・高等学校	(兵庫県)	34

その他

(公立)	水戸市立双葉台中学校	(茨城県)	35
------	------------	-------	----

参考資料

掲載校一覧	38
掲載耐震補強工法一覧	39
用語集	40

はじめに

学校施設は、児童生徒等が一日の大半を過ごす活動の場であるとともに、地震等の非常災害時には地域住民の応急避難場所としての役割も果たすことから、学校施設の耐震性能の向上を図っていくことが喫緊の課題となっています。

また、限られた予算で、できる限り多くの学校施設の耐震性をより早急かつ効率的に確保するためには、基本的に全面建て替え（改築）方式から工事費が安価で工期の短い耐震補強（改修）方式に重点を移していくことが重要です。

耐震補強については、現在、耐震壁の増設、鉄骨ブレースの設置などの従来の工法に加え、さまざまな工法が開発・施工されています。

このような背景から、各設置者における耐震補強工法の選定の際の参考となるよう、(財)日本建築防災協会、(財)日本建築総合試験所から評価を受けている工法（平成19年11月現在）の中から、学校施設での実施例があるものを収集し、事例集としてまとめました。

本事例集は、実際に学校で実施した工法についての選択理由や補強工事の概要、各種データを紹介するとともに、工法の特徴や留意点について解説を加え、可能なかぎり平易にわかりやすくまとめています。

本事例集によって、各設置者における諸条件に応じた耐震補強工法の選択肢が増えることにより、学校施設の耐震化のより一層の加速が、期待されます。

<本事例集に掲載している工法を採用するにあたって>

本事例集に掲載した耐震補強工法は、(財)日本建築防災協会又は(財)日本建築総合試験所の評価を受けている工法（平成19年11月現在）です。各工法には、適用できる建物の範囲（建物の高さなど）や適用できる条件（コンクリート強度など）が決められていることがありますので、必ずしもすべての学校で採用できるとは限りません。これらの工法の採用にあたっては、十分に評価内容を確認してください。

なお、工法によっては、施工業者が指定されているものがありますので、十分に確認し、遺漏のないようにしてください。



耐震補強工法事例

本書の読み方

早見表

①
工期
コスト
居ながら
②
美観
騒音・振動
③
採光・通風

音更町立木野東小学校 (北海道音更町)



建築年 昭和49、50年
構造・階数 R3
延床面積 4,055㎡
補強効果 Is値: 0.34 → 0.70
 q値: 1.17 → 2.43
補強工事費 134,900千円
 (33,300円/㎡)

工事期間 ③

発注	H19	H19	H19	H19
	6.12	7.20	8.19	10.29

○ 発注 ● 契約終了
← 学校現場での工事期間(約140日)
→ 居ながら施工(約140日)
→ 夏休み期間中の施工(約25日)
→ 建物使用禁止期間中の施工(0日)

補強工事概要

⑤ ビタコラム工法により、校舎東側の1階6箇所、2階6箇所、3階1箇所、校舎裏側の1階2箇所、校舎西側の1階3箇所各箇所、計18箇所を行った。

また、所行き方向で、1、2階にRC耐震壁増設の補強を行った他、校舎中央部の階段室の外壁開口部を小さくし、強度の増加と偏心の改善を図った。

工法選択理由

④ ①建物を使用しながらの工事が可能であること、②1階、2階に玄関があり、補強箇所数が限られていたため、③補強箇所あたりの補強効果の必要性があること、③補強後のメンテナンスが容易なことを考慮して、ビタコラム工法を選択した。

工法概要

⑥ ビタコラム工法は、鋼板を内蔵した、厚みが比較的薄い(25mm)RC部材を既存建物の外壁面に後施工アンカーにより取付ける工法である。

⑦ 鋼板の周囲に割製防止用(補内フープ)を細かく(50mmピッチ)配筋することにより、鋼板とコンクリートが一体として働き、鋼板の腐食、コンクリートの圧縮耐力を失った部位を生かしている。

補強架構タイプにフレームタイプとブレースタイプがあり、フレームタイプはブレースがないので開口部を生かす、ブレースタイプはより大きな耐力が得られる。

特徴

- ⑦ 建物内部を全く触らない工法であるため、建物を使用しながらの工事を行うことができる。
- 補強部材は錆の発生がなく、耐久性が優れている。
- 既存建物の解体が少なく、廃棄物あまり発生しない。
- 既存建物の寸法に合わせて、補強部材を設置することが可能である。

留意点

- ⑧ 補強部材を取付ける既存建物の補強工法をよく確認して、必要があれば既存建物の補強を行う。

ビタコラム工法

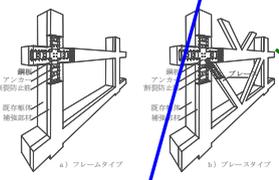


図1 工法概念図

①工法のタイプ

- ◆ **ブレース**
既存RC建物のフレームの中に鉄骨ブレース等を追加することで、建物の耐震性能を上昇させる補強
- ◆ **耐震壁**
既存建物のオープンフレーム内に新たに耐震壁を増設することで、建物の耐震性能を上昇させる補強
- ◆ **アウトフレーム**
既存建物の外側から新たにフレームを追加することで、建物の耐震性能を上昇させる補強
- ◆ **柱等補強(巻き)**
既存く体の外側に鋼板、炭素繊維等を巻くことで、建物の耐震性能を上昇させる補強
- ◆ **その他**

②工法の特徴

設置者が当該工法を選択するにあたり、特に重視した点を**白抜き**

- 🕒 **工期**
工期短縮を図れる・夏休み中に学校現場での工事が終わりに
授業に支障が出ない
- 💰 **コスト**
コスト削減を図れる、または工期等の他の特徴によるメリットを勘案すると費用対効果が高いと考えられる
- 🏠 **居ながら**
工事を実施する建物を使用しながら、工事が可能である
- 👁 **美観**
補強後の建物の外観が損なわれない又は大きく変わらない
- 🔊 **騒音・振動**
工事の騒音・振動が少なく、授業や近隣への影響が少ない
- ☀ **採光・通風**
補強後も建物の採光・通風に大きな影響を与えない

事例の紹介

—工法を採用した設置者による説明—

③基礎データ

当該工法を採用し、補強工事を行った建物(1棟、複数棟の工事を同時に行った場合は、最も大きな棟)についての基礎的なデータ

- 建築年 : 当該建物の建築年
- 構造・階数 : 当該建物の構造と階数
- 延床面積 : 当該建物の延床面積(㎡)
- 補強効果 : 当該建物の各階、各方向の中で最も低い補強前後のIs値及びq値
- 補強工事費 : 当該建物の補強工事費(複数の工法を併用している場合は合算値)
()内は、補強工事費を延床面積で割った1㎡あたりの補強工事費。なお、規模の小さい建物は、スケールメリットがないため、高い単価となっている場合がある。
- 工事期間 : 発注してから契約終了までの日数

④工法選択理由

当該工法の選択にあたり、当該学校の事情を踏まえて、設置者が考慮したポイント

⑤補強工事概要

当該建物に関する補強工事の概要(他の工法を併用している場合は、補強工事全体の概要)

工法の解説

—工法の評価を受けた者による説明—

⑥工法概要

補強原理(耐震性能が上昇するメカニズム)、使用材料等の当該工法の技術的概要

⑦特徴

従来の工法と比較したときの当該工法の特徴

⑧留意点

当該工法を適用できる建物の範囲(建物の高さなど)や当該工法を適用するにあたっての設計・施工上の制限、施工時の留意点

耐震補強工法早見表

所在地	学校名	工法の特徴						ページ
		工期 	コスト 	が居 らな 	美 観 	振騒 動音 	通採 風光 	
ブレース								
北海道音更町	音更町立木野東小学校							6
埼玉県志木市	志木市立第三小学校							7
埼玉県日高市	日高市立高萩小学校							8
千葉県市川市	市川市立大柏小学校							9
神奈川県横須賀市	横須賀市立走水小学校							10
新潟県新潟市	新潟市立小針中学校							11
兵庫県神戸市	神戸市立本山第三小学校							12
兵庫県神戸市	神戸市立長田小学校							13
兵庫県豊岡市	兵庫県立豊岡総合高等学校							14
和歌山県和歌山市	和歌山市立高積中学校							15
福島県郡山市	郡山女子大学附属高等学校							16
京都府舞鶴市	聖ヨゼフ学園日星高等学校							17
耐震壁								
山形県米沢市	山形県立米沢商業高等学校							18
東京都大田区	大田区立池雪小学校							19
東京都北区	北区立十条中学校							20
東京都港区	港区立青南幼稚園							21
兵庫県姫路市	兵庫県立姫路南高等学校							22
アウトフレーム								
岩手県花巻市	花巻市立矢沢中学校							23
宮城県登米市	宮城県立佐沼高等学校							24
東京都府中市	府中市立若松小学校							25
神奈川県横浜市	横浜富士見丘学園中等教育学校							26
柱等補強（巻き）								
茨城県坂東市	坂東市立猿島中学校							27
群馬県前橋市	前橋市立荒牧小学校							28
滋賀県甲賀市	甲賀市立油日小学校							29
千葉県柏市	芝浦工業大学柏中学高等学校							30
東京都国立市	桐朋学園小学校							31
神奈川県横浜市	竹山南幼稚園							32
京都府京都市	東山高等学校							33
兵庫県神戸市	甲南女子中学校・高等学校							34
その他								
茨城県水戸市	水戸市立双葉台中学校※							35

※(財)日本建築防災協会、(財)日本建築総合試験所の評価を必要とする新たな工法ではないが、従来型の補強工法でありながら、特徴的な工夫を行った補強方法の1つとして掲載している。

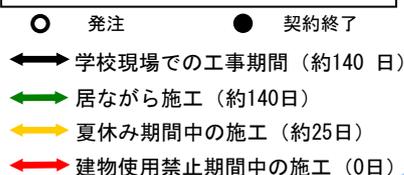
音更町立木野東小学校 (北海道音更町)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和49、50年
構造・階数	R3
延床面積	4,055㎡
補強効果	Is値：0.34 → 0.70 α値：1.17 → 2.43
補強工事費	134,900千円 (33,300円/㎡)
工事期間	約140日

H19	H19	H19	H19
6.12	7.26	8.19	10.29



工法選択理由

①建物を使用しながらの工事が可能であること、②1階南側に玄関があり、補強できる箇所数が限られていたため、1箇所あたりの補強効果を高める必要があること、③補強後のメンテナンスが容易なことを考慮して、ピタコラム工法を選択した。

補強工事概要

ピタコラム工法により、校舎南側の1階6箇所、2階6箇所、3階1箇所、校舎東側の1階3箇所、2階2箇所、校舎西側の1～3階各1箇所、計21箇所の補強を行った。

また、桁行き方向で、1、2階にRC耐震壁増設の補強を行った他、校舎中央部の階段室の外壁開口部を小さくし、強度の増加と偏心の改善を図った。

ピタコラム工法

工法概要

ピタコラム工法は、鋼板を内蔵した、厚みが比較的薄い(250mm)RC部材を既存建物の外壁面に後施工アンカーにより取付ける工法である。

鋼板の周囲に割裂防止筋(φ6の楕円フープ)を細かく(50mmピッチ)配筋することにより、鋼板とコンクリートが一体として働き、鋼板の靱性、コンクリートの圧縮耐力を生かした部材となっている。

補強架構タイプにフレームタイプとブレースタイプがあり、フレームタイプはブレースがないので開口部を生かせ、ブレースタイプはより大きな耐力が得られる。

特徴

- ・建物内部を全く触らない完全外付け工法であるため、建物を使用しながらの工事が可能である。
- ・補強部材は錆の発生がなく、保守性が優れている。
- ・既存建物の解体が少なく、廃棄物があまり発生しない。
- ・既存躯体の寸法に合わせて、補強部材を設置することが可能である。

留意点

- ・補強部材を取付ける既存躯体の施工状況をよく確認して、必要があれば既存躯体の補修を行う。

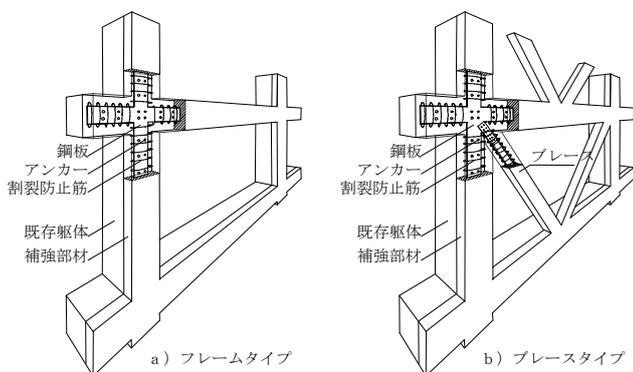


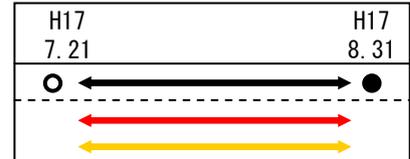
図1 工法概念図

志木市立第三小学校 (埼玉県志木市)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和48、53年
構造・階数	R3
延床面積	2,708㎡ (2棟分)
補強効果	Is値 : 0.42 → 0.78 q値 : 0.50 → 2.63
補強工事費	61,950千円 (22,900円/㎡)
工事期間	約42日



- 発注 ● 契約終了
- ← 学校現場での工事期間 (約42日)
- ← 居ながら施工 (0日)
- ← 夏休み期間中の施工 (約42日)
- ← 建物使用禁止期間中の施工 (約42日)

工法選択理由

①夏休み中に工事が完了し、仮設校舎設置による費用負担が生じないこと、②既存教室のレイアウトを変えないこと、③補強後も採光・通風を確保すること、④補強後もベランダの使用に支障がないことを考慮した結果、ベランダ外部に鋼棒ブレース (φ90) を取り付けるOFB工法を選択した。

補強工事概要

OFB工法により、鉄骨ブレース19箇所、RC耐震壁による開口閉鎖4箇所、耐震スリット15箇所、袖壁増設4箇所、耐震スリット15箇所、袖壁増設4箇所、耐震スリット15箇所、袖壁増設4箇所の補強を行った他、エキスパンションで分けられた2棟について構造的に一体化を図った。なお、別の棟との間のエキスパンションの幅を広げ、地震時の揺れで建物同士が干渉し合わないようにした。

外付けブレースによる耐震補強工法 (OFB工法)

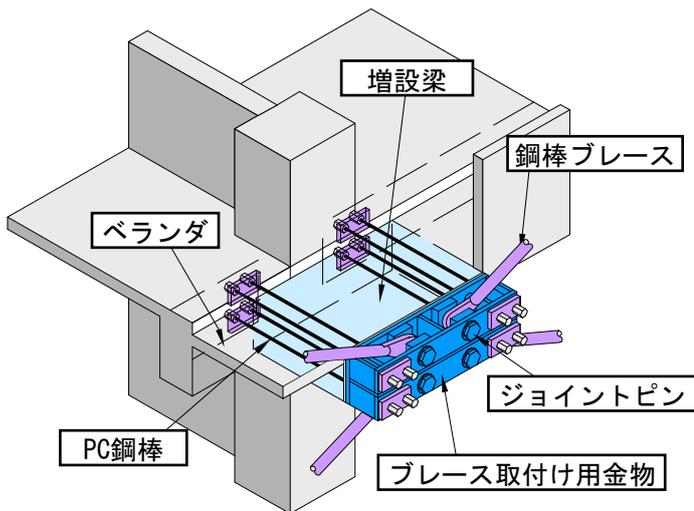


図1 ブレース取り付け部概念図

工法概要

OFB工法は、既存建物のベランダや廊下の先端 (外側) 部分に鋼棒ブレースを設置する工法である。既存躯体にRC造の増設梁を設置した後、増設梁先端にブレース取付け用金物を設置し、これに鋼棒ブレースを取り付ける。

なお、既存躯体、増設梁及びブレース取付け用金物は、PC鋼棒の緊張力を利用した圧着工法により一体化させる。

特徴

- ・ 建物を使用しながらの工事が可能である。
- ・ 出入口や窓をふさがず、室内の採光・通風などに影響が少ない。
- ・ 補強後のベランダ等の使用に影響がない。

留意点

- ・ 既存建物のコンクリート圧縮強度は、13.5N/mm²以上必要である。
- ・ 建物の妻側に最も近い両端のスパンに、ブレースを取り付けることはできない。

日高市立高萩小学校 (埼玉県日高市)



▲補強後の校舎外観

建築年	昭和48年
構造・階数	R3
延床面積	2,180㎡
補強効果	Is値：0.63 → 0.96 q値：1.07 → 1.40
補強工事費	33,200千円 (15,200円/㎡)
工事期間	約160日

H18	H18	H18	H18	H18
5.12	7.1	7.21	8.31	10.25

- 発注 ● 契約終了
- ←→ 学校現場での工事期間 (約117日)
- ←→ 居ながら施工 (約117日)
- ←→ 夏休み期間中の施工 (約42日)
- ←→ 建物使用禁止期間中の施工 (0日)

工法選択理由

在来鉄骨枠組みK型ブレースと制震ブレースを用いた耐震補強工法を比較し、①仮設校舎設置による費用負担や教育環境の悪化が生じないこと、②騒音・振動の発生する工事を夏休み中に完了できること、③補強による建物の重量増加を低減でき、既存基礎部への負担が少ないことを考慮し、制震ブレースを用いた耐震補強工法を選択した。

補強工事概要

制震ブレースを用いた耐震補強工法により、校舎南側16箇所の補強を行い、建物変形の低減を図った。

また、校舎北側に耐震スリットを37箇所設け、靱性を向上させることで、極脆性柱、せん断柱を解消した。

制震ブレースを用いた耐震補強工法

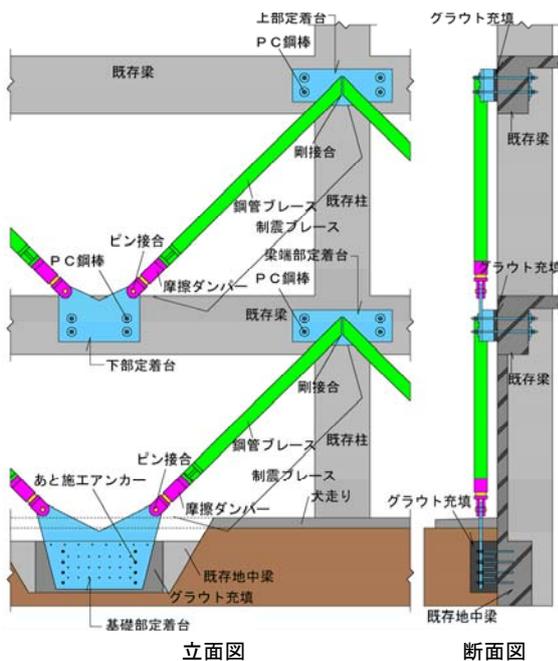


図1 工法概念図

工法概要

制震ブレースを用いた耐震補強工法は、摩擦ダンパーと鋼管ブレースで構成されており、地震エネルギーを効率よく吸収することで建物変形の低減を図る外付け工法である。

特徴

- ・制震ブレースの校舎での標準工事期間は、準備工事を含めて3か月程である。
- ・建物を使用しながらの工事が可能である。

留意点

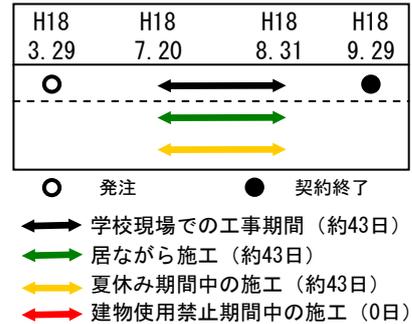
- ・制震ブレースの工事では、重機が置けるだけのスペースが必要である。

市川市立大柏小学校 (千葉県市川市)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和42、46年		
構造・階数	R3		
延床面積	2,487㎡ (2棟分)		
補強効果	Is値：0.33 → 0.78 q値：0.80 → 1.43		
補強工事費	94,500千円 (38,000円/㎡)		
工事期間	約185日		



工法選択理由

本市では、民間の保有する技術やノウハウを積極的に取り入れるため、設計から施工までの提案内容を競わせる公募型プロポーザル・デザインビルド方式を導入している。特定者の選定においては、工法を限定しておらず、①建物外部からの補強が可能であること、②建物を使用しながらの工事が可能であること、③工事期間の短縮が可能であること、④他の提案と比較しコストが安いことを評価した。

補強工事概要

平行フレーム構法により、校舎南側バルコニー1箇所の補強 (3層1本柱タイプ) を行った。また、校舎北側には外付け鉄骨ブレース2箇所の補強を行った。なお、平行フレーム構法においては、補強後も校舎の使用に支障がなく、外観も美しく、室内からの眺望や採光などを確保できた。

平行フレーム構法 — 斜張PC鋼材を応用した外付け耐震補強構法 —

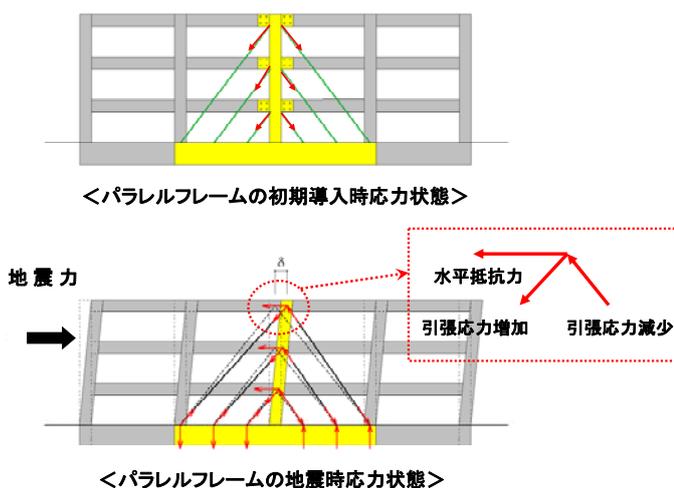


図1 補強原理の概念図

工法概要

平行フレーム構法は、あらかじめ緊張したPC鋼材の引張応力増減により生じる水平力で、地震力に抵抗するものである。平行補強架構と既存躯体との一体化は、基礎梁部はあと施工アンカーによる接合、梁部はPC鋼材による圧着接合で行う。

平行フレーム構法は建物の規模・形状・必要補強耐力に応じて1本柱タイプ、2本柱タイプ等の取付け方法がある。

特徴

- ・現場作業を減らすことで、工事期間の短縮が可能である。
- ・PCa柱を軸に、左右対称に配置した斜めPC鋼材により外観を形成する。
- ・騒音・振動・廃棄物の発生を低減できる。
- ・細いPC鋼材で外から補強するので、室内からの眺望・採光・通風を確保できる。

留意点

- ・原則として既存建物のコンクリート圧縮強度は13.5N/mm²以上必要であり、それを下回るものは別途検討を要する。
- ・既存建物の平面的、立面的な剛性バランスに十分な配慮が必要である。

横須賀市立走水小学校 (神奈川県横須賀市)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和50年
構造・階数	R4
延床面積	3,077㎡
補強効果	Is値：0.29 → 0.84 q値：1.03 → 1.90
補強工事費	59,100千円 (19,200円/㎡)
工事期間	約137日

H19	H19	H19	H19
6.22	7.21	8.29	11.5

- 発注 ● 契約終了
- ← 学校現場での工事期間 (約137日)
- 居ながら施工 (約137日)
- 夏休み期間中の施工 (約40日)
- 建物使用禁止期間中の施工 (0日)

工法選択理由

在来工法での耐震補強工事は、一般的に補強部材の取付にともない、補強箇所の内外装仕上げ部分の工事が必要となる。これらに要する工事期間、コストを縮減するために、本市の学校施設では、外壁面より柱・梁が外側に突出していることに着目し、独自の外付鉄骨ブレース耐震補強工法(横須賀型)を考案し、採用した。

補強工事概要

外付鉄骨ブレース耐震補強工法(横須賀型)により、桁行き方向で、1~4階の南側11箇所、北側3箇所の補強を行った。

また、ブレースが取付く極脆性柱及び第2種構造要素となる極脆性柱に耐震スリットを設け、靱性を改善した他、1階の下階壁抜け柱2箇所の補強を行った。

なお、左官・塗装以外の工種は建物外部から工事可能であり、作業員が室内に入ることもしなかった。

外付鉄骨ブレース耐震補強工法(横須賀型)

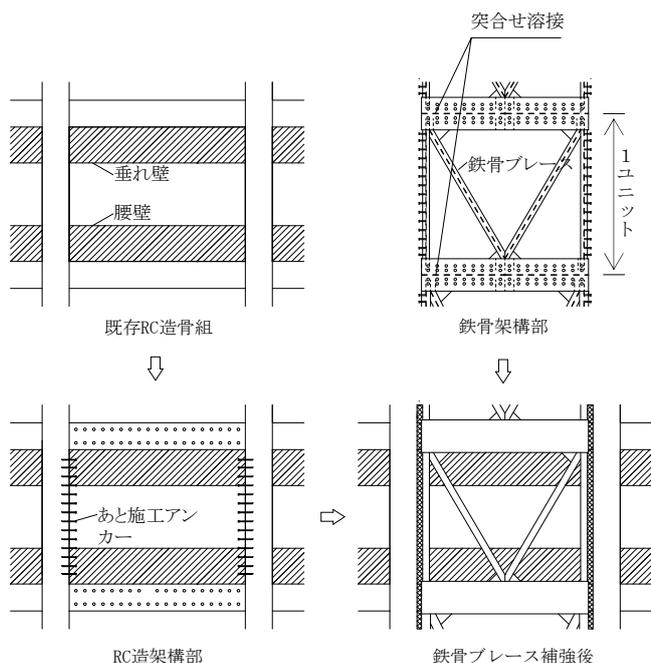


図1 工法概念図

工法概要

外付鉄骨ブレース耐震補強工法(横須賀型)は、工場製作した鉄骨ブレースユニット(上下の水平枠の鋼板をL型に曲げ加工したユニット(最下層水平枠はH型钢))を、現場突合せ溶接で一体化し、アンカーボルト、スタッドボルト、グラウト等の間接接合により、既存躯体に取り付ける工法である。

特徴

- ・ 既存躯体に外部から直接、鉄骨ブレースを取り付けるため、工事期間の短縮が可能である。
- ・ 補強箇所の内外装仕上げ材にかかる工事が不要となるため工事費が軽減される。
- ・ 騒音の発生を低減できる。
- ・ 作業員の室内への出入りが軽減される。

留意点

- ・ (財)日本建築防災協会の技術評価において、公的な第三者機関による評価を取得した上で、本工法を用いることとされている。

新潟市立小針中学校 (新潟県新潟市)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和53年
構造・階数	R4
延床面積	2,903㎡
補強効果	Is値：0.41 → 0.75 q値：1.37 → 1.60
補強工事費	87,361千円 (30,100円/㎡)
工事期間	約68日

H18	H18	H18	H18
6.20	7.24	8.31	9.29

- 発注 ● 契約終了
- ←→ 学校現場での工事期間 (約68日)
- ←→ 居ながら施工 (約29日)
- ←→ 夏休み期間中の施工 (約39日)
- ←→ 建物使用禁止期間中の施工 (約39日)

工法選択理由

①建物の外部からの補強が可能であること、②近隣状況を考慮し、騒音の発生を低減する必要があること、③騒音・振動の発生する工事を夏休み中に完了させることを考慮して、摩擦制御型PCaPC造耐震ブレース (PCaブレース) による耐震補強工法を選択した。

補強工事概要

摩擦制御型PCaPC造耐震ブレース (PCaブレース) による耐震補強工法により、1、2階の補強を行った。

また、内法スパンの小さい柱 (短柱) に耐震スリットを設け、靱性を改善した。

なお、本補強工事は居ながら施工が可能であるが、夏休み中に校舎内部の大規模改造工事を行ったため、夏休み中は校舎を使用禁止にした。

摩擦制御型PCaPC造耐震ブレース (PCaブレース) による耐震補強工法

工法概要

摩擦制御型PCaPC造耐震ブレース (PCaブレース) による耐震補強工法は、PCaブレースを既存躯体にPC鋼棒で圧着して取り付け、耐力と水平剛性を改善する工法である。

ブレースにプレストレスを導入することで、引張りによるひび割れ耐力を向上させている。

また、PCaブレースと既存梁との接合部が滑ることを可能にすることで、規定値以上の水平せん断力を負担しないように制御している。

本工法はV型、逆V型に利用でき、現場の状況に応じて使い分けられる。

特徴

- ・施工が簡便で、工事期間の短縮が可能である。
- ・建物の外部からの補強が可能であるため、建物を使用しながらの工事が可能である。
- ・採光・通風を確保できる。

留意点

- ・既存建物のコンクリート圧縮強度は、13.5N/mm²以上必要である。
- ・部材の搬入経路などについて、現地調査する必要がある。
- ・部材の取り付けには重機が必要であり、重機が置けるだけのスペースが必要である。

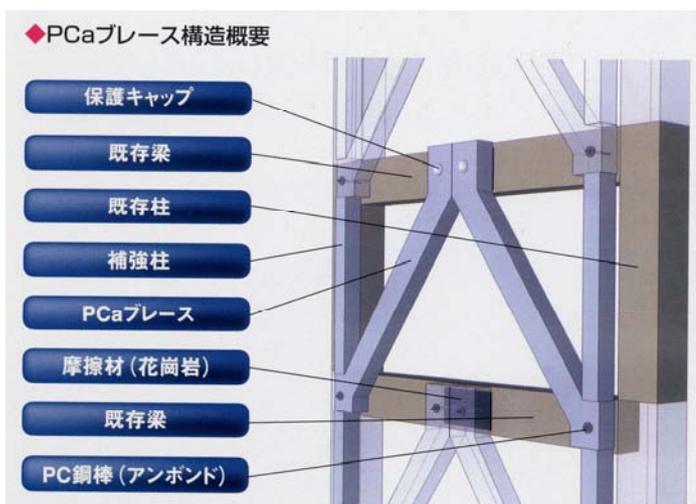


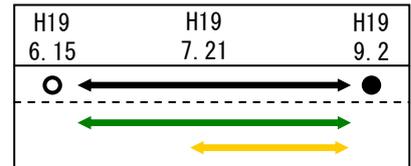
図1 工法概念図

神戸市立本山第三小学校 (兵庫県神戸市)



▲ 補強後の校舎外観

建築年	昭和29、31~33、43年
構造・階数	R3
延床面積	2,702㎡
補強効果	Is値：0.35 → 0.72 q値：1.46 → 2.39
補強工事費	45,795千円 (16,900円/㎡)
工事期間	約80日



- 発注 ● 契約終了
- ←→ 学校現場での工事期間 (約80日)
- ←→ 居ながら施工 (約80日)
- ←→ 夏休み期間中の施工 (約44日)
- ←→ 建物使用禁止期間中の施工 (0日)

工法選択理由

①夏休み中に工事を完了させる必要があること、②外付けブレース形式により、コンクリート圧縮強度 $18.0\text{N}/\text{mm}^2$ 未満の既存建物であっても補強可能であることを考慮して、本市で独自に実験等で検証してきた神戸市型枠付き鉄骨ブレース直付け耐震補強工法を採用した。

補強工事概要

神戸市型枠付き鉄骨ブレース直付け耐震補強工法により、桁行き方向で、1、2階5箇所の補強を行った。

神戸市型枠付き鉄骨ブレース直付け耐震補強工法

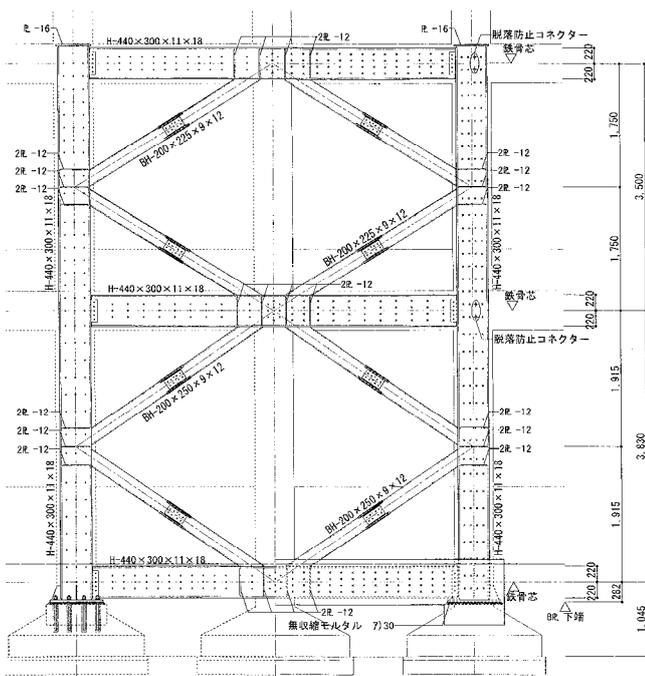


図1 立面図(本山第三小学校の例)

工法概要

神戸市型枠付き鉄骨ブレース直付け耐震補強工法は、枠付鉄骨ダイヤ型ブレースを、外部から直接、既存躯体に取り付ける工法である。

枠柱、枠梁及びブレースはH型鋼を使用し、枠柱と枠梁はウェブのみのピン接合により省力化を図った。

枠柱、枠梁と既存建物は、アンカー、スタッド及び無収縮モルタルの充填により接合した。

特徴

- ・ブレース形状がダイヤ型のため、柱の座屈長さが短く、また、眺望にも有利である。

留意点

- ・既存建物のコンクリート圧縮強度は、 $13.5\text{N}/\text{mm}^2$ 以上必要である。
- ・アンカーの埋め込み長さが $7d$ (d :アンカーの直径) 以上必要である。
- ・張り間方向に耐震壁があるRC造の校舎(神戸市の標準タイプ)の桁行き方向の補強を前提としている。

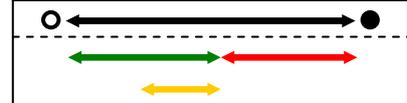
神戸市立長田小学校 (兵庫県神戸市)



▲ ブレースによる補強後

建築年	昭和42~44、46年		
構造・階数	R3		
延床面積	3,324㎡		
補強効果	Is値：0.33 → 0.76 q値：1.18 → 2.68		
補強工事費	84,499千円 (25,400円/㎡)		
工事期間	約199日		

H17	H17	H17	H17
6.11	7.21	9.1	12.26



- 発注 ● 契約終了
- ←→ 学校現場での工事期間 (約199日)
- ←→ 居ながら施工 (約82日)
- ←→ 夏休み期間中の施工 (約42日)
- ←→ 建物使用禁止期間中の施工 (約117日)

工法選択理由

①住宅密集地に位置するため、騒音・振動などを低減する必要があること、②既設梁（壁梁）の幅が小さく、既存躯体をなるべく痛めずに補強する必要があること、③内部空間の使用勝手を保持すること、④既存躯体の撤去をできる限り少なくすることを考慮して、ハイブリッド耐震補強工法を選択した。

補強工事概要

ハイブリッド耐震補強工法により、外壁面の1~3階30箇所の補強を行い、平面的な偏心を改善した。

ハイブリッド耐震補強工法

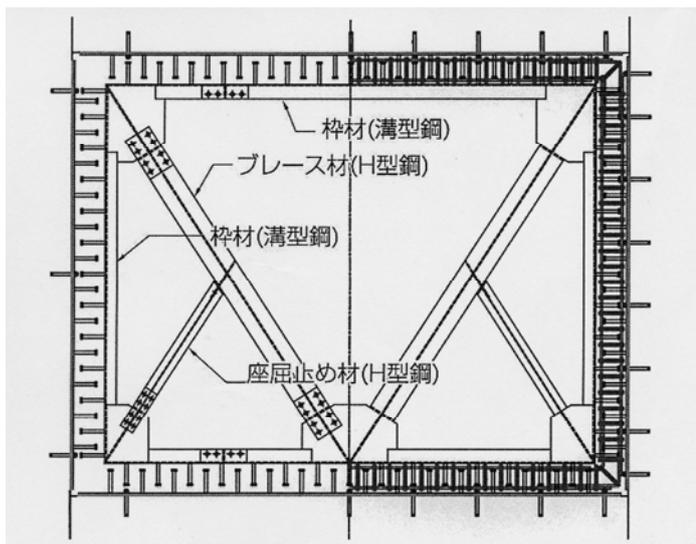


図1 工法概念図

工法概要

ハイブリッド耐震補強工法は、既存躯体の内側に接合鋼板をエポキシ樹脂で接着し、枠付鉄骨ブレースを設置する工法である。

接合鋼板と枠材の間には、軸筋とフープ筋を挿入し、その後無収縮モルタルを充填する。

特徴

- ・あと施工アンカーの本数を減らすことで、騒音・振動・粉塵の発生を低減できる。
- ・既存躯体へのアンカー本数の増減により、必要とする補強効果を確保する。

留意点

- ・既存建物のコンクリート圧縮強度は、13.5N/mm²以上必要である。
- ・枠付き鉄骨ブレースを取り付ける柱が、極短柱でない必要がある。
- ・ブレース材の細長比は58以下である必要がある。