

# 九州学院 1 号館

45-001-2017 作成	発 注 者	学校法人 九州学院	所 在 地	熊本県熊本市
種別 耐震改修	改修設計	有限会社 游建築設計事務所	竣 工 年	1962 年（昭和 37 年）
建物用途 学校	改修施工	松尾建設株式会社	改修竣工	2016 年（平成 28 年）

## 平成 28 年熊本地震にも耐えた耐震補強 HP 耐震工法と外付け PCa アウトフレーム工法

### ●建物概要

建物規模	地上 4 階、PH1 階
	建築面積 1,268.75 m <sup>2</sup> 、延床面積 5,145.13 m <sup>2</sup>
構造種別	鉄筋コンクリート造
構造形式	ラーメン構造（桁行方向）
	耐震壁付ラーメン構造（張間方向）

### ●改修経緯

発注者は平成 25 年に実施した耐震診断において、3 階のコンクリート圧縮強度が極めて低く、I s 値も基準の半分以下であったことから建替えを勧められていたが、本館棟（1 号館）は学院の中心的建築物であり、建替えを行うにも建設用地や仮校舎の問題、全体的な費用の問題等を総合的に勘案した結果、耐震補強工事を選択された。

### ●耐震診断結果

事前に行われた耐震診断では 3 階のコンクリート圧縮強度が極めて低かった（13.5N/mm<sup>2</sup>未満）ため、念のために再度、3 階のコンクリート圧縮強度試験を実施して再診断を行った。その結果、桁行方向（X 方向）は I s 値 0.275（最低値）、張間方向（Y 方向）は I s 値 0.475（最低値）、また桁行方向は C<sub>TU</sub>・S<sub>D</sub>値も 0.29 と目標値を下回った。

### ●耐震改修計画

耐震補強工事を行うに当たっては、文部科学省が推奨する耐震強度（I s 値 0.7）の確保はもちろんのこと、外観に 影響が少なく（筋交い等の補強は NG）、校舎の半分は使いながらの工事が可能であることが条件であった。そこで桁行方向（X 方向）は既存柱にリップ付分割鋼板と連続繊維シート及び補強鉄筋を併用するグラウト充填工法（HP 耐震工法）を主要な補強工法とし、さらに水平耐力の不足分を P Ca アウトフレーム工法と RC 壁開口閉塞補強を併用した。また張間方向（Y 方向）は既存の RC 壁に増打ちコンクリート補強を行い、補強後の建物の使い 勝手が変わらないように計画した。

### ●改修技術の説明

HP 耐震工法は、細分化されたコンパクトな材料を組み合わせるため設置が容易であり、工事中の騒音・振動が少なく、大型の重機や過大な仮設設備も不要なため、建物を使いながらの工事に適した工法である。

### ●コスト等

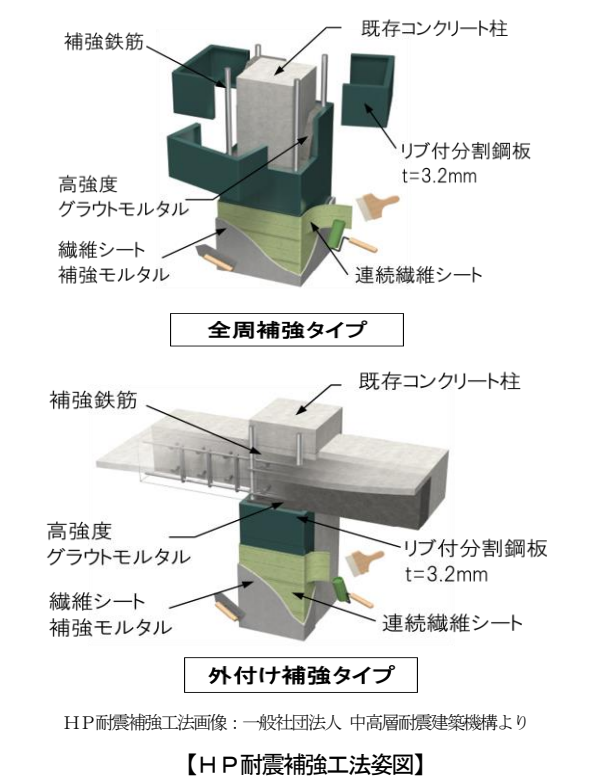
今回工事は耐震補強以外にもサッシ取替え、設備配管切替え（全て耐震改修に関連する工事）が多く発生したが、国・県・市の助成を受けたため、発注者側の負担は軽くなった。



耐震改修前外観（南面）



耐震改修後外観（南面）



【HP 耐震補強工法姿図】

【要約】 本物件は当初の耐震性能が極めて低かったため多くの補強を要したが、外観をあまり損なわず、建物を使いながらの工事が可能という条件のもとに実施した耐震補強工事である。平成 28 年 3 月に補強工事が完成したが、その約 1 ヶ月後に震度 7 を 2 回引き起こした平成 28 年熊本地震が発生し、当該建物も震度 5 強、震度 6 強に見舞われるも無被害であった。

【耐震改修の特徴】使用しながらの補強、低強度コンクリート建物の補強、複数の補強の組合せ、補助金適用

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修 その他

### ●改修工事概要

耐震補強後も建物の外観や使い勝手が殆ど変わらない補強工法を組み合わせて計画している。また中央階段部分は堅穴区画による防火戸と防火シャッターが併設されているが、工事期間中の避難経路確保のためこの部分を避けた補強計画となっている。

桁行方向（X 方向）は、各階の既存柱に HP 耐震工法の全周補強タイプ 8～9 箇所、外付け補強タイプ 10 箇所とし、さらに水平耐力の不足分を P Ca アウトフレーム 26 構面と RC 壁開口閉塞補強 13 箇所を併用して補強している。また張間方向（Y 方向）は既存の RC 壁に増打ちコンクリート補強 6 箇所として水平耐力を向上させている。P Ca アウトフレーム工法を採用するに当たり、C 通りの構造フレームに水平力を伝達するため C-D 間の床下に新たにスラブと受梁を設置した。P Ca アウトフレーム工法も組立中の騒音・振動・粉塵が少ないため、建物を使いながらの工事に適した工法である。

### ●耐震改修の効果

上記の補強を施した結果、右表の通り全ての階で I s 値 0.7 以上、C<sub>TU</sub>・S<sub>D</sub>値 0.3 以上となった。なお、耐震診断結果と耐震補強計画は耐震判定委員会の評価を取得している。

平成 28 年 4 月に発生した熊本地震では 3 日間の間に最大で震度 7 が 2 回、震度 6 強が 2 回、震度 6 弱が 3 回発生しており、震度 4 以上においては現在まで 144 回の揺れが発生している。（平成 29 年 7 月 31 日現在）本敷地でも震度 5 強、震度 6 強を始めとする多くの繰り返しの地震に見舞われたが、本建物の柱や梁等の耐震要素は全て健全であった。

### ●設計者コメント

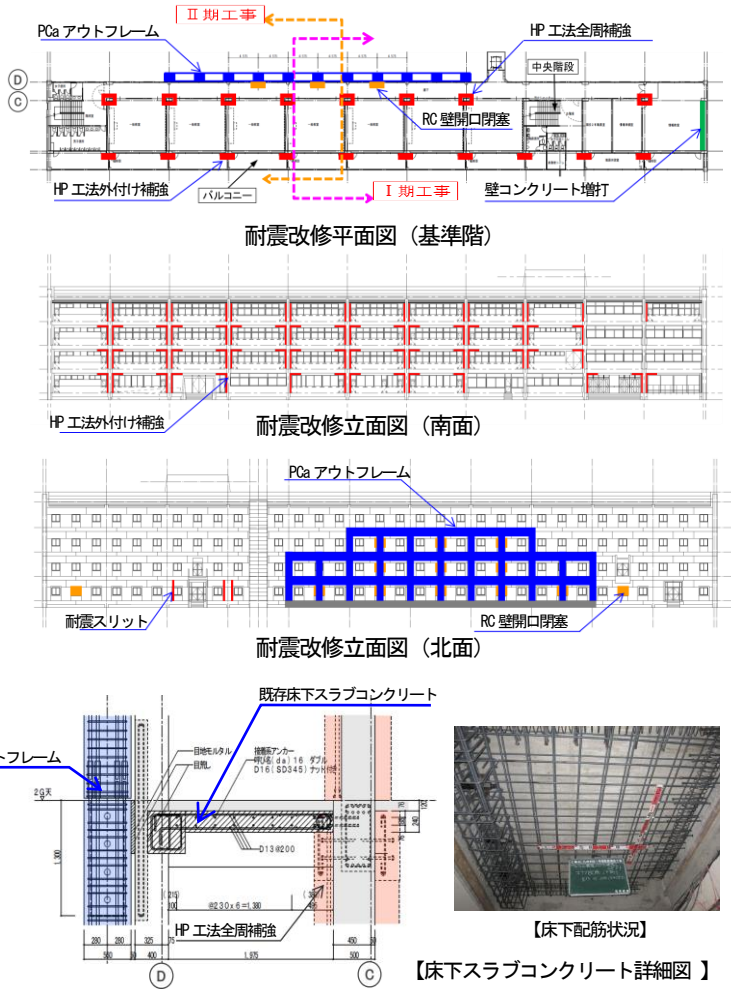
HP 耐震工法は全周補強と外付け補強の 2 タイプあるが、今回計画ではバルコニー側を外観優先で外付け補強、内部廊下側は耐力優先で全周補強を選択した。水平耐力不足を補う工法としては、屋内空間に支障がなく外観も著しく損ねない P Ca アウトフレーム工法とした。

### ●施工者コメント

当初計画より教室の半数が入る仮設校舎を設置し二期に分けて工事を行う計画であったが、教室を使いながらの施工が難しい工事（床下スラブ施工や P Ca アウトフレームの基礎工事等）は極力夏休み期間に完了するように再検討を行い一括で施工した。また学校側とも事前協議を密に行い、作業時間の制約や作業動線のルート、仮設設備の方法、駐車場の利用期間等を学校行事予定と照らし合わせながら詳細に計画して建物を使用しながらの工事を実施した。

### ●発注者コメント

熊本地震で 1 号館が被災していれば、普通教室が足りず授業が行えなかった可能性がある。耐震改修して本当によかった。



耐震診断結果（診断時、補強後）												
階	X方向						Y方向					
	診断時			補強後			診断時		補強後			
	採用したF値	2次診断 Is値	C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub>	採用したF値	2次診断 Is値	C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub>	採用したF値	2次診断 Is値	C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub>	採用したF値	2次診断 Is値	C <sub>TU</sub> ・S <sub>D</sub>
PH	1.00	1.330	—	—	—	—	1.00	2.340	—	—	—	—
4	1.00	0.456	0.48	1.00	0.753	0.79	1.00	1.222	1.28	1.00	1.447	1.52
3	1.00	0.275	0.29	1.00	0.716	0.75	1.00	0.632	0.66	1.00	0.835	0.87
2	1.00	0.285	0.29	1.00	0.708	0.74	1.00	0.656	0.69	1.00	0.767	0.80
1								0.475				
	1.00	0.309	0.32	1.50	0.833	0.58	1.00	(0.32)	0.50	1.00	0.719	0.75

（ ）内数値は、下階壁抜け柱の低減後のIs値を示す



耐震改修後外観（北面）