



建防災発第20152号

令和3年1月26日

## 技術評価書

AP工法協会  
会長 高橋 講暢 殿

令和2年5月21日付けて技術評価の更新及び変更の依頼のあった下記について、当協会に組織した建築物等防災技術評価委員会（委員長：壁谷澤寿海 東京大学名誉教授）において検討した結果、別紙技術評価報告書のとおり、耐震性の向上に有効な補強工法であると評価します。



一般財団法人日本建築防災協会  
理事長 坂本 功



### 1. 件名

アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（AP工法）

### 2. 技術評価事項

「アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（AP工法）」の適用範囲、使用材料、補強設計方法、施工計画・品質管理方法、設計施工の責任体制の妥当性について

（2016年（平成28年）4月22日付技術評価（建防災発第16020号）の更新及び変更）

### 3. 評価書の有効期間

更新前：2020年（令和2年）6月3日まで

更新後：2025年（令和7年）6月3日まで（2021年（令和3年）1月26日から）

ただし、令和2年6月4日～令和3年1年25日までの期間については、更新及び変更の審査中であったため、旧評価書を有効として扱う。



令和3年1月26日

## 技術評価報告書

建築物等防災技術評価委員会

委員長 壁谷澤寿海



### I. 技術評価依頼概要

1. 依頼者 AP工法協会 高橋 講暢
2. 件名 アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（AP工法）
3. 工法概要

本工法は、湿式モルタル吹き付けにて壁を増設、増打ち、開口閉塞する耐震補強工法である。使用するプレミックスモルタル「アフタープロテクション」には、ダレ防止と乾燥収縮ひび割れの拡大防止のためにビニロン繊維が添加されており、それに所定量の水を加えて混練したAPモルタルは、最大300mmの厚さまで一度に吹き付けることができる。

### 4. 依頼事項

「アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（AP工法）」の適用範囲、使用材料、補強設計方法、施工計画・品質管理方法、設計施工の責任体制の妥当性について

(2016年(平成28年)4月22日付技術評価(建防災発第16020号)の更新及び変更)

### 5. 提出資料

- アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（AP工法）技術評価資料：
- (1) 技術概要説明書
  - (2) 使用実績概要及び設計・施工指針等との適合性比較表
  - (3) 設計・施工指針変更一覧
  - (4) 設計・施工指針

### II. 検討方法

次の委員で構成する技術評価委員会において、提出資料に基づき依頼事項の妥当性を検討した。

委員長 壁谷澤寿海 東京大学名誉教授

副委員長 市之瀬敏勝 名城大学理工学部建築学科教授

委員 伊山 潤 東京大学大学院工学系研究科准教授

委員 加藤 大介 新潟大学自然科学研究科教授

委員 北山 和宏 東京都立大学都市環境学部建築学科教授

委 員 小室 努	大成建設株式会社技術センター技術企画部部長
委 員 坂田 弘安	東京工業大学環境・社会理工学院教授
委 員 塩原 等	東京大学大学院工学系研究科教授
委 員 鈴木 紀雄	鹿島建設株式会社技術研究所専任役
委 員 西山 峰広	京都大学大学院工学研究科教授
委 員 長谷見雄二	早稲田大学理工学術院教授
委 員 福原 武史	株式会社竹中工務店技術研究所構造部 RC 構造グループ主任研究員
委 員 前田 匠樹	東北大学大学院工学研究科教授
委 員 増田 安彦	株式会社大林組技術研究所構造技術研究部上級主席技師
委 員 宮内 靖昌	大阪工業大学工学部建築学科教授
委 員 向井 智久	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ主任研究員
委 員 山田 哲	東京大学大学院工学系研究科教授
委 員 山野辺宏治	清水建設株式会社技術研究所建設基盤技術センター上席研究員

### III. 技術評価

「アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法（A P工法）」の技術評価資料に示される適用範囲、使用材料、補強設計方法、施工計画・品質管理方法、設計施工の責任体制は妥当であると評価する。

### IV. 技術評価の内容

本工法は、ビニロン纖維が添加された湿式モルタルを吹き付けることにより、既存鉄筋コンクリート造建築物または既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の壁の増設、壁の増打ち、または壁の開口閉塞を行う耐震補強工法である。

以下に設計・施工指針に基づく本工法の概要を記す。

#### 1. 適用範囲

・設計・施工指針で特に規定する事項以外は、関連する基・規準及び指針に準ずる。ただし、2001年改訂版RC耐震診断基準及び改修設計指針と2017年改訂版RC耐震診断基準及び改修設計指針の混用した適用は不可とする。

#### 【(一財)日本建築防災協会】

2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説

「2001年改訂版RC耐震診断基準」と略記する。

2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説

「2001年改訂版RC改修設計指針」と略記する。

2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説

「2017年改訂版RC耐震診断基準」と略記する。

2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説

「2017年改訂版RC改修設計指針」と略記する。

2009 年改訂版 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説

「SRC 耐震診断基準」と略記する。

2009 年改訂版 既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説

「SRC 改修設計指針」と略記する。

### 【(一社) 日本建築学会】

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (2010 年及び 2018 年)

「RC 規準」と略記する。

建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事 (2009 年及び 2018)

「JASS5」と略記する。

### 【文部科学省】

学校施設の耐震補強マニュアル RC 造校舎編 (2003 年)

### 【(一財) 建築保全センター】

公共建築改修工事標準仕様書 (建築工事編) (平成 25 年)

- 既存躯体のコンクリート強度は  $13.5\text{N/mm}^2$  以上

## 2. 使用材料

本工法の使用材料は、AP モルタル、鉄筋、あと施工アンカーである。

### 1) AP モルタル

- AP モルタルは、ビニロン纖維を混入したプレミックスのドライモルタルである「アフタープロテクション」に現場で所定の水を加えて混練することにより作成する。
- 圧縮強度は平均  $48.7\text{N/mm}^2$ 、標準偏差は  $4.9\text{N/mm}^2$ 、平均値から標準偏差の 3 倍を引いた値の  $34\text{N/mm}^2$  を 28 口の品質管理強度とする。

### 2) 鉄筋

JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼、JIS G 3117 鉄筋コンクリート用再生棒鋼、及び JIS G 3551 溶接金網に適合するものを使用する。

### 3) あと施工アンカー

2001 年改訂版または 2017 年改訂版 RC 改修設計指針及び SRC 改修設計指針に記載の品質・形状・寸法を満足する接着系アンカーを使用する。

## 3. 補強設計方法

本工法により、壁の増設、壁の増打ち、開口の閉塞を行う場合の補強設計に関する基本方針は、壁のせん断耐力を高めることであり、その補強設計は「2001 年改訂版または 2017 年改訂版 RC 改修設計指針」の「3.1 壁の増設による補強」によるほか、詳細は設計・施工指針に定められている。

### 1) 基本的事項

- せん断終局強度が軽量I種コンクリートのように低下する可能性を考慮し、せん断補強設計に用いる AP モルタルの圧縮強度を  $30\text{N/mm}^2$  とする。
- 有開口増設壁及び増打ち壁の設計においては、既存梁と増設壁または増打ち壁との

接合部では破壊させない。

- ・増打ち壁の設計では、一体壁としてのせん断耐力の算定に用いるコンクリート強度には断面積比を考慮した平均強度を用いるが、その値は既存壁のコンクリート強度の1.5倍を上限とする。一方、開口閉塞壁のせん断耐力の算定に用いるコンクリート強度は、既存壁の耐震診断に用いたコンクリート強度を上限とする。

## 2) 構造細則

本工法における主な構造規定を以下に記す。本工法の設計・施工指針に記される規定以外については、2001年改訂版または2017年改訂版RC耐震診断基準及びRC改修設計指針に準拠する。

- ・APモルタル部分の設計厚さは原則350mm以下とし、既存壁との合計厚さとして既存柱幅の1/4以上かつ既存梁幅以下とする。
- ・壁の増設を行う場合、APモルタルは粗骨材の噛み合い効果が得られないため、増設壁内のせん断補強筋比を0.35%以上とし（上限は1.2%）、壁厚が180mm以上となる場合は複配筋とする。
- ・既存の壁版を増打ちする場合、既存の壁の目荒らしを施し、縦横とも500mm程度の間隔でシアコネクターを設置して新旧の壁を一体化する。

## 4. 施工計画及び品質管理

施工は、施工指針に基づき施工計画書を作成し、施工フローに従って実施する。設計・施工指針に記載なき事項については、JASS5、公共建築改修工事標準仕様書（建築工事編）に基づき規定された項目に従い行う。

## 5. 設計施工の責任体制

設計は、AP工法協会の正会員のうち設計部門を有する会員、または、株式会社東京ソイルリサーチが監修した「設計内容確認書」に基づきAP工法協会より設計指導を受けた、耐震診断・補強設計の経験のある一級建築士事務所が行う。本工法の設計に関する計算、設計図書の作成に関しては、設計内容確認書に従って行い、AP工法協会が確認・保管を行う。設計された補強建物の設計に係る品質に対しては、設計者が責任を負う。

施工は、昭和ライト株式会社、又は株式会社クラレ及び昭和ライト株式会社により施工技術指導を受けたAP工法協会正会員が行う。施工に関する責任は、株式会社クラレ及び昭和ライト株式会社が指導内容に対して責任を負い、補強建物の施工に関する品質に対しては、施工者が責任を負う。

本工法に使用するアフタープロテクションの製造・供給は株式会社クラレと二瀬窯業株式会社が行い、両社がその品質に対する責任を負う。

## V. 審議事項

### 1. 使用実績状況について

2015年7月の評価以降に使用実績が8件あることを提出資料により確認した。

### 2. 主な変更内容

- ・準拠する基規準を最新版に更新した。
- ・壁の増打ち及び開口閉塞の構造実験結果が追加提出された。
- ・設計指導体制を明確にすることを目的に、申請者をクラレからAP工法協会に変更した。クラレが本工法に関わる役割に実質的な変更はない。
- ・設計指導体制は、クラレと東京ソイルリサーチが共同で行っていたが、東京ソイルリサーチが監修した設計内容確認書を用いてAP工法協会の正会員が説明し、本工法に準拠していることを確認することで設計指導に代えるよう変更した。

### 3. 特に審議した事項

- ・前回更新時に不足していた、壁の増打ち及び開口閉塞により制作した試験体の加力実験が追加され、実験結果と設計・施工指針に示される本工法の構造特性と比較し、妥当であることを確認した。
- ・提出された使用実績の報告書と設計・施工指針に示される規定との適合性について、妥当であることを確認した。
- ・本工法で施工する増設壁及び増打ち部分の壁厚さは原則350mm以下であること、既存壁との合計厚さは既存柱幅の1/4以上で既存梁幅以下であることが構造規定に記載されているが、制限値を明確にするため、適用範囲にも追記した。
- ・本工法で対象としている増設壁、増打ち壁、開口閉塞の設計式に用いるコンクリート強度について、実験値、AP工法の設計法に準じた計算値及び参考文献等による検証結果により、妥当であることを確認した。
- ・APモルタルの圧縮強度と弾性率は、コンクリートと比べやや低い分布となっているが、コンクリートと同等と扱っていることについて、実測値はRC規準に記載されている分布の範囲に収まっていること、設計用値は実測強度よりも低く設定されていることの説明が設計・施工指針に追記されたことを確認した。



## 技術概要説明書

依頼者名	株式会社クラレ
項目 課題名	アフタープロテクションによる湿式吹付耐震補強工法(AP工法)
技術の概要	プレミックスモルタル「アフタープロテクション」を用い、湿式モルタル吹付けにて壁を増設、増打ち、あるいは開口閉塞することによって耐震補強を行う。補強設計は従来のRCの設計方法と同様に行う。
諸元・性能	本工法は、湿式モルタル吹付けにて壁を増設、増打ち、開口閉塞する耐震補強工法である。使用するプレミックスモルタル「アフタープロテクション」は設計強度30N/mm <sup>2</sup> で、その他力学的特性は普通コンクリートと同等であるため、従来のRCの設計手法によって耐震補強設計を行う。当該モルタルにはビニロン繊維を添加しており、ダレ防止効果によって最大300mmの厚さを一度に吹付けることが可能である。またビニロン繊維によって乾燥収縮ひび割れの抑制効果が発揮される。本工法は吹付け施工であることから大掛かりな型枠やポンプ車が不要であり、狭隘な現場や高層階等にも適用できる。
既存技術との対比	従来の普通コンクリートを打設する壁の増設工法では、大掛かりな型枠やポンプ車などの設置が必要で、現場事情により制限を受けるのに対して、本工法では、吹付け施工であるため設置型枠が少なく、現場練りや吹付け設備がコンパクトであることから、狭隘な現場や高層階等、制限のある現場に適用可能である。また、従来のモルタル・グラウトを注入する工法では、乾燥収縮ひび割れが発生・拡大しやすいのに対して、本工法で用いられる「アフタープロテクション」はビニロン繊維が添加されているため、乾燥収縮によるひび割れの拡大が抑制される。
開発の趣旨と開発目標	コンクリートやモルタルにビニロン繊維を添加することによって、生じるひび割れの拡大を抑制する方法が開発され、これを吹付け用モルタルに適用し、設備の設置に制限がある現場へも適用が可能な吹付け耐震補強工法を開発した。 本工法の目標は、耐震性能の乏しい建築構造物の耐震補強において、壁の増設、増打ち、開口閉塞による耐震補強に対して広く適用されることにある。
開発目標達成の確認方法	本工法の補強効果を確認するための材料の性能試験として、株式会社クラレ、二瀬窯業株式会社、及び新潟工科大学工学部中野教授の下で、圧縮強度・弾性率等の力学的特性、普通コンクリートや鉄筋との付着特性、乾燥収縮ひび割れの発生・拡大しやすさの評価等の材料試験、また実機を使用した吹付け施工実験による施工性の評価を実施した。
実績	施工年月日：2007年11月3日～11月29日、12月11日～12月22日、 施工場所：JR蒲田駅、工事名称：蒲田駅西口本屋改修（耐震補強・その他）工事、工事規模：56m <sup>3</sup> 、ほか33件

技術内容の公開性	審査終了後、報告書等によって技術を公開することに問題はない。
特許の有無	特許公報3518736 高炉水碎スラグ砂の製造方法 一定比重以上の高炉水碎スラグを粉碎、磨碎加工し乾燥させた後に分級する製造方法。この方法で製造した高炉水碎スラグ砂は天然砂と同等の品質を有する。 特許公報3774418 ドライ型プレミックスモルタルの組成物 一定比重以上の高炉水碎スラグを粉碎、磨碎加工し乾燥分級した高炉水碎スラグ砂を細骨材として配合したドライプレミックスセメントモルタル。
関連法規制	建築基準法に抵触する事項は無いと考えられる。
事故発生時の処置方法	施工時に、本工法に関する不具合が生じた場合、アフタープロテクション工法協会が適切な対策を検討し、不具合に対処する。対処方法は、アフタープロテクション工法協会が適切な対処法を立案し、事業全体に対し指導を行い、事業主体に実施させる。地震により被災した場合は、損傷状況に応じて調査を行う。
その他	