建設技術審査証明事業（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）
概要書

Post-Head-bar
後施工プレート定着型せん断補強鉄筋

建技審証第0522号

建設技術審査証明書

建技審証第 0522 号

技術名称　後施工プレート定着型せん断補強鉄筋
「Post-Head-bar」

（開発の趣旨）
せん断補強を構造物の内側からしか行うことができない依頼中の既設構造物に対して、部材の片側からのみの施工が可能で、かつ、せん断耐力のみを向上して、せん断余裕度を向上させ、せん断破壊モードから曲げ破壊モードに移行させることができる後施工せん断補強鉄筋を提供する。
（開発目標）
(1) 力学性能
1) 後施工せん断補強鉄筋の定着性能
後施工せん断補強鉄筋の実降伏荷重を発揮するために必要な円形プレート側の定着長が、鉄筋の種類および呼び名に応じて設定できること。
2) 施工後のせん断耐力
「Post-Head-bar」のせん断耐力への寄与分は、新設構造物に一般に用いられている半円形フックタイプのせん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力の算定方法において「Post-Head-bar」の規格降伏強度を使用して求めた値に対し、通用部材の軸方向鉄筋間隔および「Post-Head-bar」の円形プレート側の必要定着長から評価される有効係数を乗じたものとして評価できること。また、せん断スパン比の小さい部材に対しても、SD345 以上の「Post-Head-bar」により補強した場合には、せん断スパン比が小さい部材に適用されるせん断耐力算定式に「Post-Head-bar」の有効係数を用いて評価できること。
3) 施工後の変形性能
新設構造物で一般に用いられる半円形フックタイプのせん断補強鉄筋を用いた部材の軸方向鉄筋の座屈が生じるまでの変形レベルと同等のじん性率が確保されること。
補強後の部材の骨格曲線は、補強後の合計せん断補強鉄筋量に上限値を考慮して設定した量のせん断補強鉄筋が配置された部材として算定できること。
(2) 施工性
1) 通用部材
背面に地盤や水、機器などの障害物などがあるような制約のある施工条件においても、構造物の片側からのみの施工によりせん断補強できること。
2) 施工の容易性と迅速性の評価
狭い空間や複雑な部位においても、大型機材を必要とせず、かつ、短時間に施工できる作業の容易さがあること。

一般財団法人土木研究センターの建設技術審査証明事業実施要領に基づき、依頼のあった標記の技術について下記のとおり証明する。

2005 年 12 月 21 日
2010 年 12 月 21 日　内容変更・更新
2011 年 8 月 22 日　内容変更
2015 年 12 月 21 日　更新
2016 年 10 月 17 日　内容変更
2018 年 6 月 18 日　内容変更
2020 年 12 月 21 日　内容変更・更新

建設技術審査証明事業実施機関
一般財団法人　土木研究センター
理事長　常田賢一

記

1. 審査証明の結果
「Post-Head-bar」は以下の性能を有することが確認された。
(1) 力学的性能
1) 後施工せん断補強鉄筋の定着性能
後施工せん断補強鉄筋の実降伏荷重を発揮するために必要な円形プレート側の定着長が、鉄筋の種類および呼び名に応じて審査証明報告書に示す値で設定できることが確認された。
2) 施工後のせん断耐力
「Post-Head-bar」のせん断耐力への寄与分は、新設構造物に一般に用いられている半円形フックタイプのせん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力の算定方法において「Post-Head-bar」の規格降伏強度を使用して求めた値に対し、通用部材の軸方向鉄筋間隔および「Post-Head-bar」の円形プレート側の必要定着長から評価される有効係数を乗じたものとして評価できることが確認された。ただし、有効係数の上限値は 0.9 とする。せん断スパン比が小さい部材に対しても、SD345 以上の「Post-Head-bar」により補強した場合には、せん断スパン比が小さい部材に適用されるせん断耐力算定式に「Post-Head-bar」の有効係数を用いて評価できることが確認された。
3) 施工後の変形性能
新設構造物で一般に用いられる半円形フックタイプのせん断補強鉄筋を用いた部材の軸方向鉄筋の座屈が生じるまでの変形レベルと同等のじん性率が確保されることが確認された。
補強後の部材の骨格曲線は、補強前のせん断補強鉄筋と「Post-Head-bar」を合わせた実配置に対し、変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の設定値に上限を設けた部材として算定できることが確認された。
(2) 施工性
1) 通用部材
背面に地盤や水、機器などの障害物などがあることで片側からしか施工できないRC部材に対しても、せん断補強できることが確認された。
2) 施工の容易性と迅速性の評価
狭い空間や複雑な部位においても、大型機材を必要とせず、かつ、短時間に施工できる作業の容易さがあることが確認された。
2. 審査証明の前提
(1) 本審査証明は、依頼者からの試験データ等の資料を基に審査し、確認したものである。
(2)「Post-Head-bar」は、所定の材料を用いて、適正な品質管理のもとで製造されるものとする。
(3)「Post-Head-bar」は、適正な補強設計によって計画されるものとする。
(4)「Post-Head-bar」は、適正な機材および施工手順によって設置されるものとする。
(5)「Post-Head-bar」は、適正な管理のもとで施工されるものとする。
3. 審査証明の範囲
(1) 地震時の変形量が限定される地中構造物など、背面に地盤などがあり片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。
(2) 堰、水門、橋台や橋脚等の既設の平地下および地上構造物に適用する場合には、地中構造物の場合と同様にせん断補強の目的で用いるものとし、現状で曲げ破壊モードにある構造物の変形性能の更なる改善を目的とする補強に用いてはならない。せん断補強により２次元に得られる変形性能を考慮する場合には、変形の応答値は変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の上限を「Post-Head-bar」の矩形プレート側で 0.30%、円形プレート側で 0.15%として求めた部材の骨格曲線の範囲内に限定する。
(3) 柱で支持される橋脚のフーチングのようなせん断スパン比の小さい部材に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。
(4)「Post-Head-bar」を配置するせん断スパン方向の最大間隔は、補強対象部材の有効高さの 1/2 倍以下とする。なお、補強前の構造物内に配置されているスターラップ等の位置が明確であれば、それらの鉄筋を考慮してもよいものとする。
(5) 補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔（d − d′）と円形プレート側の必要定着長 l_1 について、片端矩形プレート型「Post-Head-bar」の場合は（d − d′）≧ l_1、両側円形プレート型「Post-Head-bar」の場合は（d − d′）≧ $2l_1$ を満たす場合に適用できる。ただし、鉄筋の呼び名が D32 の両端円形プレート型「Post-Head-bar」については、（d − d′）≧ 710mm を満たす場合に限り適用できる。
(6) 適用可能な開孔長の標準値は横向き施工・下向き施工で 9m 以下、上向き施工で 3.5m 以下とし、大型構造物などでこれより長くなる部材へ適用する場合には、別途施工試験を行ってセルタル光項性などを確認する。
4. 審査証明の詳細：　建設技術審査証明報告書
5. 審査証明の有効期限　　2025 年 12 月 20 日
6. 審査証明の依頼者
大成建設株式会社
所在地：東京都新宿区西新宿 1-25-1
成和リニューアルワークス株式会社
所在地：東京都港区六本木 1-6-1

2020年12月

建設技術審査証明協議会会員
一般財団法人 土木研究センター（PWRC）

技術の概要

旧耐震設計法によって設計されたコンクリート構造物の中には、現行の耐震設計法におけるレベル２地震動に相当する地震力を受けた場合に、部材のせん断耐力が不足することが懸念されるものがあります。特に、供用中の地下構造物では構造物の内側からしか補強できず、現実的にはせん断補強を行うことが困難です。そこで、プレート定着型せん断補強鉄筋「Head-bar」の技術を応用して効果的な既設構造物の耐震補強工法を開発しました。

「Post-Head-bar」は鉄筋両端部に摩擦圧接によりプレートを取り付けたもので、これを既設コンクリート構造物に削孔した孔内に定着することにより従来は補強が困難であった既設地下構造物や堰・水門・橋台などに対する耐震補強に有効です。

なお、使用できる「Post-Head-bar」は片端矩形プレート型、両端円形プレート型、機械式継手型（片端矩形プレート）および機械式継手型（両端円形プレート）の４タイプでそれぞれ以下の鉄筋径が適用できます。

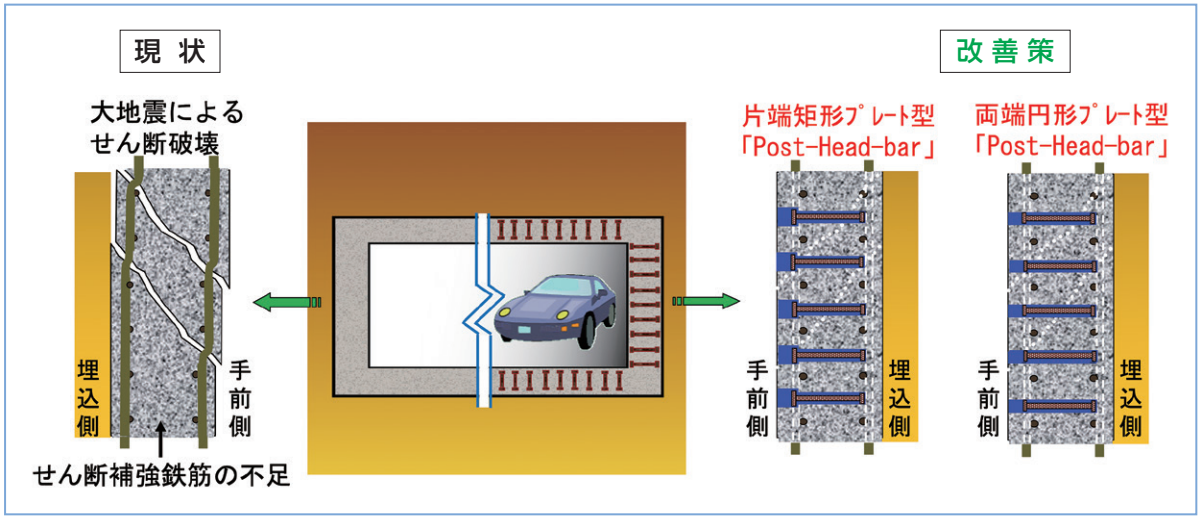
片端矩形プレート型：D13～D32
両端円形プレート型：D13～D32
機械式継手型（片端矩形プレート）：D13～D29
機械式継手型（両端円形プレート）：D13～D29

片端矩形プレート型

手前側　D13～D32　埋込側

両端円形プレート型

手前側　D13～D32　埋込側



せん断耐力の算定法

「Post-Head-bar」で補強したコンクリート構造物の単位幅当りのせん断耐力が以下の式で算出できることが部材実験により確認されています。

$V_{pyd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{phb}$

$V_{phb} = \beta_{aw} V_{awd}$

$\beta_{aw} = 1 - l_y / \{2 \cdot (d - d')\}$（片端矩形プレート型）

$\beta_{aw} = 1 - l_y / \{(d - d')\}$（両端円形プレート型）

ただし、$\beta_{aw} \leqq 0.9$

ここに、

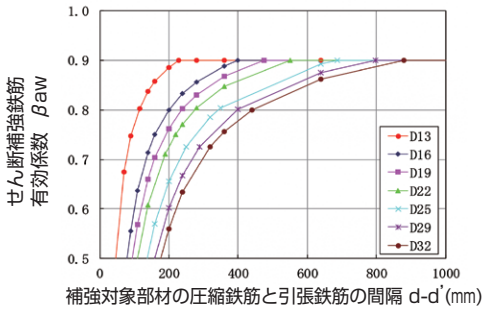
V_{cd}, V_{sd}, V_{phb}, V_{awd}：RC部材の単位幅当たりのせん断耐力で、それぞれ、コンクリートの分担分、せん断補強鋼材の分担分、「Post-Head-bar」の分担分、「Post-Head-bar」を通常のせん断補強鋼材とみなした場合の分担分を表している。

β_{aw}：「Post-Head-bar」のせん断耐力向上への有効性を示す係数

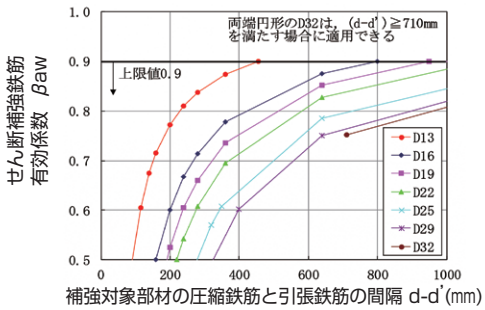
l_y　：鉄筋の種類毎に決定された「Post-Head-bar」に必要な定着長

$d-d'$：補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔（$d-d' \geqq l_y$）

SD295 SD345　片端矩形プレート型



SD295 SD345　両端円形プレート型



じん性に対する照査法

補強後の部材の骨格曲線は、補強前のせん断補強鉄筋と「Post-Head-bar」を合わせた実配置に対し、変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の設定値に上限を設けた部材として算定できることが確認されました。ただし、変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の上限値は、「Post-Head-bar」の矩形プレート側で0.30%、円形プレート側で0.15%とする必要があります。

$$\theta_m = (\delta_{mb} + \theta_{mp} \cdot (L_a - (0.5d + 0.05L_a))/2) / L_a$$

$$\theta_{mp} = \{0.021(k_{wO} \cdot p_w + k_{wO,phb} \cdot p_{w,phb}) + 0.013\} / (0.79 \cdot p_t + 0.153)$$

ただし，$0.021(k_{wO} \cdot p_w + k_{wO,phb} \cdot p_{w,phb}) + 0.013 \leqq 0.04$,
$0.79 \cdot p_t + 0.153 \geqq 0.78$
$k_{wO} \cdot p_w + k_{wO,phb} \cdot p_{w,phb} \leqq 0.15$（円形プレート側），
0.30（矩形プレート側）

ここに，
- θ_m ：最大耐荷力点における変形量（回転角）
- δ_{mb} ：塑性ヒンジ部以外の曲げ変形による変位
- θ_{mp} ：塑性ヒンジ部の回転角
- p_w ：既存の帯鉄筋比（%）、p_t：引張鉄筋比（%）
- $p_{w,phb}$ ：「Post-Head-bar」に関するせん断補強鉄筋比（%）
- k_{wO} ：既存の帯鉄筋強度を考慮する係数
- $k_{wO,phb}$ ：「Post-Head-bar」の鉄筋強度を考慮する係数
- L_a ：せん断スパン、d：断面の有効高さ

施工法および施工事例

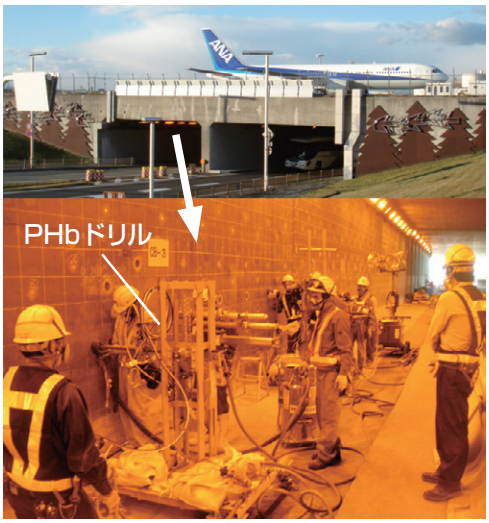
標準的な施工手順は、①鉄筋探査、②削孔、③PHbモルタルの先充てん、④「Post-Head-bar」の挿入設置、⑤断面修復となります。本工法は2005年12月に建設技術審査証明を取得してから道路、浄化センター、ポンプ場、鉄道、浄水場、水門、排水路など既に895件・153万本以上の実績があり安定した施工法が確立しています。

「Post-Head-bar」の施工実績

2020年10月1日現在

対象施設		施工件数
道路・地下街	地下道・道路橋他	54件
浄化センター（ポンプ場含む）	最終沈殿池・ポンプ室他	441件
鉄道	地下駅舎・トンネル部他	11件
浄水場	配水池他	142件
水門	津波対策用防潮水門他	180件
排水機場	排水機場他	39件
排水路	地下排水路他	19件
発電所・プラント	貯水池・水路他	9件

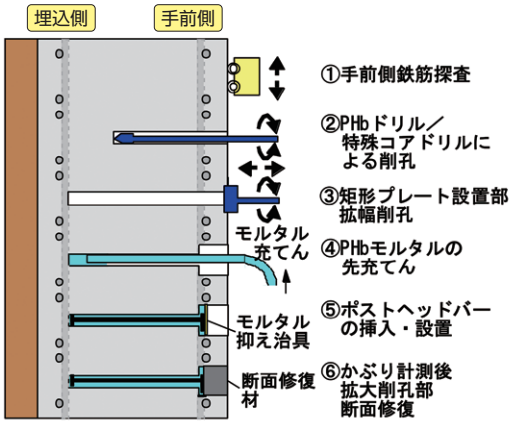
施工中案件を含む 合計：895件　1,530,000本以上



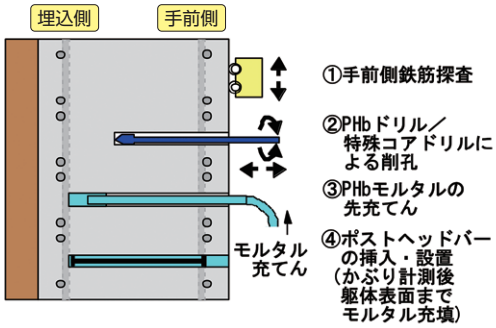
空港連絡地下道への適用例

施工手順

片端矩形プレート型



両端円形プレート型



技術の特徴

① 摩擦圧接したプレートの突起により補強筋先端の定着性能が向上します。
② 「Post-Head-bar」が構造物と一体で挙動することでせん断破壊に対する安全性が向上します。
③ 既設の地中コンクリート構造物においても、内空側からの施工による耐震補強を実現します。
④ 狭い空間や複雑な部位など、制約の大きい補強工事にも容易に適用可能です。
⑤ 幅広い鉄筋径・鉄筋強度に対応しています。
⑥ 両端円形プレート型や機械式継手型を追加したことにより、これまでより合理的なせん断補強工事が可能となります。

審査証明の結果

(1)力学的性能

①後施工せん断補強鉄筋の定着性能

後施工せん断補強鉄筋の実降伏荷重を発揮するために必要な円形プレート側の定着長が、鉄筋種類および鉄筋径に応じて設定できることが確認された。

②施工後のせん断耐力

「Post-Head-bar」のせん断耐力への寄与分は、新設構造物に一般に用いられている半円形フックタイプのせん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力の算定方法において「Post-Head-bar」の規格降伏強度を使用して求めた値に対し、適用部材の軸方向鉄筋間隔および「Post-Head-bar」円形プレート側の必要定着長から評価される有効係数を乗じたものとして評価できることが確認された。ただし、有効係数の上限値は0.9とする。せん断スパン比が小さい部材に対しても、SD345以上の「Post-Head-bar」により補強した場合には、せん断スパン比が小さい部材に適用されるせん断耐力算定式に「Post-Head-bar」の有効係数を用いて評価できることが確認された。

③施工後の変形性能

新設構造物で一般に用いられる半円形フックタイプのせん断補強鉄筋を用いた部材の軸方向鉄筋の座屈が生じるまでの変形レベルと同等のじん性率が確保されることが確認された。

補強後の部材の骨格曲線は、補強前のせん断補強鉄筋と「Post-Head-bar」を合わせた実配置に対し、変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の設定値に上限を設けた部材として算定できることが確認された。

(2)施工性

①適用部材

背面に地盤や水、機器などの障害物などがあることで片側からしか施工できないRC部材に対しても、せん断補強できることが確認された。

②施工の容易性と迅速性

狭い空間や複雑な部位において、大型機材によらず短時間に施工できる作業の容易さがあることが確認された。

技術の適用範囲

① 地震時の変形量が限定される地中構造物など、背面に地盤などがあり片側からしか施工できない制限を有する既設コンクリート構造物に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。

② 堰、水門、橋台や橋脚等の既設の半地下および地上構造物に適用する場合には、地中構造物の場合と同様にせん断補強の目的で用いるものとし、現状で曲げ破壊モードにある構造物の変形性能の更なる改善を目的とする補強に用いてはならない。せん断補強により2次的に得られる変形性能を考慮する場合には、変形の応答値は変形性能に寄与する補強後のせん断補強鉄筋量の上限を「Post-Head-bar」の矩形プレート側で0.30%、円形プレート側で0.15%として求めた部材の骨格曲線の範囲内に限定する。

③ 杭で支持される橋脚のフーチングのようなせん断スパン比の小さい部材に対して、後施工によるせん断補強の目的で用いる。

④ 「Post-Head-bar」を配置するせん断スパン方向の最大間隔は、補強対象部材の有効高さの1/2倍以下とする。なお、補強前の構造物内に配置されているスターラップ等の位置が明確であれば、それらの鉄筋を考慮してもよいものとする。

⑤ 補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔(d－d')と円形プレート側の必要定着長lyについて、片端矩形プレート型「Post-Head-bar」の場合は(d－d')≧ly、両側円形プレート型「Post-Head-bar」の場合は(d－d')≧2ly を満たす場合に適用できる。ただし、鉄筋の呼び名がD32の両端円形プレート型「Post-Head-bar」については、(d－d')≧710mmも満たす場合に限り適用できる。

⑥ 適用可能な削孔長の標準値は横向き施工・下向き施工で9m以下、上向き施工で3.5m以下とし、大型構造物などでこれよりも長くなる部材へ適用する場合には、別途施工試験を行ってモルタル充填性などを確認する。

審査証明有効期間

2020年12月21日～2025年12月20日　(内容変更:2020年12月21日)

技術保有会社/お問い合わせ先

大成建設株式会社　技術センター　社会基盤技術研究部　材工研究室　TEL：045-814-7231
成和リニューアルワークス株式会社　工事統轄部　技術部　品質・技術室　TEL：03-3568-8560

本概要書は、一般財団法人土木研究センター（PWRC）が行った「建設技術審査証明（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）」の結果を、広く関係各位に紹介する目的で作成したものであります。
一般財団法人土木研究センター（PWRC）企画・審査部　TEL03-3835-3609　http://www.pwrc.or.jp/shinsa.html