

# 六角ナット定着型せん断補強鉄筋を用いた後施工せん断補強工法の開発

(株)奥村組 正会員 ○山口 治 正会員 松本 恵美  
(株)奥村組 正会員 三澤 孝史 廣中 哲也

## 1. はじめに

1980年以前の旧耐震設計法では、コンクリートの許容せん断応力が大きく取られており、コンクリート構造物の部材断面を増大させてせん断補強鉄筋量を少なくすることが経済的な設計になると考えられていた。このため、実際には部材のせん断耐力が不足し、せん断破壊先行型となるものが多数存在する。こうしたRC構造物に対して、せん断耐力を向上させる鉄筋挿入型後施工せん断補強工法が複数開発され実用化されている。

鉄筋挿入型後施工せん断補強は、既設鉄筋を損傷させずに多くの補強鉄筋を設置する必要がある。そこで、施工の確実性および施工効率の向上を目的に、六角ナット定着型せん断補強筋（以下、ベストグラウトバー）を用いた後施工せん断補強工法<sup>1)</sup>を開発した。本工法は、既存の地下構造物のように部材の片側面からのみ施工が可能な場合や、鉄道・道路に近接した構造物のように片側から施工することが合理的な場合に適用できる。本報では、ベストグラウトバーを用いた後施工せん断補強工法の概要、力学性能、施工の確実性について報告する。

## 2. 工法概要

本工法に使用するベストグラウトバーは、ねじ切り加工した埋め込み側先端に六角ナットを装着することにより、定着性能を向上させる機構である（図-1）。

既存RC構造物の埋込み側にある主鉄筋は、表面から実施する鉄筋探査で位置を特定することが技術的に困難であり、削孔時に鉄筋に接触した場合に再削孔して所定の長さを確保していた。このため、複数回削孔することによる施工量の増加や工期の遅延、削孔時の既設鉄筋の損傷回避が課題であった。

そこで本工法は、削孔深さおよびベストグラウトバー先端の挿入位置が、埋込み側既設主鉄筋の手前までとなることを標準としており、埋込み側既設鉄筋の損傷リスクを回避できる（図-2）。

ベストグラウトバーと既存RC構造物の一体化を図る定着材は、上向き施工でも垂れ落ちない可塑性の無機系無収縮プレミックスモルタルを使用する。定着材の充填治具（図-3）および挿入スライドパッキン（図-4）を用いることで、上向きでも確実な充填が可能で、定着性能を確保できる。

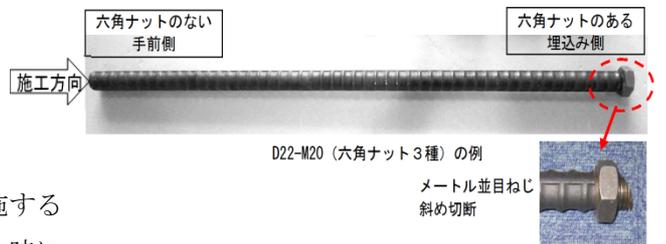


図-1 ベストグラウトバーの構造

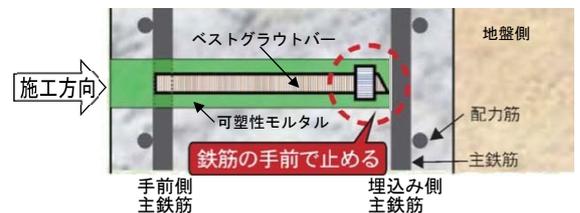


図-2 ベストグラウトバーの施工概要

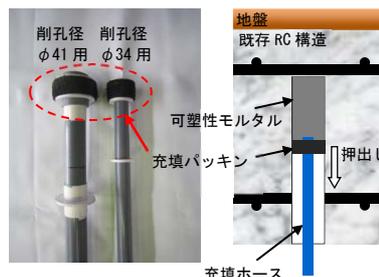


図-3 定着材充填治具

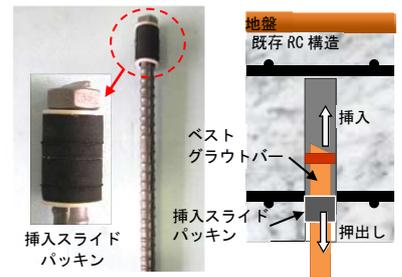


図-4 挿入スライドパッキン

## 3. 力学的性能

### 3.1 引抜き試験による必要定着長の確認

ベストグラウトバーの定着性能を把握するため、鉄筋の種類(SD345, SD390)、六角ナットの有無、鉄筋径(D16~D22)、定着長(3D~8D)、定着工の向き(下, 上)、既設コンクリートの強度(20~30N/mm<sup>2</sup>)をパラメータとした引抜き試験を実施した(写真-1)。

引抜き試験より、鉄筋の規格降伏強度以上の定着力が得られる定着長を確認し、設計に用いる必要定着長を表-1のように設定した。

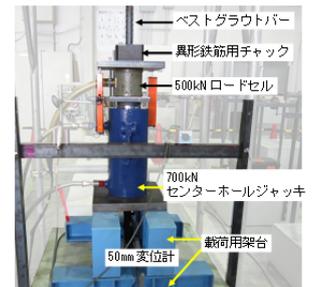


写真-1 引抜き試験状況

キーワード 耐震補強, 後施工せん断補強工, 有効係数, ベストグラウトバー

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 株式会社 奥村組東日本支社 TEL 03-5427-2323

3.2 梁試験体によるせん断補強効果の確認

ベストグラウトバーを用いた後施工せん断補強鉄筋による補強効果を確認するため、梁試験体を用いた正負交番載荷試験を実施した。

試験は、通常の既設部材を模したせん断破壊先行型の梁試験体(B700×H800×L5,400mm)に、D16@175mmおよびD22@265mm×2列の後施工せん断補強鉄筋を配置した試験体2体(CASE-2,4)と、比較用として、後施工せん断補強していない試験体2体(CASE-1,3)の計4体について行った。試験ケースを表-2に示す。

載荷方法は、1サイクル目に計算上のせん断耐力を載荷し、以降1サイクル目の変位 δ<sub>0</sub>の整数倍を変位制御により載荷する。各サイクルにおける繰り返し回数は1回の載荷とした。試験結果の一例として、D16で補強したCASE-2および補強していないCASE-1における荷重-変位関係を図-5に示す。正負交番載荷試験より、補強鉄筋径D16およびD22の後施工せん断補強効果が確認された。

試験結果から、ベストグラウトバーのせん断耐力向上の効果を既存のせん断耐力式<sup>2)</sup>において、通常のせん断補強鉄筋により受け持たれるせん断耐力に有効係数を乗じることで評価できることを確認した。ベストグラウトバーの有効係数 β<sub>aw</sub>は、式(1)で算出することができ、上限値を0.68(D16,D19の場合)、および0.71(D22の場合)とすることで、安全側に評価できることが確認された。

$$\beta_{aw} = 1 - (l_{y1} + l_{y2}) / \{2(d - d')\} \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ただし、β<sub>aw</sub> ≤ 0.68 (D16,D19)    β<sub>aw</sub> ≤ 0.71 (D22)

ここで l<sub>y1</sub> : 必要定着長 (ナット側), l<sub>y2</sub> : 必要定着長 (ナットなし側)  
 d - d' : せん断補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔

4. 施工の確実性

施工は、鉄筋探査と削孔を実施した後、定着用のモルタルの充填、ベストグラウトバーの挿入、表面仕上げの順で行う。モルタル充填時の型枠や硬化後の表面仕上げが不要で、モルタル充填から表面仕上げまでが一連で実施可能であり、施工の効率化が図れる。

モルタル充填は、先端に充填パッキンを取り付けた専用の注入ホースを使用することで、上向き施工でも垂れ落ちが無く、空気の混入を防止できる(写真-2)。モルタル充填後、上向きと横向きの施工では、ベストグラウトバーに挿入スライドパッキンを取り付けることで、先に充填したモルタルが鉄筋挿入時に垂れ落ちず、確実な充填が可能となる。モルタル硬化後に内部の充填状況を確認した結果、全体に充填され空隙が無いことを確認した(写真-3)。

5. まとめ

各種の実験により、六角ナット定着型せん断補強鉄筋ベストグラウトバーを用いた後施工せん断補強工法の補強効果および施工の確実性を確認した。今後は、鉄筋径D25以上の適用性を確認し、適用範囲の拡大を図りたい。

【参考文献】1) 後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋「ベストグラウトバー」、建設技術審査証明報告書 建技審証第1506号  
 2) 土木学会:コンクリート標準示方書2012年制定[設計編], p.180

表-1 ベストグラウトバーの必要定着長

| 鉄筋の種類 | SD390                  |                       | SD345                  |                       |
|-------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|       | 六角ナットあり<br>呼び名<br>埋込み側 | 六角ナットなし<br>呼び名<br>手前側 | 六角ナットあり<br>呼び名<br>埋込み側 | 六角ナットなし<br>呼び名<br>手前側 |
| D16   | 4D                     | 6D                    | 4D                     | 6D                    |
| D19   | 5D                     | 7D                    | 5D                     | 6D                    |
| D22   |                        |                       |                        |                       |

表-2 梁試験ケース

|        | 後施工せん断補強鉄筋 |       |             | 先施工せん断補強鉄筋 |       |             |
|--------|------------|-------|-------------|------------|-------|-------------|
|        | 呼び名        | 種類    | 設置間隔        | 呼び名        | 種類    | 設置間隔        |
| CASE-1 | -          | -     | -           | D13        | SD295 | 350mm<br>3列 |
| CASE-2 | D16        | SD390 | 175mm<br>2列 | D13        | SD295 | 350mm<br>3列 |
| CASE-3 | -          | -     | -           | D10        | SD345 | 265mm<br>3列 |
| CASE-4 | D22        | SD390 | 265mm<br>2列 | D10        | SD345 | 265mm<br>3列 |

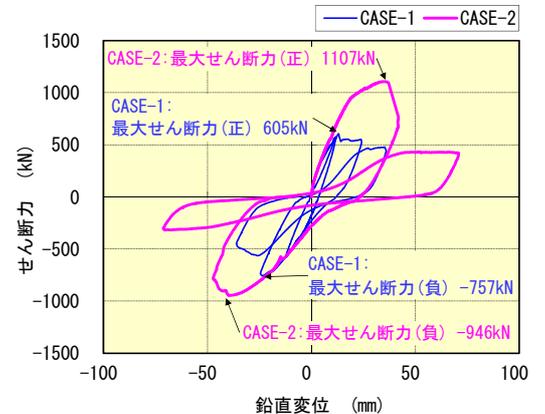


図-5 荷重-変位関係(補強鉄筋 D16)



専用注入ホースによる充填 充填直後の孔内状況(上向き)

写真-2 モルタルの充填



写真-3 モルタルの充填性確認