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

セラミックキャップバー（CCb）

後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋

建技審証第0811号

建設技術審査証明書

建技審証第 0811 号

技術名称 後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋
「セラミックキャップバー（CCb）」

（開発の趣旨）
両端に耐久性が高いセラミック定着体を設置したねじ節鉄筋を用いることにより、補強材で最もコンクリート表面に近くなる定着体の耐久性を確保しつつ、高い効率でせん断耐力、じん性の向上を図ることができる後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー（CCb）」を提供する。

（開発の目標）
後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー（CCb）」の開発目標を以下に示す。
(1) 定着性能
　規格降伏強度相当の定着力を確保するために必要な「セラミックキャップバー（CCb）」の先端型定着体の定着長が5D（D：鉄筋の直径）であること。後端型定着体については、定着体単体で規格降伏強度相当以上の定着力を確保できること。
(2) 配置後のせん断耐力
　「セラミックキャップバー（CCb）」によるせん断耐力の負担分を、通常の方法でせん断補強した部材のせん断補強鉄筋によるせん断耐力寄与分に、適用部材の主鉄筋の間隔および「セラミックキャップバー（CCb）」の各定着体を用いた場合の定着長から評価される有効率を乗じたものとして評価できること。
(3) 配置後のじん性
　「セラミックキャップバー（CCb）」で後施工補強した RC 部材において、先端型定着体が圧縮となる場合は、拘束効果を無視した鉄筋変位の計算値より大きな変形性能が確保されること。また、後端型定着体が圧縮となる場合は、通常の方法でせん断補強した RC 壁と同等以上の変形性能が確保されること。
(4) 施工の確実性
　背面に地盤などがあり、片側からしか施工できない RC 部材に対して、補強後の掘削孔内にエア抜き用ホースを残置せずにせん断補強できること。
　両側からの施工が可能な RC 部材に対し、片方のセラミック定着体をグラウト中で接合することで、両端に後端型定着体を設置する施工が確実に行えること。
(5) 施工の容易性
　狭あいな空間や複雑な部位において、大型機材を用いずに容易に施工でき、安定した品質を確保できること。
　挿入する「セラミックキャップバー（CCb）」の長さを確保できないような狭あいな空間での施工においても、カプラーによる機械式継手を用いて、安定した品質の作業を容易に施工できること。

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。

平成 21 年 2 月 3 日
平成 24 年 2 月 6 日　内容変更
平成 25 年 9 月 30 日　内容変更
平成 26 年 8 月 25 日　内容変更
平成 22 年 5 月 17 日　内容変更
平成 25 年 3 月 18 日　内容変更
平成 26 年 2 月 3 日　更新
平成 30 年 1 月 16 日　内容変更

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 田 賢一

記

1. 審査証明の結果
　上記の開発の趣旨、開発の目標に照らして審査した結果、「セラミックキャップバー（CCb）」は以下の性能を有することが確認された。
(1) 定着性能
　引抜き試験によれば、規格降伏強度相当の定着力を確保するために必要な「セラミックキャップバー（CCb）」の先端型定着体の定着長が5D（D：鉄筋の直径）であること、並びに、後端型定着体については、定着体単体で規格降伏強度相当以上の定着力を確保できることが確認された。
(2) 配置後のせん断耐力
　せん断破壊モードの梁試験体の正負交番繰返し静的加力試験によれば、「セラミックキャップバー（CCb）」によるせん断耐力の負担分は、通常の方法でせん断補強した部材のせん断補強鉄筋によるせん断耐力寄与分に、適用部材の主鉄筋の間隔、および「セラミックキャップバー（CCb）」の各定着体を用いた場合の定着長から評価される有効率を乗じたものとして評価できることが確認された。
(3) 配置後のじん性
　曲げ破壊モードの RC 壁柱試験体の正負交番繰返し静的加力試験によれば、「セラミックキャップバー（CCb）」で後施工補強した RC 部材において、先端型定着体が圧縮となる場合は、拘束効果を無視した鉄筋変位の計算値より大きな変形性能が確保されること、また、後端型定着体が圧縮となる場合は、通常の方法でせん断補強した RC 壁と同等以上の変形性能が確保されることが確認された。
(4) 施工の確実性
　施工試験等によれば、背面に地盤などがあり、片側からしか施工できない RC 部材に対して、補強後の掘削孔内にエア抜き用ホースを残置せずにせん断補強できることが確認された。
　両側からの施工が可能な RC 部材に対し、片方のセラミック定着体をグラウト中で接合することで、両端に後端型定着体を設置する施工が確実に行えることが確認された。
(5) 施工の容易性
　典型的な補強工事のケーススタディの照査によれば、狭あいな空間や複雑な部位において、大型機材を用いずに容易に施工でき、安定した品質を確保できることが確認された。
　挿入する「セラミックキャップバー（CCb）」の長さを確保できないような狭あいな空間での施工においても、カプラーによる機械式継手を用いて、安定した品質の作業を容易に施工でき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)「セラミックキャップバー（CCb）」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)「セラミックキャップバー（CCb）」は、適正な補強設計によって計画されるものとする。
(4)「セラミックキャップバー（CCb）」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)「セラミックキャップバー（CCb）」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) 本審査証明は、主に地震時の応答変位量が限定される地中構造物であって、施工が片側からしか実施できない環状の既設鉄筋コンクリート構造物に対し、鉄筋の組込筋に先端型定着体を、差込筋に後端型定着体を設置した標準型、または、鉄筋の両端に先端型定着体を設置した両端先端型の「セラミックキャップバー（CCb）」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー（CCb）」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。
(2) 使用するグラウトは、高流動グラウトまたは可塑性グラウト（後添加タイプまたはプレミックスタイプ）とする。
(3) 使用する鉄筋は、JIS G 3112 に適合するネジナマコン（東京鉄鋼製ねじ節鉄筋）とし、鉄筋の種類は SD295A、SD295B、SD345、呼び名は D13 ～ D32 とする。
(4) 適用可能な構造物の部材厚は、直向き施工で 7m 以下、下向き施工で 5m 以下、上向き施工で 4m 以下とする。
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　平成 31 年 2 月 2 日
6. 審査証明の依頼者
　鹿島建設株式会社　所在地：東京都港区元赤坂 1-3-1
　カジマ・リノベイト株式会社　所在地：東京都新宿区住吉町 1-20

平成30年1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）

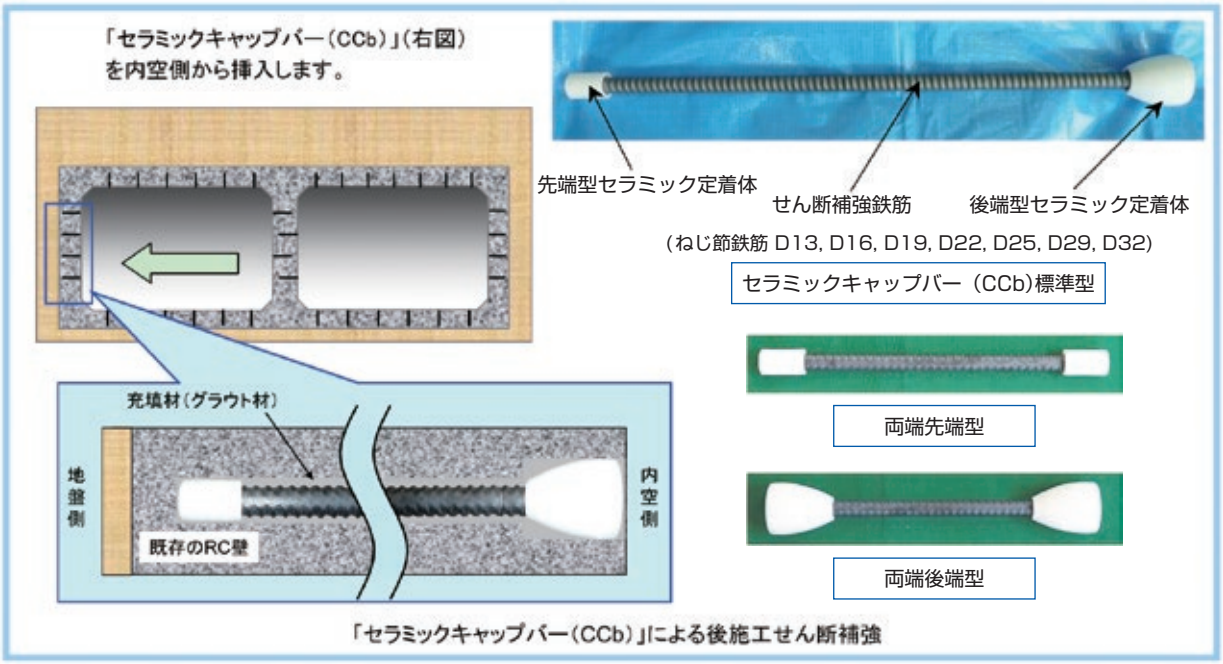
技術の概要

古い耐震規準に従って設計されたコンクリート構造物の中には、現行の耐震規準で考慮すべきレベル２地震動に相当する地震力を受けた場合、部材のせん断耐力・じん性が不足することが指摘されています。しかし、開水路やボックスカルバートなどの壁状の地下構造物では、内空側からしか補強工事を施工できず、また、構造物が塩害環境下などの劣悪な環境にある場合には、補強後の耐久性についても確保する必要があるため、有効な補強方法が少なく、これまで耐震補強工事は進んでいませんでした。

そこで、ファインセラミック製の定着体をせん断補強鉄筋に取り付けた後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋「セラミックキャップバー（CCb）」を開発しました。「セラミックキャップバー（CCb）」は、耐食性に優れるセラミック定着体をコンクリート表面付近に配置できることから、定着部の耐久性を確保すると共に、優れたせん断補強効率を実現することができます。

「セラミックキャップバー（CCb）」は、地盤側に先端型定着体を、内空側に後端型定着体を取り付けたものを標準としますが、密な配筋の梁などで、後端型定着体の挿入が困難な場合には、両端とも先端型定着体とすることができます。

また、水門の門柱などで、両側からの施工が可能な場合には、両端とも後端型定着体とすることができます。



「セラミックキャップバー（CCb）」による後施工せん断補強

せん断耐力の設計法

「セラミックキャップバー（CCb）」（標準型）で補強されたRC部材の単位幅当たりのせん断耐力V_{pyd}が、以下の式で算出できることを部材実験により確認しています。両端先端型、両端後端型についても、それぞれβ_{aw}の算出式を定めています。

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

$$V_{CCbd}=\beta_{aw}\cdot V_{awd}$$

$$\beta_{aw}=1-l_y/(2\cdot S_{rb})$$

ここに，

V_{cd}　：せん断補強鉄筋を用いないRC部材の単位幅当たりのせん断耐力

V_{sd}　：既存のせん断補強鉄筋で負担されるRC部材の単位幅当たりのせん断耐力

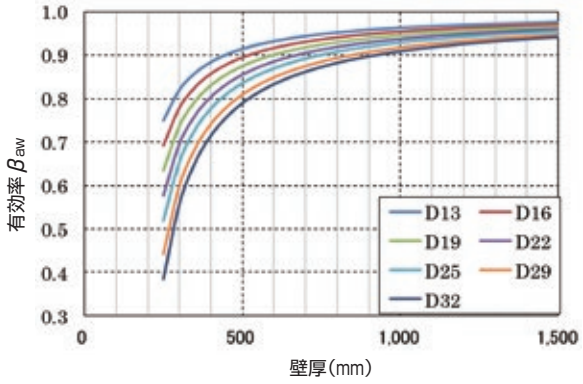
V_{CCbd}：「セラミックキャップバー（CCb）」で負担されるRC部材の単位幅当たりのせん断耐力

V_{awd}　：「セラミックキャップバー（CCb）」を通常のスターラップとみなして求められる壁部材の単位幅当たりのせん断耐力

β_{aw}　：「セラミックキャップバー（CCb）」のせん断耐力向上への有効性を示す係数

l_y　：「セラミックキャップバー（CCb）」の先端側の定着長（5D（D：鉄筋の直径）としてよい）

S_{rb}　：補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔



補強対象の壁厚と有効率β_{aw}の関係（標準型）

なお、V_{cd}，V_{sd}，V_{awd}は、（公社）土木学会による[2012年制定] コンクリート標準示方書［設計編］に基づいて算出します。

また、背面側の鉄筋に干渉するなどの事由によりセラミックキャップバー（CCb）の先端位置を主鉄筋の図心位置より手前に設置する場合には、別途定められた方法で補強効果を照査します。

施工方法

（1）横向き施工：レッグハンマー等で既存RC構造物を内空側から削孔します。その後の「セラミックキャップバー（CCb）」の設置については、壁面の状況等を考慮して２通りの方法から適切な方法を選定します。高流動グラウト材の場合には、孔口にグラウト貯留槽を設置し、その内部と孔内にグラウト材を注入、充填します。そして、グラウト材で満たされた孔内へ「セラミックキャップバー（CCb）」を挿入し、孔口を養生用の蓋で閉めます。可塑性グラウト材の場合は、グラウトホースにより孔内先端部から孔口までグラウト材を注入した後「セラミックキャップバー（CCb）」を挿入します。どちらの方法でもグラウト材の充填が確実に実施できることが、施工試験により確認されています。

高流動グラウトによる施工

可塑性グラウトよる施工

グラウト材による充てん状況

（2）上向き施工：孔内へグラウト材注入後に、「セラミックキャップバー（CCb）」を挿入する方法と、「セラミックキャップバー（CCb）」挿入後にグラウトを注入する施工方法があり、現場条件に合わせて施工することができます。

（3）狭あい部での施工：「セラミックキャップバー（CCb）」の長さを確保できないような狭あいな空間での施工においては、カプラーによる機械式継手を用いて鉄筋長を延長することで施工ができます。

技術の特徴

（1）高いせん断補強効率

定着体がファインセラミック製であるため、コンクリート表面付近にせん断補強鉄筋の定着部を配置でき、高いせん断補強効果が期待できます。

（2）高い耐久性

コンクリート表面に最も近い補強材の定着部に、耐食性に優れたファインセラミック製の定着体を用いることで、高い耐久性を実現します。

（3）高い施工性と品質

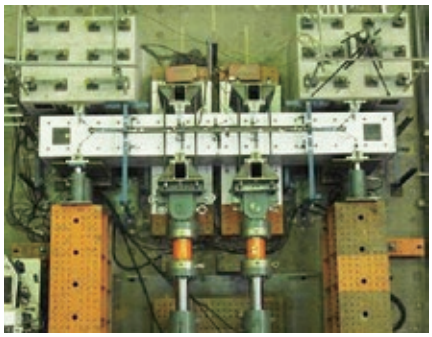
グラウト貯留槽を用いる等独自の施工方法により、セラミックキャップバーと孔壁間に無収縮グラウト材を迅速かつ確実に充填することができます。

審査証明の結果

力学的性能

（1）「セラミックキャップバー（CCb）」の定着性能

「セラミックキャップバー（CCb）」の規格降伏強度相当の定着力を確保するために必要な先端型定着体の定着長が5D（D：鉄筋の直径）であること、後端型定着体については、定着体単体で規格降伏強度相当以上の定着力を確保できることが確認されました。

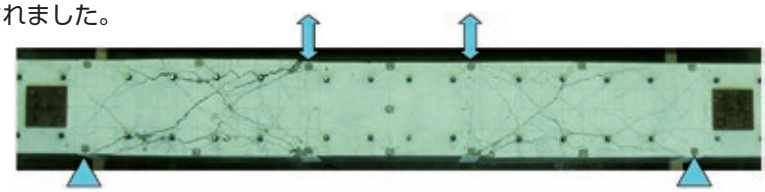

せん断破壊する梁の交番載荷実験

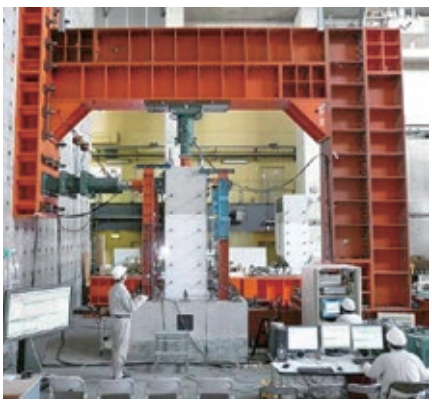
（2）「セラミックキャップバー（CCb）」配置後のせん断耐力

「セラミックキャップバー（CCb）」によるせん断耐力の負担分は、通常の方法でせん断補強した部材のせん断補強鉄筋によるせん断耐力寄与分に、適用部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔、および各定着体を用いた場合の定着長から評価される有効率を乗じたものとして評価できることが確認されました。

（3）「セラミックキャップバー（CCb）」配置後のじん性

先端型定着体が圧縮となる場合は、拘束効果を無視した終局変位の計算値より大きな変形性能が確保されること、後端型定着体が圧縮となる場合は、通常の方法でせん断補強したRC壁と同等以上の変形性能が確保されることが確認されました。


「セラミックキャップバー（CCb）」で補強した梁のせん断破壊


曲げ破壊するRC壁の交番載荷実験

施工性

（1）施工の確実性

背面に地盤などがあり，片側からしか施工できないRC部材に対して、補強後の掘削孔内にエア抜きホースを残置せずにせん断補強できることが確認されました。

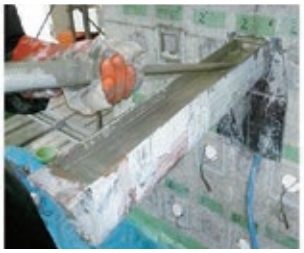
両側からの施工が可能なRC部材に対し、片方のセラミック定着体をグラウト中で接合することで、両端に後端型定着体を設置する施工が確実に行えることが確認されました。

（2）施工の容易性とじん速性

狭あいな空間や複雑な部位において、大型機材を用いずに容易に施工でき、安定した品質を確保できることが確認されました。

挿入する「セラミックキャップバー（CCb）」の長さを確保できないような狭あいな空間での施工においても、カプラーによる機械式継手を用いて、安定した品質の作業を容易に施工できることが確認されました。

レッグハンマーによる削孔



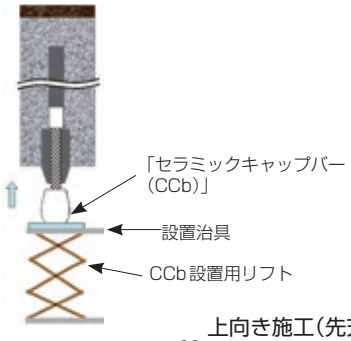
孔内へのグラウト材の充填

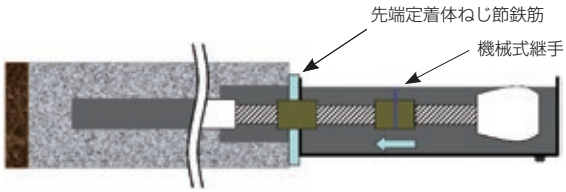
「セラミックキャップバー（CCb）」の挿入

養生用蓋の設置

余剰のグラウトの回収

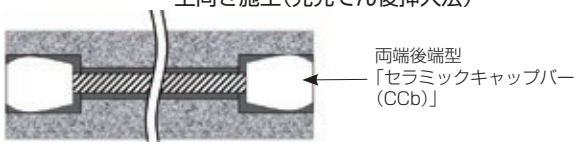
グラウト材の充填状況





機械式継手を使用した施工

上向き施工（先充てん後挿入法）



巻き立て補強ができないRC構造物（水門など）

技術の適用範囲

（1）本審査証明は、主に地震時の応答変位量が限定される地中構造物であって、施工が片側からしか実施できない壁状の既設鉄筋コンクリート構造物に対し、鉄筋の埋込側に先端型定着体を、差込側に後端型定着体を設置した標準型、または、鉄筋の両端に先端型定着体を設置した両端先端型の「セラミックキャップバー（CCb）」により、後施工によるせん断補強の目的で用いる。ただし、両側からの施工が可能な既設の構造物に対しては、変形性能の向上を目的としないことを前提として、鉄筋の両端に後端型定着体を設置した両端後端型の「セラミックキャップバー（CCb）」を後施工によるせん断補強の目的で用いることができる。

（2）使用するグラウトは、高流動グラウトまたは可塑性グラウト（後添加タイプまたはプレミックスタイプ）とする。

（3）使用する鉄筋は、JIS G 3112に適合するネジテツコン（東京鉄鋼製ねじ節鉄筋）とし、鉄筋の種類はSD295A、SD295B、SD345、呼び名はD13～D32とする。

（4）適用可能な構造物の部材厚は、横向き施工で7m以下、下向き施工で5m以下、上向き施工で4m以下とする。

審査証明有効期間

平成26年2月3日～平成31年2月2日
（内容変更：平成30年1月16日）

技術保有会社／お問い合わせ先

鹿島建設株式会社　土木管理本部　土木技術部	〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11	TEL 03-5544-0499
鹿島建設株式会社　技術研究所	〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1	TEL 042-485-1111（代）
カジマ・リノベイト株式会社　技術部	〒162-0065 東京都新宿区住吉町 1-20	TEL 03-5379-8771

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