

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) 耐震に耐久性能が高いセラミック定着体を設置したねじ筋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。

(開発の目的) 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 後端型定着体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SD(D:鉄筋の直径)であること、後端型定着体については、定着体単体で規格定着体相当以上の定着力を確保すること。
(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、通常の状態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と同等に、適用部材の主筋との関係および「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すること。
(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。また、後端型定着体が圧縮となる場合は、通常の状態でせん断補強したRC壁と同等以上の変形性能が確保されること。
(4) 施工の実現性 背面に地盤などがあっても、片側からしか施工できないRC部材に対して、補強後の縦筋孔内にエア吹き用ホースを残留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できること。
(5) 施工の容易性 狭い空間や複雑な部位において、大型機械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い空間での施工においても、カバーによる機械式挿入を用いて、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。

2009年2月3日		2013年9月30日	内容変更	2019年2月3日	更新
2010年5月17日	内容変更	2014年2月3日	更新	2024年2月3日	更新
2012年2月6日	内容変更	2014年8月25日	内容変更		
2013年3月18日	内容変更	2018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 伊藤 正 秀

1. 審査証明の結果
上記の開発の趣旨、開発の目的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、規格定着体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SD(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、定着体単体で規格定着体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 せん断耐力一方向の引抜き試験によれば、「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、通常の状態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と同等に、適用部材の主筋との関係、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 引抜き試験によるせん断耐力試験によれば、「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。また、後端型定着体が圧縮となる場合は、通常の状態でせん断補強したRC壁と同等以上の変形性能が確保されることと確認された。
 - (4) 施工の実現性 引抜き試験によれば、背面に地盤などがあっても、片側からしか施工できないRC部材に対して、補強後の縦筋孔内にエア吹き用ホースを残留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でき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調査によれば、狭い空間や複雑な部位において、大型機械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い空間での施工においても、カバーによる機械式挿入を用いて、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、適正な材料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、主に地盤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現状の既設鉄筋コンクリート構造物に対し、鉄筋の両端に先端型定着体を、差込型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、これを前提として、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(後述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に適合するネジ状鋼(東京鉄鋼製ねじ筋鉄筋)とし、鉄筋の径はSD26、SD34、SD45、呼び名はD13~D32とする。
(4) 使用可能な構造物の部材厚は、縦筋施工で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 2023年2月2日
5. 審査証明の有効期限 2029年2月2日
6. 審査証明の依頼者 鹿島建設株式会社 カジマ・リノバイト株式会社
所在地: 東京都港区元赤坂 1-3-1 所在地: 東京都新宿区住吉町 1-20

2024年2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

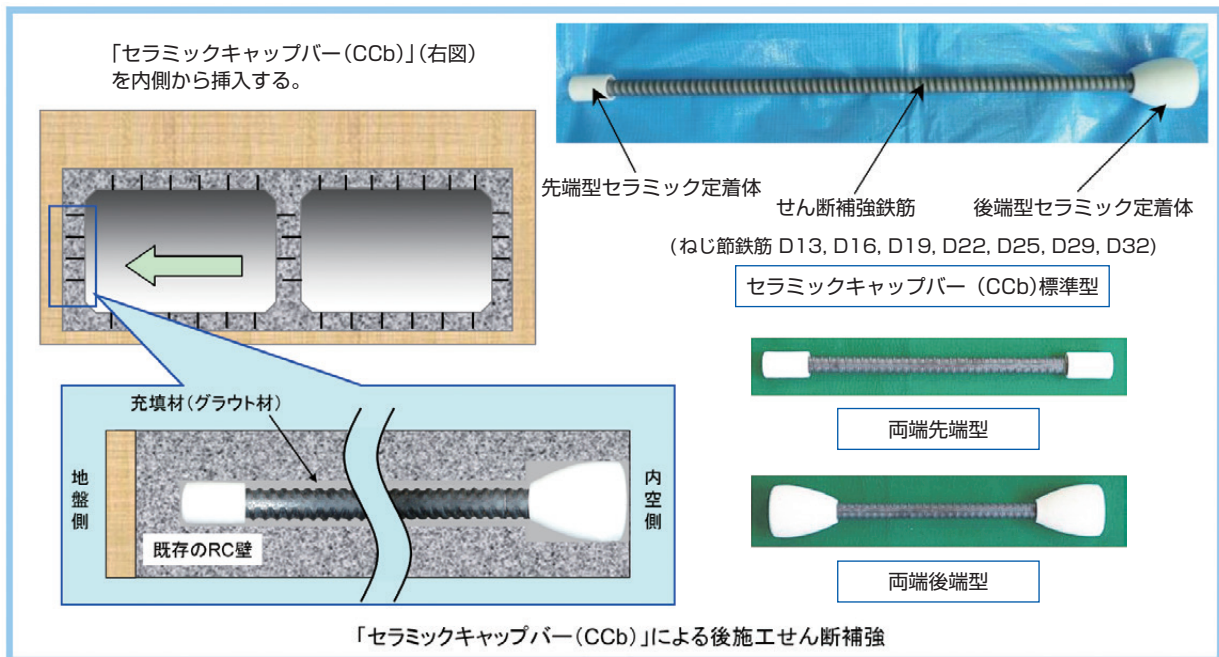
古い耐震規準に従って設計されたコンクリート構造物の中には、現行の耐震規準で考慮すべきレベル2地震動に相当する地震力を受けた場合、部材のせん断耐力・じん性が不足することが指摘されている。しかし、開水路やボックスカルバートなどの壁状の地下構造物では、内空側からしか補強工事を施工できず、また、構造物が塩害環境下などの劣悪な環境にある場合には、補強後の耐久性についても確保する必要があるため、有効な補強方法が少なく、これまで耐震補強工事は進んでいなかった。

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る。

「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するが、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る。

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る。



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る。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る。

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

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

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

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

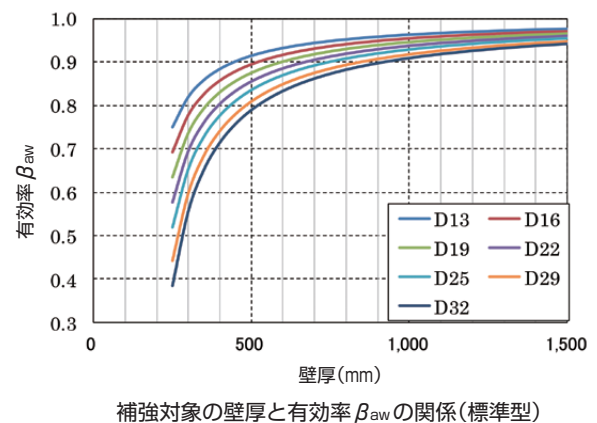
V_{awd} : 「セラミックキャップバー (CCb)」を通常のスターラップとみなして求められる壁部材の単位幅当たりのせん断耐力

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

なお、 V_{cd} 、 V_{sd} 、 V_{awd} は、(公社) 土木学会による [2022 年制定] コンクリート標準示方書 [設計編] に基づいて算出する。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する。



補強対象の壁厚と有効率 β_{aw} の関係 (標準型)

セラミックキャップバー (CCb)

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する。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する。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、充填する。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る。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)」を挿入する。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る。
- (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る。
- (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、カブ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る。



高流動グラウトによる施工 可塑性グラウトによる施工



グラウト材による充てん状況

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る。

(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、高い耐久性を実現する。

(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る。

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

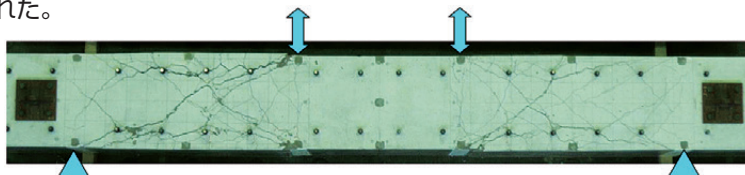
「セラミックキャップバー (CCb)」の規格降伏強度相当の定着力を確保するために必要な先端型定着体の定着長が5D (D: 鉄筋の直径)であること、後端型定着体については、定着体単体で規格降伏強度相当以上の定着力を確保できることが確認された。

(2) 「セラミックキャップバー (CCb)」配置後のせん断耐力

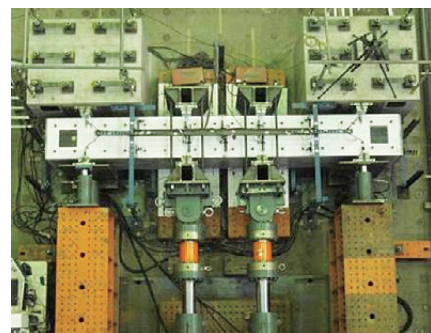
「セラミックキャップバー (CCb)」によるせん断耐力の負担分は、通常の方法でせん断補強した部材のせん断補強鉄筋によるせん断耐力寄与分に、適用部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔、および各定着体を用いた場合の定着長から評価される有効率を乗じたものとして評価できることが確認された。

(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



せん断破壊する梁の交番载荷実験



曲げ破壊するRC壁の交番载荷実験

セラミックキャップバー (CCb)

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できることが確認された。

(2) 施工の容易性とじん速性

狭い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い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。



レッグハンマーによる削孔



コアドリルによる削孔



CCbの挿入(高流動グラウト)



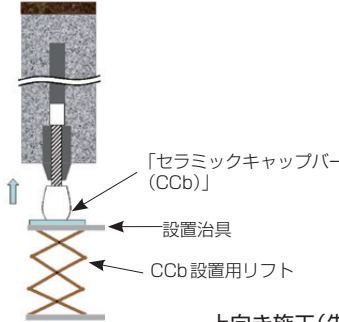
CCbの挿入(可塑性グラウト)



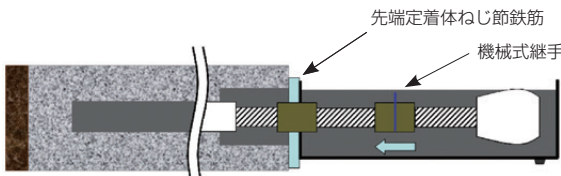
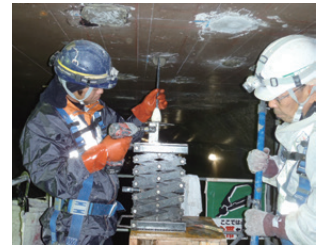
狭あい部での削孔



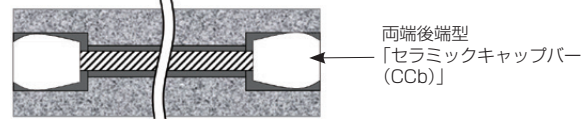
グラウト材の充填状況



上向き施工(先充てん後挿入法)



機械式継手を使用した施工



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

2024年2月3日～2029年2月2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 〒170-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 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 技術本部 〒162-0065 東京都新宿区住吉町 1-20 TEL 03-5379-8771(代)