

機械式鉄筋定着工法

施工性の向上と優れた耐震性能を同時に実現

Head-bar

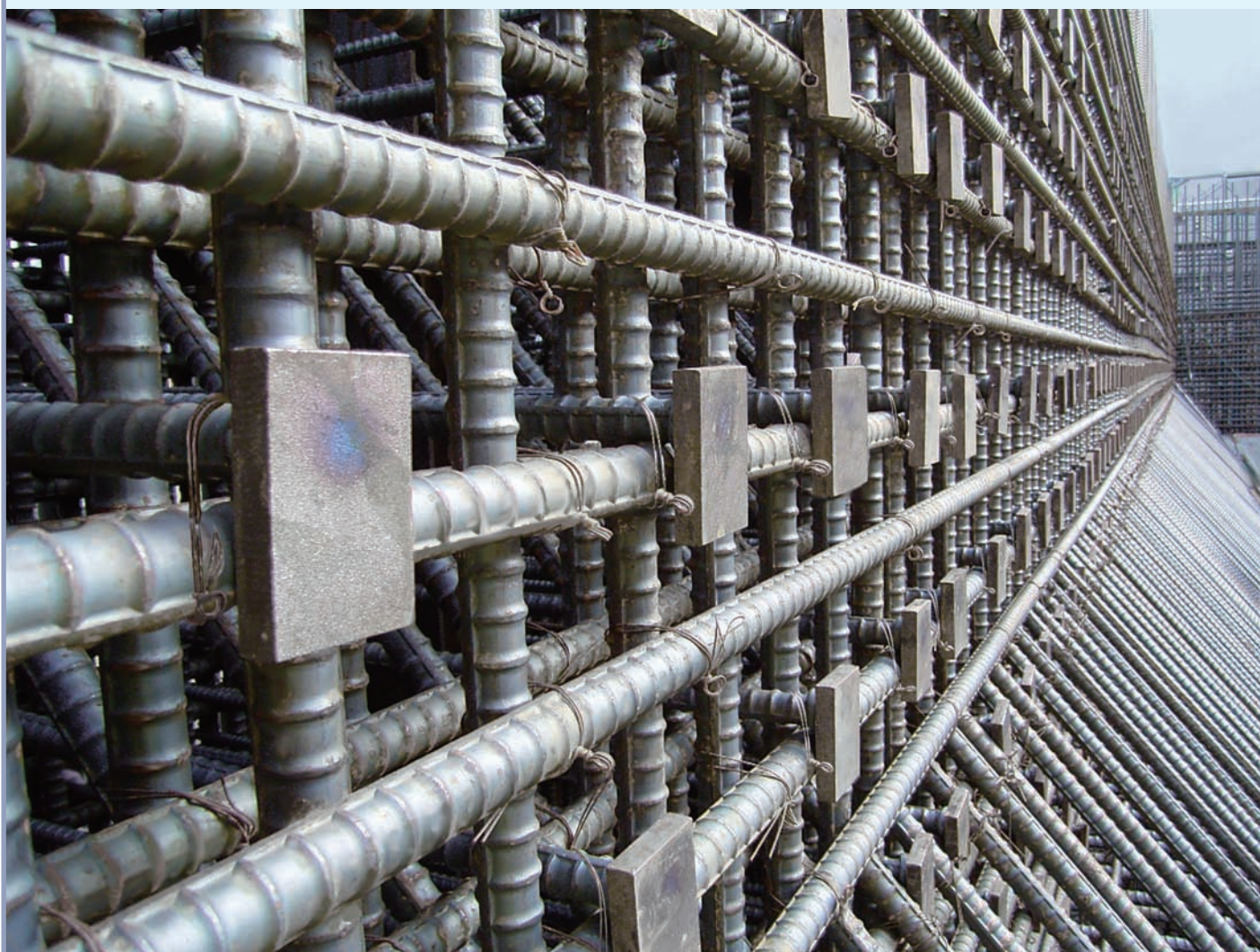
建設技術審査証明（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）

建技審証 第0408号（一財）土木研究センター

有効期限：2024年9月29日

構造評定 UHEC評定一構2019005 2020年3月（改定2）

性能評価・評定実施機関（株）都市居住評価センター



VSL JAPAN 株式会社

Head-bar とは

複雑な鉄筋の組立作業を確実に、簡単に、早く を可能にしました。

Head-barとは矩形または円形のプレートで鉄筋端部に摩擦接合したせん断補強鉄筋です。

1995年 阪神・淡路大震災

直角フック(土木分野)
耐震性能に問題

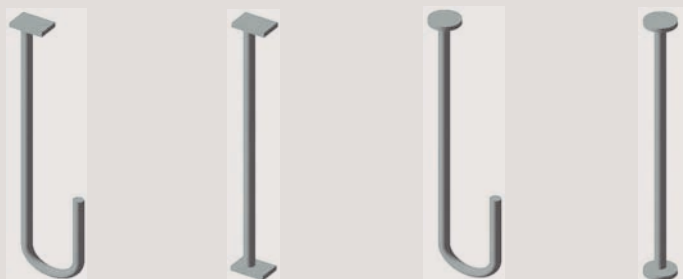
両端半円形フック
施工が困難

ラップタイプ・機械式継手
コスト高

そこで開発されたのが
Head-bar

基本形状

片端矩形プレート型 両端矩形プレート型 (I-Head-bar) 片端円形プレート型 (O-Head-bar) 両端円形プレート型 (両端O-Head-bar)



I-Head-bar (アイヘッドバー)

■ 特徴
プレート間の角度設定が可能

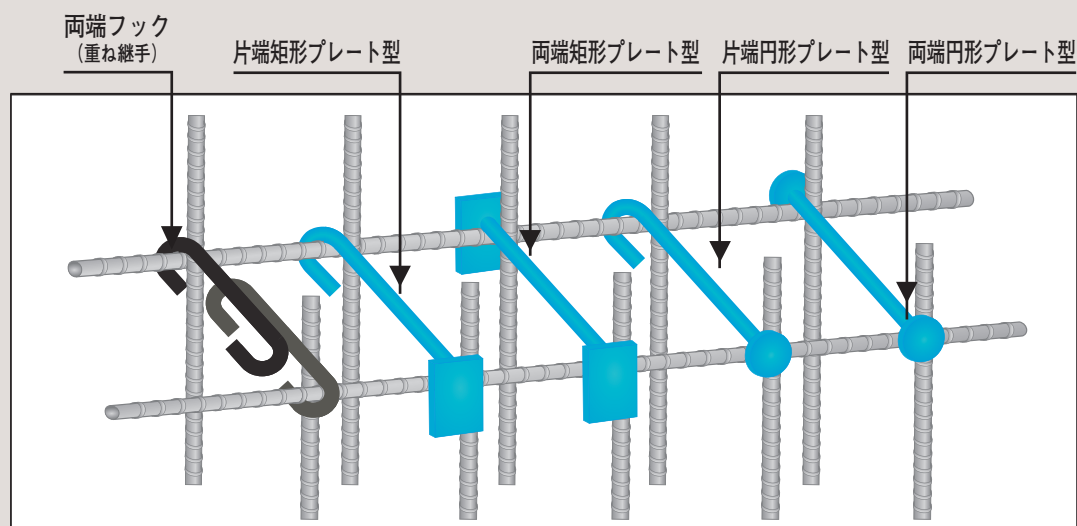
■ 製品概要
D13～D19 95mm ≤ L < 12,000mm
D22～D51 220mm ≤ L < 12,000mm
※ プレート間内々寸法



Head-bar 開発の背景

阪神淡路大震災の教訓から構造物の耐震性能を高めるために、土木分野では従来の直角フックに代わって両端に鋭角または半円形フックを持つせん断補強鉄筋を使用することが標準となりました。ところが、このようなせん断補強鉄筋を配筋するには、主筋と配力筋、さらにせん断補強鉄筋を複雑な順序で組立てる必要があり、施工能率が低下するばかりか、機械式継手を必要とする場合もあり、コストアップが重大な問題となります。

そこで、定着をプレートを用い確実に行い、施工性と耐震性能の向上を同時に実現した工法が、プレート定着型せん断補強鉄筋 [Head-bar] です。



特 長

- ・プレート定着型せん断補強鉄筋は、半円形フックと同等以上の定着性能があります（付着定着から支圧定着へ）。
- ・施工性は、両端半円形フックでは施工困難な場所に、迅速な施工が可能になり、配筋作業が単純化かつ省力化されます。
- ・定着されたプレートがしっかり主鉄筋を拘束する為、主鉄筋の座屈を抑止する効果及び、部材のじん性が破壊までの挙動を含めて、半円形フック鉄筋と同等です。また、コアコンクリートの拘束効果も向上します。

（横拘束鉄筋として使用可能）

※円形プレート型はせん断補強効果のみに適用

用 途

鉄筋コンクリートの床、壁、頂版等の高密な配筋箇所における、せん断補強鉄筋、中間帯鉄筋、橋脚主筋の端部定着に適しています。

・土木構造物

地下駅舎、地下駐車場、地下タンク、調整池、浄水槽開削ボックスカルバート（道路、鉄道）、立坑側壁
トンネル二次覆工、橋台、橋脚、深礎杭、フーチングアーチリブ、構造物の隅角部やハンチ部等

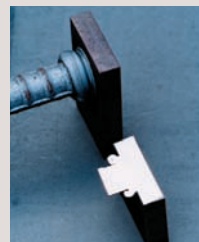
・建築構造物

基礎版、地下壁、擁壁等

Head-bar の製作

摩擦圧接による製作（金属結合）

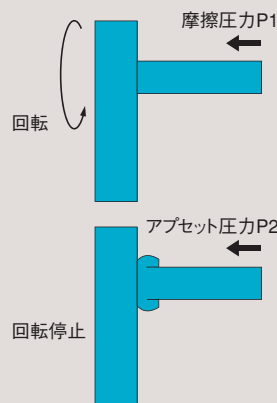
Head-barは、摩擦圧接工法（JIS Z3607）によりプレートと鉄筋を接合しているため、完全に一体化されています。



プレートをセットし、高速回転させる

摩擦接合の原理

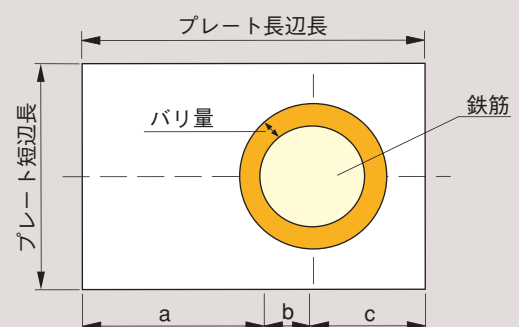
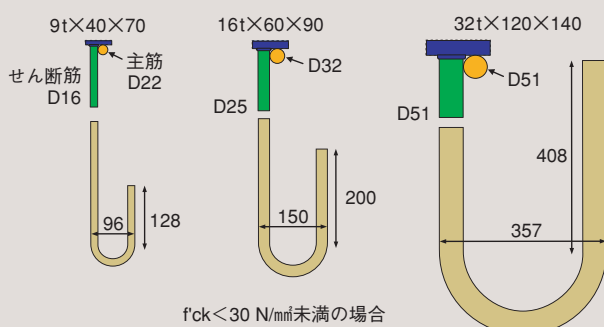
- ①プレートを回転すると同時に、鉄筋を摩擦圧力P1で押しつける。
- ②摩擦熱が発生し、高温層が形成される。
- ③高温で流動化した初期接触層が、遠心力でバリとなり周囲に排出される。
- ④高温の素材で新たな清浄界面同士の接触が行われる。
- ⑤回転を急停止させ、アプセット圧力P2を付加して数秒間保持する。



摩擦圧接により完全に一体化される

Head-bar の形状、寸法

定着は、同径の半円形フックとした場合と比較して、非常にコンパクトです。（下図は道路橋仕様の曲げフック寸法）



a : (掛けられる鉄筋の径十両節高さ) × 3/4 + バリ量 10mm

b : (鉄筋径十両節高さ) / 2

c : プレート短辺長 / 2

プレート寸法と鉄筋径の関係

■矩形プレートの寸法（SD345、SD295 適用）

標準プレート

せん断補強鉄筋呼び径			D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51
(標準プレート適用範囲)			D13 ～ D38	D13 ～ D38	D13 ～ D41	D13 ～ D38	D13 ～ D41	D13 ～ D38	D13 ～ D32	—	—	—	—
プレート寸法	標準プレート寸法	厚さ	9	9	12	16	16	19	19	22	25	25	32
		短辺	40	40	45	50	60	65	70	80	85	95	120
		長辺	70	70	80	80	90	90	90	—	—	—	—
	プレート寸法		長辺	70-80	70-85	80-85	80-90	90-100	90-105	90-105	80-115	85-120	90-125
掛けられる鉄筋の呼び径	D13		70	70	80	80	90	90	90	80	85	90	110
	D16									85	90	95	115
	D19									90	95	100	120
	D22									95	100	105	125
	D25									100	105	110	130
	D29									105	110	115	135
	D32									110	115	120	140
	D35									115	120	125	145
	D38								120	125	130	150	
	D41								125	130	135	160	
D51		80	85	85	90	100	105	105	115	120	125	145	

* プレート長辺長をせん断補強鉄筋と掛けられる鉄筋の呼び径から決定

* 鉄筋材質が SD345、SD295 以外、プレート材質が SM490 以外、コンクリート強度が 30N/mm² 以上の場合、審査証明の詳細に従う。

■せん断補強効果のみを期待して配置する場合の円形プレートの寸法

呼び名		D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51	プレート材質
厚さ (mm)	SD345	9	9	12	16	16	19	19	22	25	25	32	S35C、S45C
	SD390	12	12	16	19	19	22	22	25	32	32	38	S35C、S45C
最小径 (mm)		32	40	50	55	60	75	80	90	95	105	130	

* 呼び名のランク差は鉄筋直径の大きさの差異であり、例えば Head-bar が D16 の場合、掛けられる鉄筋は D16-D25 以内。

■横拘束効果を期待して重ね継手部に適用する場合の「Head-bar」のプレート寸法（SD345、SD295 適用）（単位：mm）

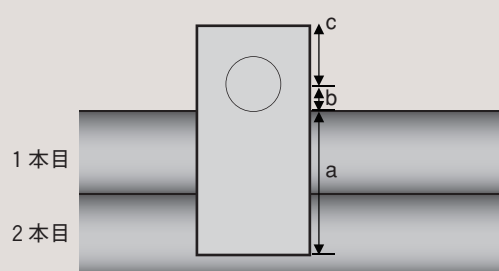
呼び名			D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51	
(標準プレート適用範囲)			D13 〜 D16	D13 〜 D16	D13 〜 D19	D13 〜 D16	D13 〜 D16	D13 〜 D16	D13	—	—	—	—	
プレート寸法	標準プレート寸法	厚さ	9	9	12	16	16	19	19	22	25	25	32	
		短辺	40	40	45	50	60	65	70	80	85	95	120	
		長辺	70	70	80	80	90	90	90	—	—	—	—	
	プレート寸法		長辺	70-105	70-110	80-115	80-120	90-125	90-130	90-135	95-140	100-145	105-150	125-170
掛けられる側の部位	D13 ラップ部		長辺	70	70	80	80	90	90	90	95	100	105	125
	D16 ラップ部									95	100	105	115	130
	D19 ラップ部			75	80	90	85	95	100	100	110	115	120	140
	D22 ラップ部			80	85		90	90	100	105	110	115	120	125
	D25 ラップ部			90	90	95	100	105	110	115	120	125	130	150
	D29 ラップ部			95	95	100	105	110	115	120	125	130	140	155
	D32 ラップ部			100	105	110	110	120	125	130	135	140	145	165
	D35 ラップ部			105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	170

* 重ね継手部には片方の鉄筋径に加え他方の鉄筋径の 4 分の 3 以上にプレートがかかるように長辺を設定。

* 鉄筋材質が SD295、SD345 以外の場合、審査証明の詳細に従う。

* D38 ~ D51 ラップ部及びカブラー部のプレート長辺長はプレート算出式による。

重ね継手部用プレート長辺長の算出式



- a : (1 本目の掛けられる鉄筋の直径十両節高さ) +
(2 本目の掛けられる鉄筋の直径十両節高さ) × 3 / 4 + バリ量 10mm
- b : (鉄筋直径十両節高さ) / 2
- c : プレート短辺長 / 2

$$\text{プレート長辺長} = a + b + c$$

適用範囲

■「Head-bar」の適用範囲（せん断補強鉄筋または中間帯鉄筋）

呼び名	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51	プレート材質
鉄筋の種類	SD295		○	○	○	○	○	○	○	○	○	SM490、S35C、S45C
	SD345	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	SM490、S35C、S45C
	SD390	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	SM490、S45C
	SD490		○	○	○	○	○	○	○	○	○	SM490、S45C

○：適用可、疲労部材への適用 SD345 D13～D19

■「Head-bar」の適用範囲（軸方向鉄筋）

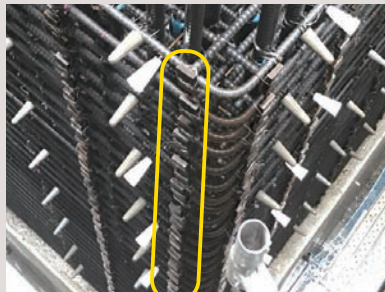
呼び名	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D35	D38	D41	D51	プレート材質
鉄筋の種類	SD295		○	○	○	○	○					S35C、S45C
	SD345	○	○	○	○	○	○					S35C、S45C
	SD390	○	○	○	○	○	○					S45C
	SD490					○	○					S45C

○：適用可

配筋状況写真



中空橋脚（重ね継手部）



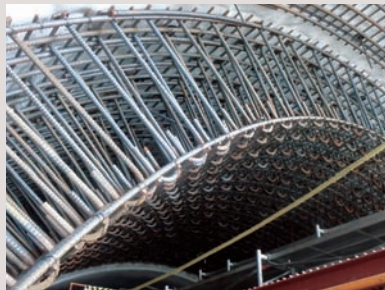
橋脚（塑性ヒンジ部）



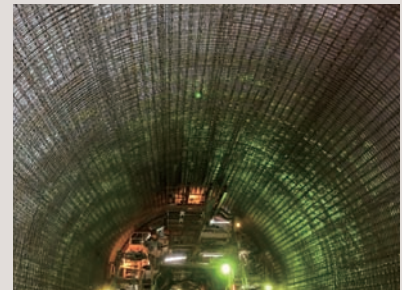
ボックスカルバート（隅角部）



トンネル（アーチ部）



トンネル（アーチ部）

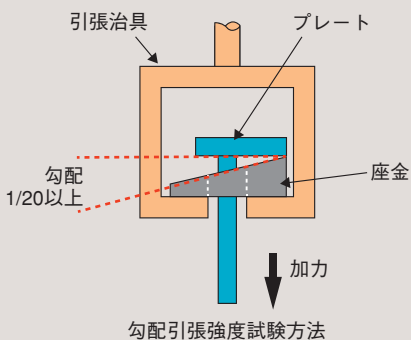


鉄道トンネル

性能確認実験

■ 摩擦圧接部の機械的性質

プレートと鉄筋の接合部の機械的性質は、鉄筋の規格引張強度以上というHead-barの仕様に対して十分な強度を有していることが確認されました。



引張試験（母材破断確認）



標準引張試験（勾配0%）



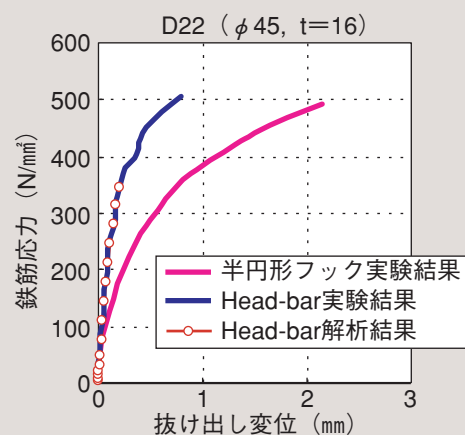
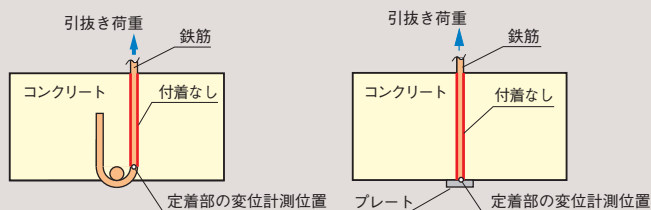
勾配引張試験（勾配5%）

■ プレートの定着性能

■ 引き抜き試験

Head-barに引張荷重が作用した場合に、十分な定着性能を有することが確認されました。

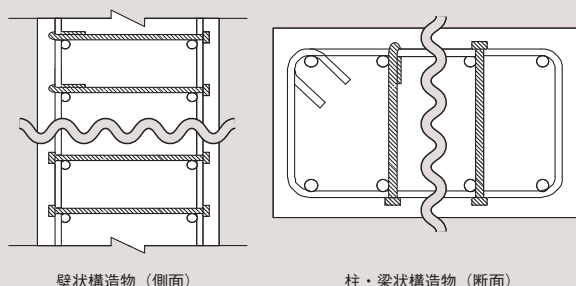
半円形フック定着は付着による定着ですが、Head-barは支圧力による定着です。



技術の適用範囲

■ せん断補強鉄筋または中間帯鉄筋

コンクリート構造物のはり、柱のような棒部材、壁、スラブのような面部材に用いるせん断補強鉄筋や中間帯鉄筋に使用する。



壁状構造物 (側面)

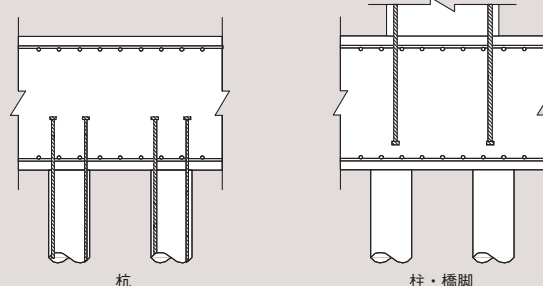
柱・梁状構造物 (断面)

せん断補強鉄筋や中間帯鉄筋の適用例

■ 軸方向鉄筋

杭・柱および橋脚等の軸方向のフーチング等のようにマッシブなコンクリートへの定着に用いる。

※軸方向鉄筋として用いる場合は円形プレートになります。



杭

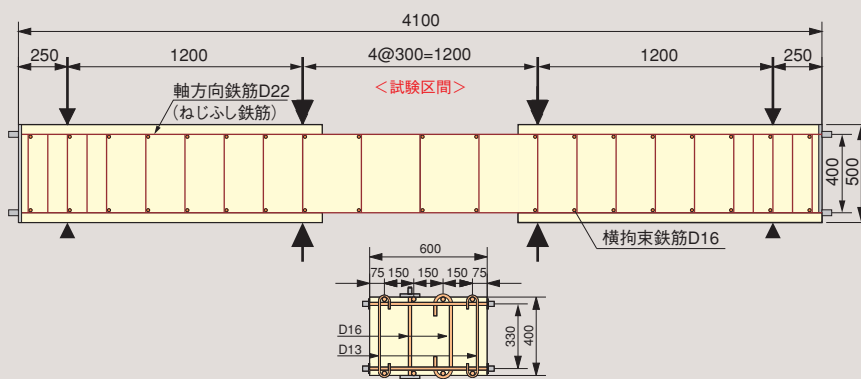
柱・橋脚

軸方向鉄筋への適用例

■ 主鉄筋の座屈抑止性能

【梁部材の曲げ実験】

プレートでしっかり主鉄筋を拘束する為座屈抑止効果にすぐれています。



一 載荷方向
二 載荷方向



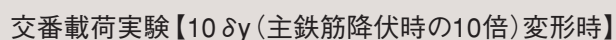
半円形フック (11δyで座屈)



Head-bar (12δyで座屈)

比較実験により、破壊までの挙動を含めて、半円形フック鉄筋と比較して同等であることが確認されています。

Figure 1 shows the reinforcement details of the test specimens. The figure consists of two side-view diagrams of reinforced concrete columns. The left diagram is for the 'Plate Embedment Type' (プレート定着型試験体) and the right is for the 'Semi-circular Hook Type' (半円形フック試験体). Both diagrams show a column with a width of 640 mm and a total height of 3000 mm. The column is divided into three sections: a top section of 300 mm, a middle section of 1900 mm, and a bottom section of 800 mm. The bottom section is embedded in a base. The reinforcement includes intermediate transverse bars (中間帯鉄筋 D16), longitudinal bars (軸方向鉄筋 D25), and transverse bars (帯鉄筋 D16). The diagrams illustrate the difference in the top reinforcement detail between the two types.



Head-barの場合

コアコンクリートの損傷や主鉄筋の座屈
程度が軽微で、かぶりコンクリートのはく
落が少ない。



半円形フックの場合

かぶりコンクリートのはく落が大きい。

Head-barをせん断補強筋に適用した場合の耐震性能としては、とりわけ軸方向鉄筋の座屈抑止による変形性能の確保が重要となります。したがってここではHead-barの施工実績が多い配筋条件のうち、軸方向鉄筋座屈時のほらみ出しに伴う外向きの力が大きくなるとされる軸方向鉄筋の大きい領域で、せん断補強鉄筋比（Case H=1.8%、Case L=1.1%）の比較的大きい条件と小さい条件の両方で実験を実施しました。

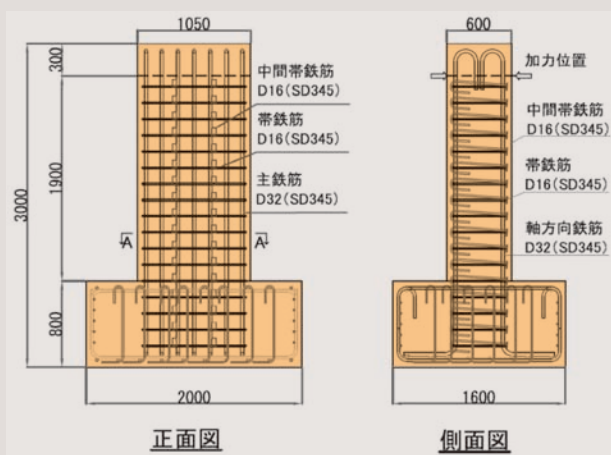


【試験体の形状寸法および配筋】

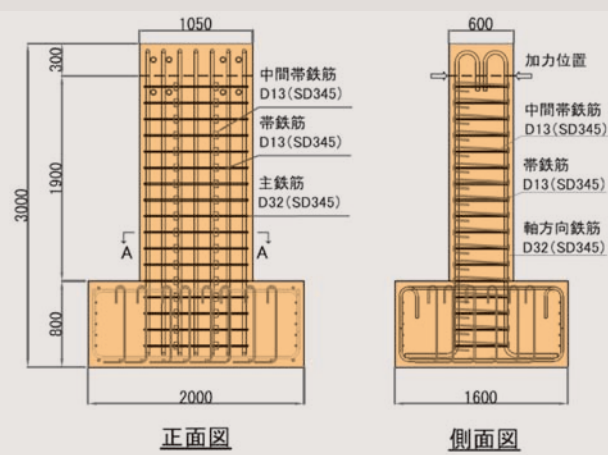
① セン断補強鉄筋比 $H=1.8\%$ Case-H



② セン断補強鉄筋比 $L=1.1\%$ Case-L

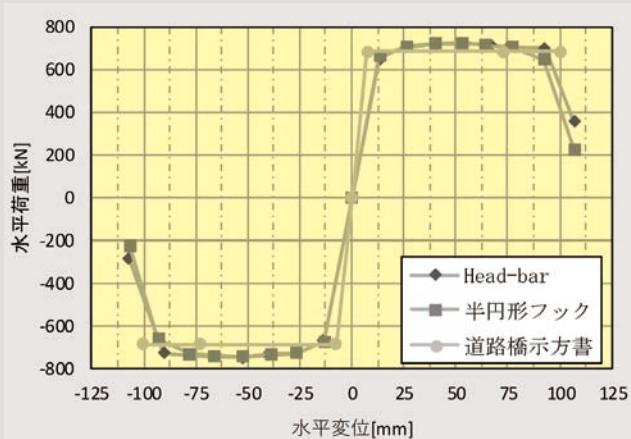


高せん断補強鉄筋比試験体
(せん断補強鉄筋比1.8%)



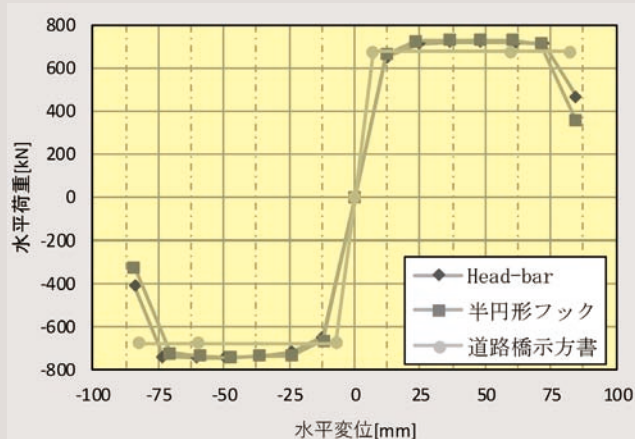
低せん断補強鉄筋比試験体
(せん断補強鉄筋比1.1%)

【荷重包絡線 - 高せん断補強鉄筋比試験体】



3サイクル目

【荷重包絡線 - 低せん断補強鉄筋比試験体】



3サイクル目

【交番載荷実験 異なるせん断補強鉄筋比（Case-H 1.8% Case-L 1.1%）の変形時】



Case-H 半円形フック試験体



Case-L 半円形フック試験体



Case-H Head-bar試験体

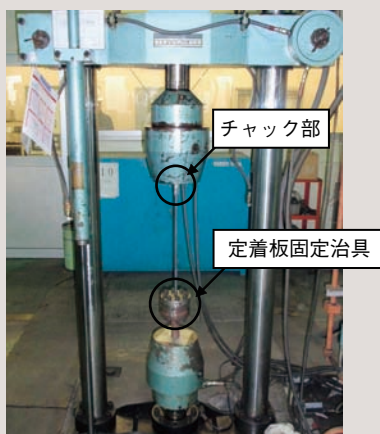


Case-L Head-bar試験体

■ せん断補強鉄筋の疲労性能

定着具の疲労性能試験により、Head-barの高サイクル繰返し荷重に対する疲労性能は半円形フック鉄筋と同等であることが確認されました。

適用：SD345 D13～D19



試験装置



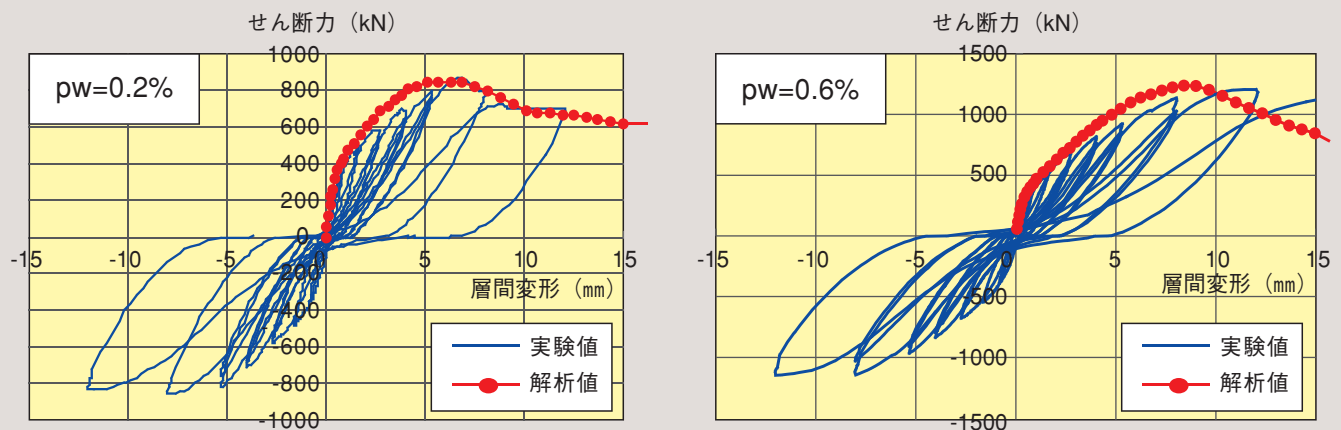
定着板固定治具

建築構造評定

せん断補強工法用Head-bar（ヘッドバー）として、「プレート定着型せん断補強鉄筋『Head-bar』設計・施工指針」という形で建築分野の構造評定を取得しましたが、この度評定を更新（UHEC-2019005）しました。建築物の面部材（耐力版、スラブ、壁）の面外せん断補強鉄筋としての適用が認められています。今回の更新により、円形プレートも使用可能となりました。

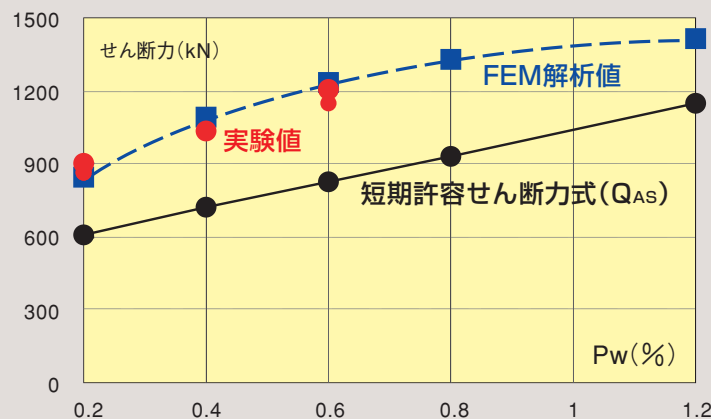
Head-barを用いた面部材の許容せん断力は、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（2018年）の「15条、梁・柱および柱梁接合部のせん断に対する算定 2. の (1) (2) (3)」に準じた設計式により定めています。

■ 実験値（Head-bar 試験体）と解析値のせん断力－層間変形の比較



■ 実験結果、FEM 解析および提案式による短期許容せん断力の比較

実験結果及び非線形有限要素法（FEM）解析を用いて、せん断補強筋比（ P_w ）が0.2～1.2%の範囲で設計式による許容せん断力が十分安全側であることを確認しています。



■ 許容せん断力

使用性確保のための長期： $Q_{AL} = b \cdot j \cdot f_s$ ($p_w < 0.2\%$ の場合)

： $Q_{AL} = \alpha \cdot b \cdot j \cdot f_s$ ($p_w \geq 0.2\%$ の場合)

安全性確保のための短期： $Q_A = b \cdot j \cdot \{ \alpha \cdot f_s + 0.5 w f_t (p_w - 0.002) \}$ $\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q_d} + 1}$ かつ $1 \leq \alpha \leq 2$
ただし、 $p_w < 0.2\%$ の場合は

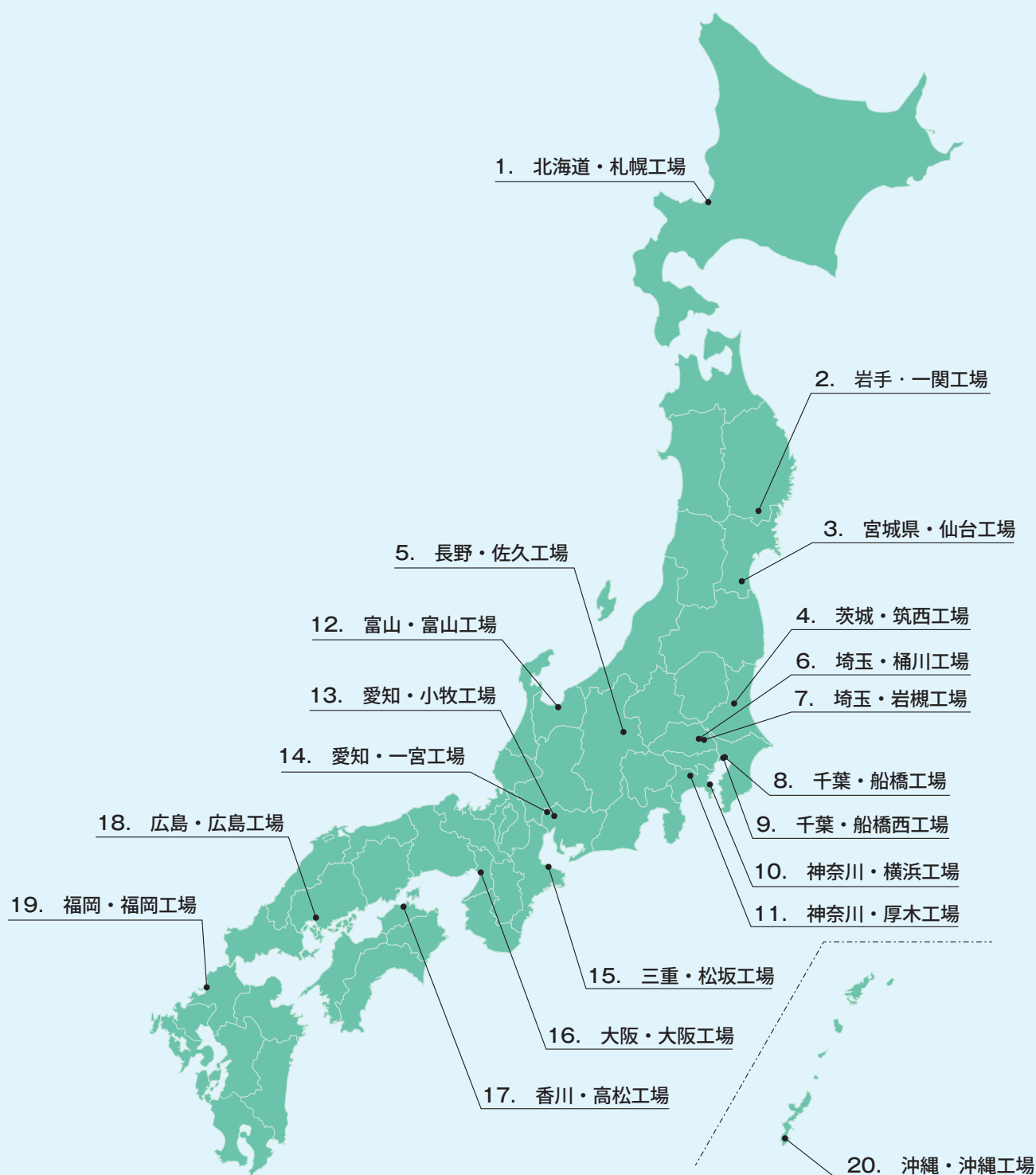
$Q_A = b \cdot j \cdot f_s$ とする。

p_w ：せん断補強鉄筋比

p_w の値が1.2%を超える場合は、1.2%として許容せん断力を計算する。

損傷制御のための短期： $Q_{AS} = b \cdot j \cdot \{ \frac{2}{3} \alpha \cdot f_s + 0.5 w f_t (p_w - 0.002) \}$

Head-bar認定工場位置図



VSL JAPAN株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿三丁目2番4号 JRE西新宿テラス10階

VSL JAPAN株式会社 Head-bar事業本部

TEL: 03-3346-8913(代表) FAX: 03-3345-9153

URL: <https://www.vsl-japan.co.jp>