

「連載」高強度・太径鉄筋を用いた配筋設計施工の品質保証 第②回

定着金物の品質保証

益尾 潔 ●一般社団法人建築構造技術支援機構 代表理事

はじめに

第三者機関の技術評価を取得し、現在使用されている定着金物は、表 1 に示すように、ねじ鉄筋用(5 種類)と一般異形鉄筋用(7 種類)であり、一般異形鉄筋用には、摩擦圧接型と鉄筋こぶ型がある。

ねじ鉄筋、一般異形鉄筋に係わらず、定着金物(定着板)の直径は、鉄筋直径の 2.5 倍程度である。その場合、柱、梁部材内で、RC 配筋指針¹⁾の鉄筋あき寸法を確保でき、コンクリートの圧縮強度が特に低くなければ、鉄筋母材の降伏強度以上の定着耐力を確保できる²⁾。

機械式定着工法による定着筋は、図 1 に示すように、付着抵抗と支圧抵抗を有し、支圧抵抗は、定着金物の支圧面積に支配される。支圧面積 A_p は、定着板の断面積から鉄筋公称断面積 a_t を差し引いた断面積であり、支圧面積 A_p を鉄筋公称断面積 a_t で除した値が支圧面積比 α_p である。定着板直径が鉄筋直径の 2.5 倍程度の場合、支圧面積比 α_p は 5 前後の値となる。

表 1 技術評価取得の定着金物

	定着金物	製造メーカー
ねじ鉄筋用	プレートナット	東京鐵鋼(株)
	タフネジナット	共英製鋼(株)
	オニプレート	(株)伊藤製鐵所
	スクリュープレート	朝日工業(株)
	DSネジプレート	JFE条鋼(株)
摩擦圧接型	FRIP定着板	(株)伊藤製鐵所
	マイティヘッド	清水建設(株)
	タフヘッド	共英製鋼(株)
	Head-bar	VSLジャパン(株)
鉄筋こぶ型	EG定着板	合同製鐵(株)
	Tヘッド	第一高周波工業(株)
	DBヘッド	(株)ディピーエス

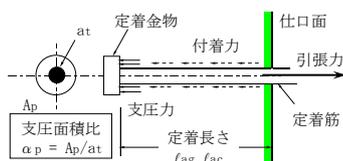


図 1 機械式定着部の抵抗機構²⁾

定着金物の品質基準³⁾

- ① 定着金物は、定着筋母材の規格引張強さ以上の引張力を受けても損傷しないこと。
- ② 定着筋が仕口面で長期および短期許容引張応力度に達しても、定着金物と定着筋との嵌合部に有害なすべりが発生しないこと。

品質②は、ねじ鉄筋定着金物に要求される長期および短期荷重時に満足すべき品質である。この品質は、図 2 に示すように、定着金物を支持し、定着筋に引張力を加え、鉄筋継手性能判定基準⁴⁾の A 級継手に準じ、鉄筋嵌合部を含む測定区間の残留すべり量が 0.3mm 以下になることで確認される。ただし、上記の判定基準によらず、機械式定着工法による柱梁接合部の実験によって、終局耐力時のみならず長期および短期荷重時の目標性能達成の妥当性を確認してもよい³⁾。

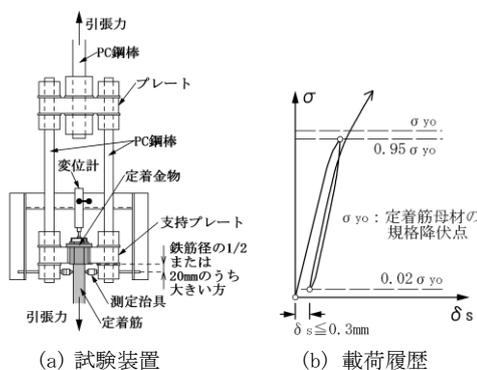


図 2 定着金物単体の試験例³⁾

ねじ鉄筋定着金物

(1) 概要

ねじ鉄筋定着金物は、写真 1 に示すように、ナット部と定着板との一体铸造によって製造され、先端部が貫通型と閉鎖型のものがある。また、ねじ鉄筋とナット部との嵌合部の隙間には、無機系グラウト材または有機系グラウト材が注入される。この場合、写真 2 に示すように、定着筋の引張力は、ねじ鉄筋の雄ねじと定着金物ナット部の

雌ねじとの嵌合部を介して定着金物に伝達される。



オニプレート タフネジナット



DS ネジプレート

写真1 ねじ鉄筋定着金物³⁾

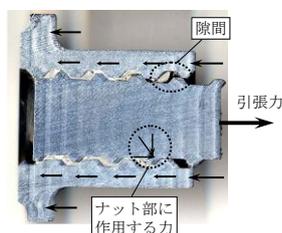


写真2 定着金物の切断面状況³⁾

(2) ねじ鉄筋定着金物の鋼種と寸法仕様

表2に示すように、鉄筋鋼種の上限は、SD390またはSD490であり、定着金物の鋼種は、鉄筋鋼種に応じ、FCAD1200-2(JIS G 5503 オーステンパ球状黒鉛鋳鉄品)、FCD600-3、FCD700-2(JIS G 5502 球状黒鉛鋳鉄品)またはS45C(JIS G 4015 機械構造用炭素鋼鋼材)としている^{5)~9)}。

定着板直径 ϕ は、他の仕様に係わらず、 $2.5d_b$ (d_b :鉄筋直径)程度である。貫通型定着金物の全長比 L/d_b は、 $1.9\sim 2.5$ 程度であり、ねじ鉄筋用定着金物の全長は、ねじ鉄筋と定着金物のねじ嵌合部ねじ山数によって決定する。

表2 ねじ鉄筋定着金物の鋼種と寸法仕様(貫通型)^{5)~9)}

定着金物		鉄筋鋼種	ϕ/d_b		L/d_b	
名称	鋼種		min	max	min	max
プレートナット	FCAD1200-2	SD490	2.44	2.59	1.88	1.97
	FCD600-3, S45C	SD390				
タフネジナット	FCAD1200-2	SD490	2.32	2.43	1.95	2.50
オニプレート	FCAD1200-2	SD490	2.50	2.52	2.32	2.50
	FCD700-2					
スクリュープレート	FCAD1200-2	SD490	2.47	2.56	2.07	2.43
	FCD700-2					
DSネジプレート	FCAD1200-2	SD490	2.46	2.50	2.20	2.34

(注)1) ϕ : 定着板の直径、L: 定着金物の全長、 d_b : 鉄筋の直径

2) 上表中のminおよびmaxはD29~D41用定着金物の値。

(3) 品質管理の注意点

ねじ鉄筋定着金物は、各メーカーともに、貫通型と閉鎖型があり、定着金物鋼種も複数あるので、同一現場では

混用しないことを基本として選定することが望ましい。

ねじ鉄筋定着金物の現場施工では、以下の①~③が品質管理の重要事項として挙げられる。

- ① 仕口面から定着金物内面までの距離(定着長さ)の管理
- ② 鉄筋と定着金物との嵌合長さ(鉄筋突出長さ)の管理
- ③ 鉄筋と定着金物との嵌合部の充填材の管理

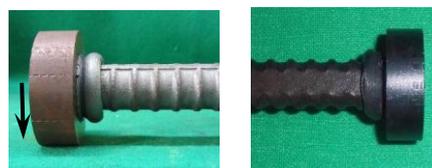
梁、柱主筋定着長さは、当該鉄筋の長さおよび継手位置と継手方法、柱梁接合部内での直交筋との緩衝の有無に左右されるので、これらの点を考慮し、入念な施工計画を立案する必要がある。

無機系、有機系グラウト材、いずれの充填材も、充填性(コンステンシー)は施工時温度に左右されるので、注意する必要がある。また、施工管理では、定着金物全数の充填確認が重要である。

一般異形鉄筋用の摩擦圧接型・定着金物

(1) 概要

一般異形鉄筋用の摩擦圧接型は、写真3に示すように、鉄筋先端に円形定着板を摩擦圧接された定着金物である。なお、表1中で摩擦圧接型としたEG定着板は、異形鉄筋の先端に摩擦圧接されたねじ切り棒鋼にねじ嵌合される。



FRIP 定着板 タフヘッド

写真3 一般異形鉄筋用の摩擦圧接型定着板³⁾

(2) 摩擦圧接型定着金物の鋼種と寸法仕様

表3に示すように、鉄筋鋼種の上限は、SD390またはSD490であり、定着板の鋼種は、定着板強度を鉄筋母材の規格引張強さ以上とすることを基本とし、非調質高強度鋼、S45Cの非調質材または調質材としている^{6), 11)~13)}。

非調質高強度鋼は、熱処理なし(非調質)で、化学成分の調整によって、熱処理(調質)材と同程度の強度とした鋼材である。S45Cは、JIS G 4015の機械構造用炭素鋼鋼材であり、JISに機械的性質が規定されていないので、ロックウェル硬さ等によって、定着板の品質検査が行われる。

定着板直径 ϕ は、他の仕様に係わらず、 $2.5d_b$ (d_b :鉄筋直径)程度であり、定着板厚さ比 t/d_b は、マイティヘッドでは $0.65\sim 0.7$ 程度、その他の定着板では 0.8 程度である。

鉄筋と定着板の接合強度がせん断強度 Q_{sy} で決定する場合、鉄筋周長を ϕ とし、定着板厚さ t を $n \cdot d_b$ とすると、 Q_{sy}/T_{ry} は式(1)で求められる。 n は鉄筋直径の倍数、 T_{ry} は

(2) DB ヘッドの各部寸法仕様

DB リングの外径 ϕ_o は、支圧面積比 α_p が 5 前後となるように定められ、孔径 ϕ_h は、RC 配筋指針¹⁾による異形鉄筋の最大径を参考にして定められている。また、DB リングの厚さ t_d は、DB リングの面外強度を考慮し、鉄筋直径 d_b の 0.6 倍程度としている。

すなわち、DB ヘッドの背面側鉄筋こぶの突出長さ L_o が鉄筋直径 d_b の 0.3 倍、0.45 倍、0.6 倍とした DB ヘッド単体試験片の引張試験結果(図 6)を基に、鉄筋直径の 0.6 倍としている。

図 6 の縦軸 σ_{su} は、最大荷重試験値を鉄筋断面積で除した最大引張応力であり、 L_o/d_b が 0.4 程度を超えると、試験結果のプロット(○, ●)は鉄筋母材の規格引張強さ σ_{suo} 以上となる。同図中の計算値は、鉄筋周長とこぶ長さ L_o の積に $\sigma_{suo}/\sqrt{3}$ を乗じて求めたせん断強度を表す。

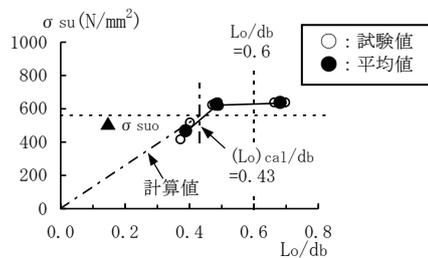


図 6 DB ヘッド単体試験結果の 1 例【D41 用(SD390)】¹⁴⁾

(3) DB ヘッド製造装置

DB ヘッド製造装置は、手動装置、半自動装置、自動装置の 3 種類がある。

手動装置は、従来の圧接装置を応用し、アセチレンガスを熱源とする装置であり、バックファイヤー防止処置を施した DB ヘッド手動用バーナーを用いるなど、開発当初の装置に改良を加えている。自動装置は、熱量および加圧量を自動制御できる装置であり、安定した熱量の供給が可能な天然ガスを熱源としている(写真 5)。半自動装置は、手動装置と自動装置の機能を補完した装置である。

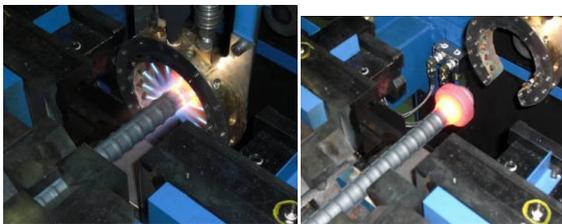


写真 5 DB ヘッド「自動」製造装置¹⁴⁾

(4) DB リングおよび DB ヘッドの品質管理の注意点

(a) 製造管理基準

DB ヘッドは、標準加熱温度、標準加熱時間の下で、設計

指針で定める標準寸法に対し、各部寸法が許容寸法以内となるように製造される。許容寸法は 0~2mm を基本としている。ただし、鉄筋直径実測値が DB リング孔径 ϕ_h よりも大きい場合、許容寸法以内となるように、DB リング孔周囲を機械加工によって拡径することとしている。

(b) DB ヘッドの検査および強度試験

DB ヘッドの各部寸法検査は、DB ヘッド検査用テンプレートまたは適切な器具を用いて行うこととしている。

DB ヘッド強度試験の検査ロットの大きさは、開発後の製造実績を踏まえ、鋼種および呼び名ごとに、同一装置で同一製造担当者が製造する DB ヘッドで、200 個を標準とし、工事監理者との協議によって決定してもよいとしている。また、検査ロットごとの試験片数は 3 本としている。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説、2010
- 2) 益尾潔、窪田敏行：機械式定着工法による RC 造ト形接合部の終局耐力に関する設計条件、日本建築学会構造系論文集、第 590 号、pp. 87-94、2005. 4
- 3) 日本建築総合試験所・機械式鉄筋定着工法研究委員会：機械式鉄筋定着工法設計指針(2010 年改定)、2010. 5
- 4) 国土交通省住宅局建築指導課監修：2007 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 3. 7. 3 鉄筋の継手及び定着、(7)鉄筋継手性能判定基準、pp. 141-148、2007. 8
- 5) 東京鉄鋼(株)：プレートナット工法設計施工指針(BCJ 評定-RC0152-04)、2007. 6. 17
- 6) 共英製鋼(株)：タフ定着工法設計指針(GBRC 性能証明 第 00-06 号改 4)、2011. 1. 11
- 7) (株)伊藤製鉄所：オニプレート定着工法設計指針(GBRC 性能証明 第 02-07 号改 7)、2010 年 12 月 10 日
- 8) 朝日工業(株)：スクリュープレート工法設計指針(BCJ 評定-RC0287-01)、2008. 9. 10
- 9) JFE 条鋼(株)：DS ネジプレート定着工法「柱主筋外定着方式」設計指針(SABTEC 評価 11-01)、2011. 8. 30
- 10) 摩擦圧接協会編：摩擦接合技術、日刊工業新聞社、2006.
- 11) (株)伊藤製鉄所：FRIP 定着工法設計指針(GBRC 性能証明 第 02-19 号改 5)、2010 年 12 月 10 日
- 12) 清水建設：マイティヘッド工法設計指針(GBRC 性能証明 第 03-07 号改 2)、2009 年 5 月 12 日
- 13) 大成建設(株)、ブイ・エス・エル・ジャパン(株)：Head-bar(ヘッドバー)定着工法(GBRC 性能証明 第 10-27 号)、2011 年 3 月 25 日
- 14) (株)ディビーエス：DB ヘッド定着工法設計指針 2011 年 (SABTEC 評価 11-03)、2011 年 10 月 12 日