

わが国における 高強度・太径鉄筋のプロローグ

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

近年、高強度せん断補強筋と機械式定着工法は、鉄筋コンクリート造の設計、施工において、必須技術になっている。そのような状況下で、当機構は、2011年設立以来、鉄筋関連の技術開発支援を行う一方で、当機構の建築構造技術審議委員会で技術評価を行っている。また、2014年以降、技術評価で得られた知見を基に、共通設計指針として、SABTEC機械式定着工法設計指針^{1),2)} およびSABTEC高強度せん断補強筋設計施工指針³⁾を発行している。

一方、日本建築学会発行の『鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説』（2021年）では、SABTEC機械式定着工法デザインマニュアル（2014年）を引用することで、2010年版の付録A5「機械式定着工法による接合部配筋詳細の納まり検討の要点」を割愛している。その結果、近年増加している太径鉄筋を用いた機械式定着工法関連の実用的な啓発書がなくなり、鉄筋コンクリート構造関連の実務上、支障を来たす状態になっている。

これらより、太径鉄筋を用いた機械式定着工法による接合部配筋詳細にかかわる基本事項ならびに実用的な接合部配筋詳細に関する注意点を中心に、高強度・太径鉄筋を用いた配筋技術に関する最新の知見を取りまとめた「高強度・太径鉄筋を用いた実務配筋マニュアル」を建築技術から発行することとした。

本マニュアルは6章で構成され、1章はわが国における高強度・太径鉄筋のプロローグ、2章は接合部配筋詳細の基本事項、3章は特殊接合部配筋詳細の注意点、4章はRCS混合構造における配筋詳細の注意点について記載している。また、5章では、建築実務における一貫構造計算プログラム⁴⁾の重要性を勘案

し、SABTEC機械式定着工法組込プログラムの概要について記載するとともに、6章では、高強度・太径鉄筋関連のSABTEC技術評価工法を紹介している。

本連載では、高強度・太径鉄筋を用いた実務配筋マニュアルのダイジェスト版として、順次、各章の概要について紹介する。

高強度・太径鉄筋開発の背景

わが国では、1961年の建築基準法改正に伴い、建築物の高さ31m制限が緩和されたことと相まって、地震応答解析研究が精力的に行われ、1968年にわが国初の超高層建築物「霞が関ビル」が建設されている。また、1970年前後より、異形鉄筋を用いたRC建物の設計が普及し始めている⁵⁾。

一方、1968年の十勝沖地震によるRC建物の地震被害⁶⁾を契機に、RC構造の耐震研究が精力的に行われ、1971（昭和46）年に日本建築学会のRC構造

表1 高強度せん断補強筋開発の変遷

年	商品名	メーカー名	技術評価
1990	UHY フープ	北越メタル	BCJ評定
1992	パワーリング80	東京鉄鋼	BCJ評定
2010	RC計算規準15条に損傷短期許容耐力の追加		
2011	スーパーフープ	岸和田製鋼 岸和田金属	GBRC性能証明※1
	MKフープ	向山工場	BCJ評定※1
2012	パワーリング785	東京鉄鋼	BCJ評定※1
2013	OT685フープ	大谷製鉄	GBRC性能証明※2
2015	スーパーフープ685	岸和田製鋼 岸和田金属	SABTEC評価※2
	Jフープ785	JFE条鋼	SABTEC評価※2
2016	パワーリング685	東京鉄鋼	SABTEC評価※2
	キョウエイリングSD490、USD785	共英製鋼	SABTEC評価※2
2017	GTSフープ685	合同製鉄	SABTEC評価※2
2018	スーパーフープ685	岸和田製鋼 岸和田金属	SABTEC評価※2
	スーパーフープ785	岸和田製鋼 岸和田金属	SABTEC評価※2
2019	UHYフープ685	北越メタル	SABTEC評価※2
2021	キョウエイリング685	共英製鋼	SABTEC評価※2

※1：損傷短期追加、※2：βc考慮・損傷短期追加

計算規準のせん断規定（柱、梁の許容せん断力の算定方法とせん断補強筋に関する構造規定）ならびに建築基準法施行令のRC構造関係の規定が大幅に改定された後、1981（昭和56）年に建築基準法施行令が改正され、新耐震設計法が導入されている。

高強度せん断補強筋の開発

1981年の新耐震設計法、1983～1993年のNew RC 総プロを経て、超高層RC建物⁷⁾が建設され、1999年版RC構造計算規準では、コンクリート設計基準強度の上限を60N/mm²とし、2010年版RC構造計算規準では鉄筋の適用範囲にSD490を追加している。

これらのRC構造における変遷の中で、柱、梁せん断補強筋の高密度配筋解消を意図し、1980年頃から高強度せん断補強筋の開発が始まり、1990年頃から電炉鉄筋の製鋼技術の向上に伴い、表1に示すように、電炉高強度せん断補強筋が開発されている⁸⁾。

近年、大臣認定を取得した685N/mm²級および

785N/mm²級高強度せん断補強筋用異形棒鋼は、すべて電炉鉄筋である。

溶接せん断補強筋の開発

RC配筋指針⁹⁾7.3（帯筋・副帯筋）および7.4（あばら筋・副あばら筋）では、配筋精度確保の観点からアプセット溶接とフラッシュ溶接による溶接せん断補強筋が紹介されている。ここでは、SABTEC技術評価を取得した溶接せん断補強筋を表2に示す。

SABTEC技術評価では、技術評価方針に従い、主として685N/mm²級および785N/mm²級高強度せん断補強筋について、告示（平成12年建設省告示第1463号）によるA級鉄筋継手性能判定基準と照らし合わせて、溶接せん断補強筋の継手性能の評価を行っている。

その際、当機構では、溶接せん断補強筋の製造品質の信頼性を担保するために、HPで公開している技術評価方針の1.基本事項に従い、技術評価終了後の翌年度から毎年、技術評価対象の溶接せん断

表2 SABTEC技術評価を取得した溶接せん断補強筋

商品名	申込者・製造工場	鋼種	評価番号	評価日
リバーボン785	JFE条鋼・豊平製造所 北豊鋼材	785N/mm ² 級	SABTEC評価22-01	2022年6月24日
TSリング	北豊鋼材	SD295、SD345	SABTEC評価21-03	2022年3月11日
HKリング490	共英製鋼 共英加工販売 長谷工コーポレーション	SD490	SABTEC評価21-02	2021年10月8日
キョウエイリング685	共英加工販売	685N/mm ² 級	SABTEC評価20-02	2021年1月22日
TWリング	富田興業	SD295、SD345	SABTEC評価18-02	2019年3月29日
Jフープ785	JFE条鋼 藤工業	785N/mm ² 級	SABTEC評価16-08	2016年12月2日
パワーリング685	東京鉄鋼 清水鋼鉄	685N/mm ² 級	SABTEC評価16-03	2016年7月26日
パワーリング685	東京鉄鋼 エスパーフープ工業会	685N/mm ² 級	SABTEC評価16-01	2016年6月2日
パワーリング685	東京鉄鋼 OEM工場	685N/mm ² 級	SABTEC評価15-05	2016年3月31日
Jフープ785	JFE条鋼 富田興業	785N/mm ² 級	SABTEC評価15-04	2016年1月29日

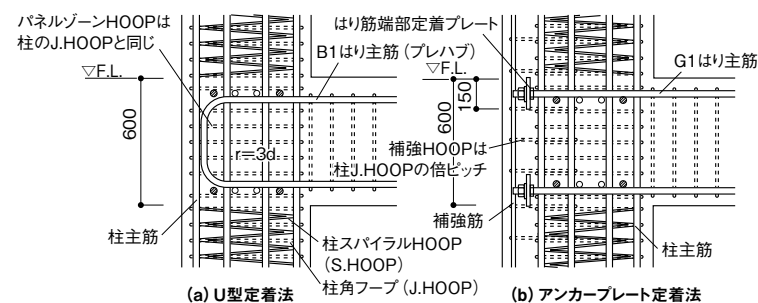


図1 わが国初の超高層RC建物の確認実験におけるT形柱梁接合部¹⁰⁾

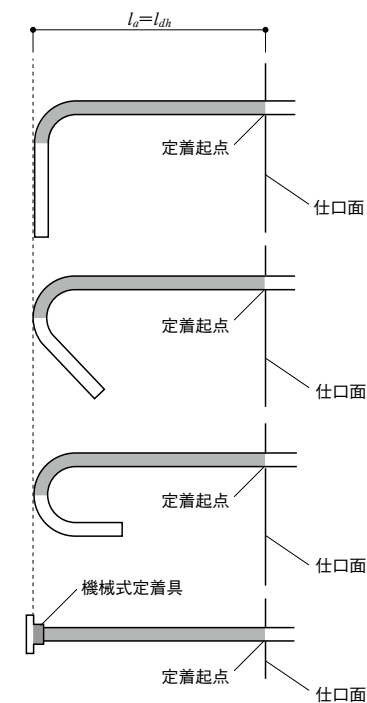


図2 RC計算規準17条による標準フックを設けた定着長さ l_{dh} ¹²⁾

補強筋標準製造要領書で定められた定期監査結果を確認している。

機械式定着工法普及の背景

◎機械式定着工法開発の経緯

機械式定着工法は、1970年代に出現した超高層RC建物の柱梁接合部内における太径梁主筋定着部の施工性改善の観点から開発されている。わが国初の超高層RC建物の確認実験におけるト形接合部配筋詳細¹⁰⁾を、図1に示す。

また、機械式定着工法は、2000年の建築基準法改正(旧第38条認定の削除)を契機に、2000年頃から、指定性能評価機関等の第三者機関で技術評価を取得した機械式定着金物が開発され、高さ60m以下の建物にも普及している¹¹⁾。

◎機械式定着工法の設計基・規準類での位置付け

RC計算規準¹²⁾17条1.定着(2)では、図2に示すように、本条2.に規定する標準フックを鉄筋端に設ける場合は、定着起点からフックまでの投影定着長さ l_{dh} を定着長さ l_a とし、信頼できる機械式定着具を鉄筋端に設ける場合は、定着起点から定着具突起までの長さを l_a としている。この規定は、機械式定着工法に関する規定であり、1999年版RC計算規

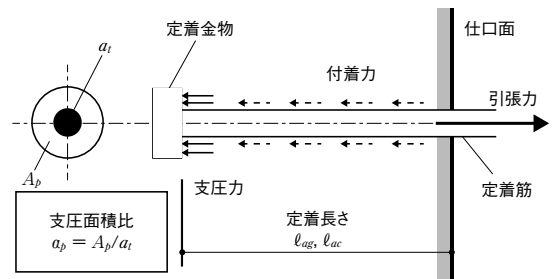


図3 機械式定着金物の抵抗機構¹⁾

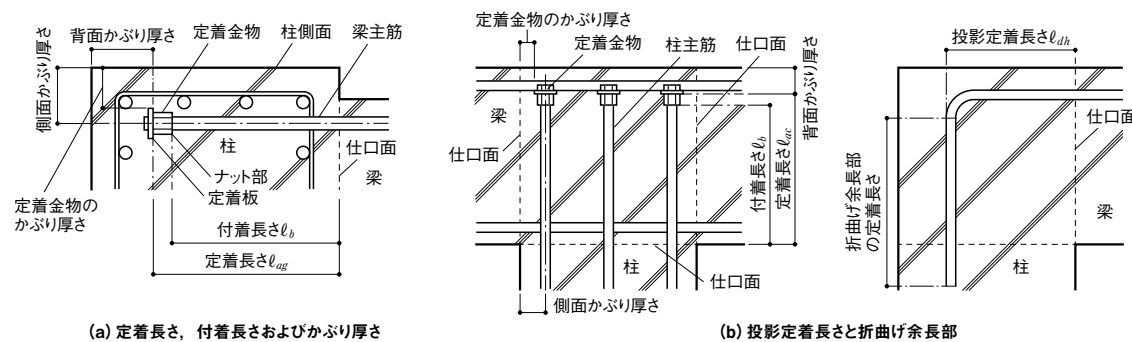


図4 定着各部寸法の定義¹⁾

準で初めて定められている。

◎柱梁接合部内での機械式定着金物の抵抗機構

機械式定着工法の場合、図3に示すように、仕口面で引張力から伝達される定着力は、定着金物の支圧面積と定着長さに支配され、正負繰り返し荷重を受ける部材では、仕口面で定着筋が引張降伏すると、塑性域が接合部内に進入し、定着筋に沿う付着力が定着板内面まで喪失することがある¹⁾。

これらより、JASS 5の鉄筋間隔を考慮し、定着板の外径が定着筋呼び名の値の2.5倍程度の定着金物を柱梁接合部内に配置するとしている¹⁾。

SABTEC指針¹⁾8章「ト形、十字形接合部における梁主筋定着部」によると、ネジ節鉄筋型、円形定着板型定着金物ともに、定着金物の支圧面積、定着長さ、コンクリート強度などを考慮することで、定着耐力が安全側に評価される。

その結果、各定着金物ともに、SABTEC指針の諸規定を満足する場合、ト形接合部実験を基に、引張鉄筋比 f_t が3%程度まで、梁主筋引張降伏後、梁曲げ終局耐力が保証される。定着各部寸法の定義を図4に示す。

◎SABTEC技術評価取得定着金物

技術基準解説書¹³⁾8.2(仕様規定の適用除外の構造計算)に記載のように、平成19年国土交通省告示第594号第4の第四号では、当該構造部分の実況に応じた加力実験によって、耐力、靱性および付着に関する性能が当該構造部分に関する規定に適合する部材と同等以上であることが確認された場合、仕様規定の適用除外となるとしている。これらより、鉄筋メーカーなどで開発された機械式定着金物が、指定性能評価機関等の第三者機関で技術評価を取得

している。

写①に、当機構で技術評価を取得したネジ節鉄筋型と円形定着板型の機械式定着金物(以下、SABTEC技術評価取得定着金物)を示している¹⁾。

◎高強度材料を用いた機械式定着工法

SABTEC指針(2022年)¹⁾1.1節では、図5に示すように、実験を基に普通強度材料のほかに、590N/mm²級および685N/mm²級高強度鉄筋と設計基準強度45~120N/mm²の高強度コンクリートからなる高強度材料、ならびにSD295~SD490の普通強度鉄筋と設計基準強度60~120N/mm²の高強度コンクリートを用いた機械式定着工法を適用範囲としている。

おわりに

本稿では、「高強度・太径鉄筋を用いた実務配筋マニュアル」1章 わが国における高強度・太径鉄筋のプロログについて紹介した。

次回以降、順次、本マニュアル2章~6章の概要について紹介する。(ますお きよし)

【参考文献】

- 1) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RC構造設計指針(2022年)
- 2) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法RCS混合構造設計指針, 2022年
- 3) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC高強度せん断補強筋設計施工指針, 2021年
- 4) (一社)建築構造技術支援機構：SABTEC機械式定着工法SS7組込プログラム取扱説明書, 2022年

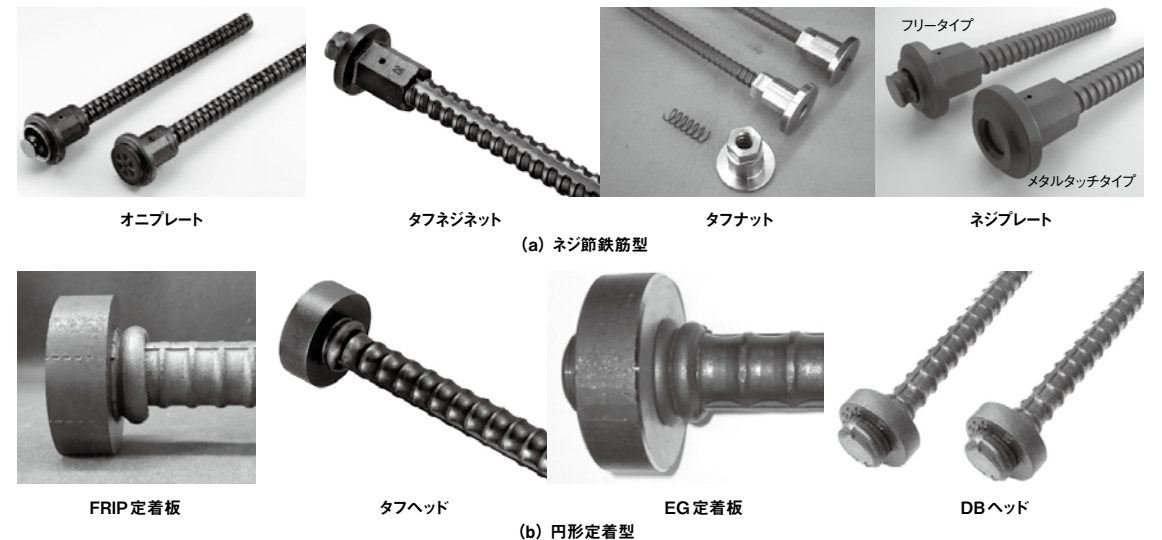
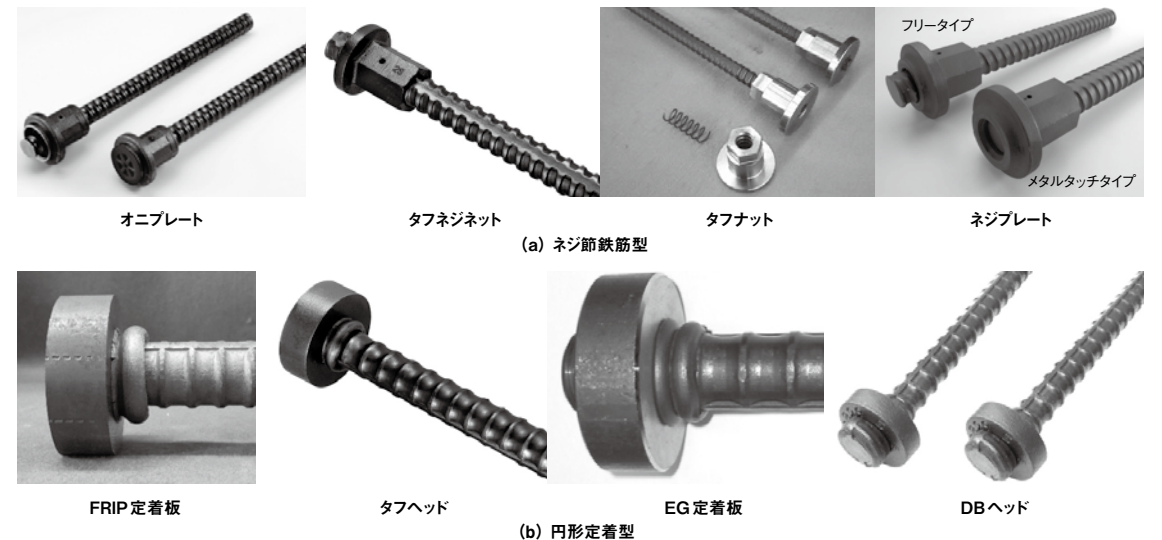


図5 普通強度材料と高強度材料を用いた機械式定着工法の適用範囲¹⁾



◎SABTEC技術評価取得定着金物¹⁾

- 5) 異形鉄筋コンクリート設計法研究会編(梅村魁)：異形鉄筋コンクリート設計法, 1971年
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 付1 鉄筋コンクリート構造物の耐震対策-1968年十勝沖地震による被害をかんがみ-て, 1991年(1999年改定版では、一阪神・淡路大震災と今後の鉄筋コンクリート構造設計-を掲載している。)
- 7) 石川裕次：ポストNew RC(超高強度RC構造), コンクリート工学, Vol. 54, No.5, pp.458-463, 2016年5月
- 8) (一社)日本建築構造技術社協会 技術委員会RC系部会：高強度せん断補強筋についての報告(その1), STRUCTURE No.133, 2015年1月
- 9) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説, 2021年
- 10) 別所佐登志ほか：太径異形鉄筋を用いたU型はり主筋定着法の実験研究, 鹿島建設技術研究所報, 第25号, pp.143-148, 1977年
- 11) 益尾潔：高強度・太径鉄筋を用いた配筋設計施工の品質保証 第3回 機械式定着工法の研究動向, 建築技術2012年8月号, pp.62-65, 第4回 機械式定着工法の実務動向, 建築技術2012年10月号, pp.192-195.
- 12) 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
- 13) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人建築研究所監修：2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書