

機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン

平成 2 8 年 7 月

機械式鉄筋定着工法技術検討委員会

まえがき

鉄筋コンクリート構造物は、適切な設計や施工を行えば、耐久性や耐震性に優れ、信頼性の高い社会インフラとして広く活用される。構造物の建設に係わる技術開発の方向性は、構造物新設時ならびに維持管理を通じて長寿命化を実現し、安全安心を確保することが非常に重要である。

一方、建設業を取り巻く環境は、建設業に従事する就労者の減少が続く中で、品質の確保とともに、生産性の向上も併せて達成することの必要性が増している。建設分野における生産性向上を図るべき項目は様々あり、コンクリート構造物の施工に関しても改革が求められている。

国土交通省においても、i-Constructionの取り組みを通じて、全体最適の導入、現場打ちコンクリート、プレキャスト製品それぞれの特性に応じた要素技術の一般化等の検討を進め、建設現場の生産性向上を目指している。現場打ち施工のコンクリート構造物では、流動性を高めたコンクリートの採用とともに、鉄筋加工や組立ての省力化が効果的である。鉄筋コンクリート構造物は、耐震設計の進歩とともに高密度配筋となる事例も増え、鉄筋加工組立てを如何に効率的に行うかが、生産性向上の鍵を握っていて、鉄筋端部の曲げ加工は、配筋の作業効率を大きく左右する。

鉄筋コンクリート構造物に用いる鉄筋は、1931年に発刊された土木学会コンクリート標準示方書（以下標準示方書と称す）初版において、既に構造細目規定として端部フックによる定着が定められ曲げ半径について規定されていた。その後、鉄筋の主流は丸鋼から異形鉄筋に移り、1967年の標準示方書では、端部フックによる定着だけではなく、機械式定着体による定着も条文に記述された。しかし、その時点で定着体による機械式鉄筋定着工法が広く一般的に普及するには至らなかった。これは、機械式鉄筋定着工法によって定着体の取り付け方や形状や寸法が異なる一方で、機械式鉄筋定着工法の性能検証方法が定められておらず、性能の信頼性評価が十分に行われなかったことが要因として挙げられる。特に、鉄筋定着に関しては、いわゆる構造細目に係わる規定であり、その理論的な取扱いが難しく、使用実績に基づく仕様規定から脱却できなかった。道路橋示方書等の設計基準においては、以前より鉄筋の定着方法として端部のフック以外に定着板の取り付けによる定着も認めていたが、具体的な記述はなかった。

しかし、2007年に土木学会から鉄筋定着・継手指針が発刊され、機械式鉄筋定着工法の性能照査のための試験方法が示された。また実務の分野では、建設技術審査証明制度が定着し、新技術新工法に関する技術審査の仕組みが確立してきた。こうした流れを受けて、道路橋示方書でも、機械式鉄筋定着工法の適用について具体的な記述になってきた。今後、機械式鉄筋定着工法の標準的な採用が期待される。

こうした背景を踏まえ、機械式鉄筋定着工法が適切に使用され、建設工事における生産性向上に資することを目的として、技術的な留意事項を取りまとめたガイドラインを作成することとした。本ガイドラインに示された考え方を十分理解し、効果的な機械式鉄筋定着工法が活用されることを期待する。

平成 28 年 7 月

機械式鉄筋定着工法技術検討委員会委員長

久田真

機械式鉄筋定着工法技術検討委員会

委員長	久田 真	東北大学	大学院工学研究科土木工学専攻教授
委員	岩崎 福久	国土交通省	大臣官房技術調査課建設システム管理企画室室長
(前委員)	高村 裕平	国土交通省	大臣官房技術調査課建設システム管理企画室室長)
委員	渡辺 博志	国立研究開発法人土木研究所	先端材料資源研究センター材料資源研究グループ長
委員	古本 一司	国土技術政策総合研究所	社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室長
(前委員)	山口 達也	国土技術政策総合研究所	防災・メンテナンス基盤研究センター建設システム課長)
委員	津川 優司	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会部会長 (飛鳥建設(株))
委員	小林 幸浩	(一社)建設コンサルタンツ協会	道路構造物専門委員会委員長 (八千代エンジニアリング(株))

幹事会

幹事長	渡辺 博志	国立研究開発法人土木研究所	先端材料資源研究センター材料資源研究グループ長
委員	堤 英彰	国土交通省	技術調査課建設システム管理企画室課長補佐
(前委員)	栗津 誠一	国土交通省	技術調査課建設システム管理企画室課長補佐)
委員	市村 靖光	国土技術政策総合研究所	社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室主任研究官
委員	津川 優司	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会部会長 (飛鳥建設(株))
委員	前田 敏也	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会副部会長 (清水建設(株))
委員	佐藤 文則	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会副部会長 (前田建設工業(株))
委員	秋月 敏政	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会主査 (株)ピーエス三菱)
委員	友近 誠	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会副査 (株)フジタ)
委員	笠井 和弘	(一社)日本建設業連合会	土木工事技術委員会コンクリート技術部会委員 (飛鳥建設(株))
委員	小林 幸浩	(一社)建設コンサルタンツ協会	道路構造物専門委員会委員長 (八千代エンジニアリング(株))
委員	追谷 健吾	(一社)建設コンサルタンツ協会	道路構造物専門委員会副委員長 (三井共同建設コンサルタント(株))
委員	原木 功	(一社)建設コンサルタンツ協会	河川構造物専門委員会委員 (東京コンサルタンツ(株))
委員	横川 勝美	(一社)建設コンサルタンツ協会	河川構造物専門委員会委員 (三井共同建設コンサルタント(株))
委員	向野 元治	V S L ・ J A P A N (株)	常勤顧問
委員	友田 勇	第一高周波工業(株)	鉄筋事業部品管理室長

※役職は平成28年7月現在、前委員は在任時

目次

	頁
1. 概要	
1-1 ガイドラインの位置づけ	1
1-2 対象とする機械式鉄筋定着工法	5
2. 機械式鉄筋定着工法の適用にあたっての検討事項	
2-1 原則	8
2-2 構造細目及び鉄筋種類の取扱いについて	9
2-3 機械式鉄筋定着工法の用途ごとの性能確認	9
2-4 設計図面作成上の留意点	13
参考資料	
1. 機械式鉄筋定着工法データ	
1-1 土工法データ	15
1-2 建築工法データ	16
2. 機械式鉄筋定着工法実績調査	
2-1 実績調査アンケート結果	17
2-2 集計結果	17

1. 概要

1-1 ガイドラインの位置づけ

(1) 本ガイドラインは、各種コンクリート構造物の品質を確保した上で生産性向上を図ることを目的として、機械式鉄筋定着工法を採用するにあたり、その標準的な使用方法と、設計、施工上の留意事項について示したものである。

(2) 構造物の設計段階において機械式鉄筋定着工法の適用を計画する際は、本ガイドラインで示した事項を理解した上で、それぞれの構造物が準拠している設計基準に示されている要求性能や前提条件を満たしているかどうかの判断を適宜行うこととする。

【解説】

(1) 減少局面が続いた建設投資は、2011年度以降増加に転じたが低迷期間に建設業就業者の高齢化が進み、全国的に技能労働者不足が顕在化している。このままでは、復興需要、オリンピック関連需要等今後のインフラ整備に支障が生じる状況にあり、建設業の技能労働者確保と生産性向上は喫緊の課題となっている。

これらの建設環境の変化への対応策の一つとして、鉄筋コンクリート構造物施工の際の機械式鉄筋定着工法の採用がある。機械式鉄筋定着工法の導入により、難易度の高い配筋作業が改善されるとともに、鉄筋工の効率化及び生産性の向上による工程短縮効果が期待できる。

機械式鉄筋定着工法では、鉄筋の端部に定着板等の定着体（以下定着体と称する）を取付けて機械的に定着する。機械式鉄筋定着工法を適用した場合、鉄筋の加工は、例えば次のようになる。

- ・直角フックと半円形フックで構成されるせん断補強鉄筋の直角フックを定着体に代える。
- ・両端が半円形フックで構成されるせん断補強鉄筋の片側の半円形フックを定着体に代える。

また、例えば部材内部で重ね継手（半円形フックでラップ）により継いだ1組のせん断補強鉄筋の片側の端部を定着体とする場合、重ね継手は不要で1本の鉄筋となり、曲げ加工数量及び重ね継手部の鉄筋重量を減らすことが可能となる。

このように機械式鉄筋定着工法は、従来、片側半円形フック、片側折り曲げフックあるいは両端半円形フックとされていたせん断補強鉄筋の片側（あるいは両側）の端部を定着体に代えることにより、従来の施工で複雑だった

配筋作業の効率化を図るものである。定着体を使用したせん断補強鉄筋の使用方法の概念を図-解 1-1-1 に示す。

定着体はフックと同様に扱うことが可能なため、せん断補強鉄筋の両端フックのどちら側を変更してもよいが、鉄筋の組立てに支障が生じる側がある場合は、支障側を定着体とすると施工の効率が改善できる。例えば水平部材の場合には、型枠や基礎面上での配置になる下側、鉛直部材の場合には、クリアランスが小さく、一般に型枠を先に立てた後、鉄筋組立てが行われる外側に使用すると施工の効率性がよい。

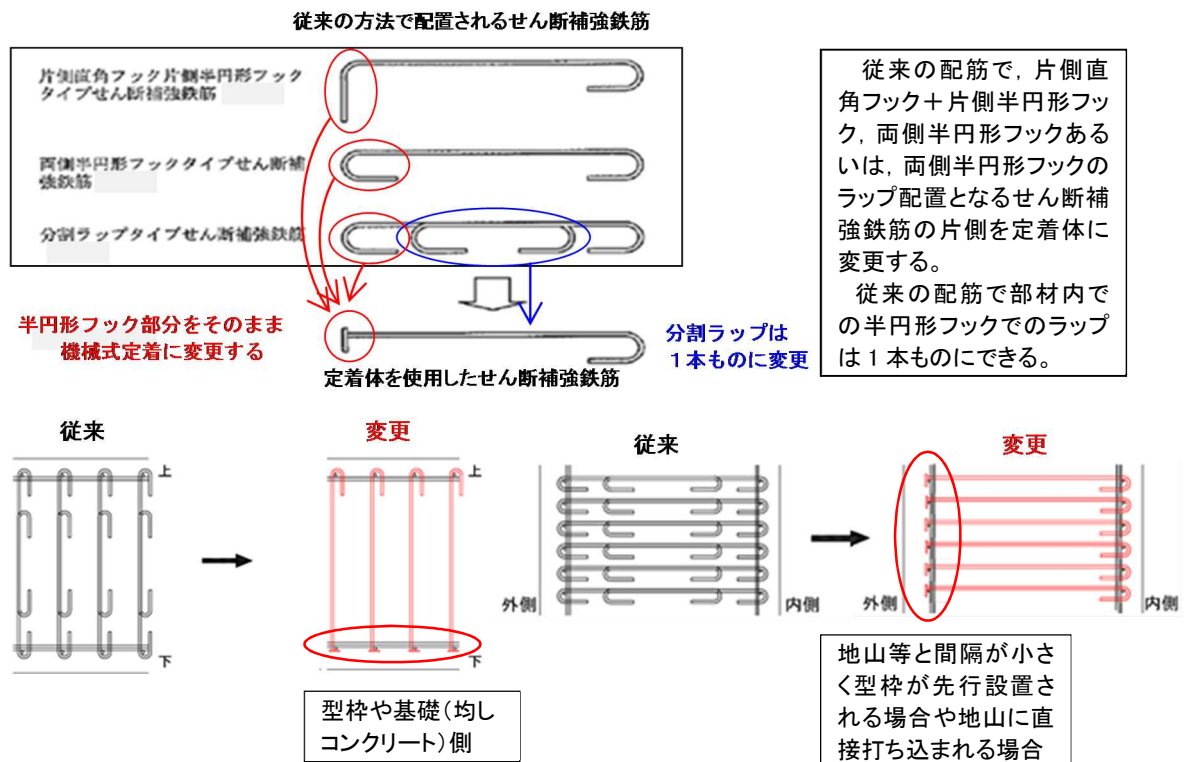


図-解 1-1-1 定着体を使用したせん断補強鉄筋の使用方法の概念図

引張鉄筋（圧縮鉄筋）や軸方向鉄筋が多段に配置される場合には、せん断補強鉄筋の組立てが格段に難しくなるため、定着体の使用がさらに有効である。このように、機械式鉄筋定着工法を適用する場合には、設計段階において、施工効率向上の程度を概略的に把握しておくとともに、より施工がしやすくなるような定着体の配置に心掛けることが重要である。

図-解 1-1-2 に示す実績調査によれば、機械式鉄筋定着工法を用いた工事件数、ならびに納入本数ともに増加傾向である。機械式鉄筋定着工法は、せん断補強鉄筋、主鉄筋、中間帯鉄筋として採用実績があるが、その内訳を見ると、図-解 1-1-3 に示す通り鉄筋用途別ではせん断補強鉄筋の割合が多い。す

なわち、せん断補強鉄筋に機械式鉄筋定着工法を導入する際の考え方を示すことが、最も重要であるため、本ガイドラインではせん断補強鉄筋を中心に記載する。

機械式鉄筋定着工法 納入本数、採用工事件数の推移

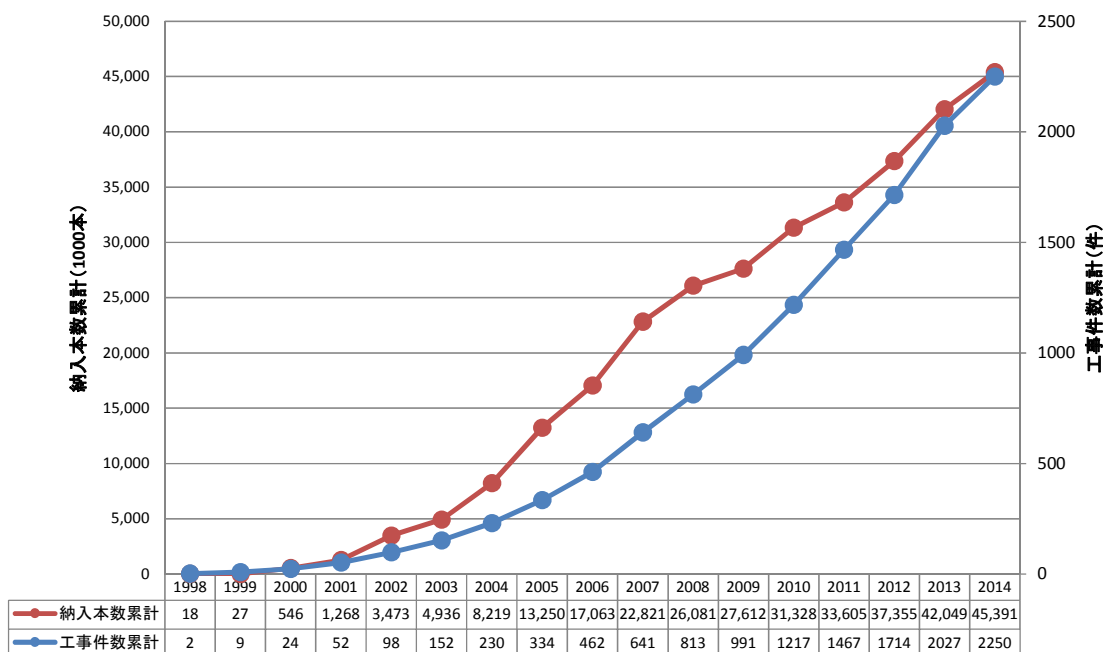
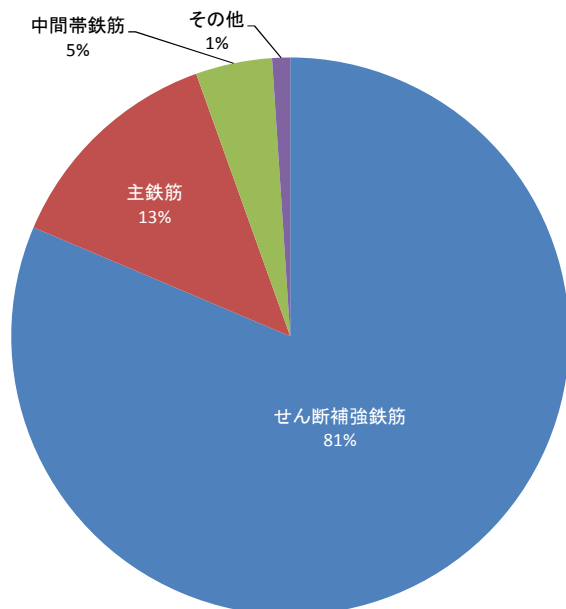


図-解 1-1-2 機械式鉄筋定着工法の使用実績の推移



調査データ(1998年～2014年累計)

鉄筋用途名	採用工事件数
せん断補強鉄筋	1,889
主鉄筋	305
中間帯鉄筋	103
その他	24
合計	2,321

※鉄筋用途不明の調査データを除く

図-解 1-1-3 機械式鉄筋定着工法の工事件数の割合

また、実績調査結果から従来工法と同等程度の経済性を有することも確認されている。熟練鉄筋工を必要としない機械式鉄筋定着工法の普及により鉄筋工の生産性を向上させることで効率的なインフラ整備に寄与することが期待される。

(2) 鉄筋端部の定着方法は、各種設計基準により構造細目として示されているのが一般的である。機械式鉄筋定着工法に求められる性能は、その鉄筋の種類と配置される部位の要求性能レベルによって異なる。本ガイドラインでは、せん断補強鉄筋として使用する場合と、横拘束鉄筋として使用する場合を分けて考える。

せん断補強鉄筋は、鉄筋コンクリート構造物がせん断破壊するのを防止するために配置されている補強鉄筋で、一例として断面を貫通するように配置される中間帯鉄筋がある。これらの鉄筋は、コンクリートにせん断ひび割れが発生した後に斜引張力を負担する。そのために、鉄筋の端部がコンクリートにしっかりと定着されていればよい。例えば、道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編(以下、道示 IV と略する)の7.6 鉄筋の定着及び7.10 せん断補強鉄筋に示されている通り、鉄筋端部のコンクリートへの定着方法については、

i) 鉄筋とコンクリートの付着により定着

ii) フックをつけて定着

iii) 定着板等の定着体を取付けて機械的に定着

のいずれかの方法により鉄筋とコンクリートが一体となって働くように確実に定着しなければならない、としている。ここで、iii)に記載されている定着体とは「**鉄筋と一体になってコンクリートと鉄筋の定着を負担する構造体の総称**」とされている。

次に横拘束鉄筋は、以下の通りである。地震荷重の影響を受ける構造物において耐震設計を行う場合、じん性を考慮した地震時保有水平耐力によって照査を行う場合がある。このような構造物では、正負交番荷重の作用する状況で塑性ヒンジの形成を想定する部位、すなわち塑性ヒンジ区間を設けることがある。このような塑性ヒンジ区間では、配置される帯鉄筋や中間帯鉄筋は、せん断補強の目的だけではなく、コアコンクリートの拘束効果を期待した横拘束鉄筋として配置される。横拘束鉄筋は、部材に大きな地震荷重が繰り返し作用し、コンクリートに多数のひび割れが入った状態においても、軸方向鉄筋等が座屈変形することが無いように、軸方向鉄筋や帯鉄筋をつなぎとめる役割を果たさなければならない。すなわち、対象となる鉄筋がコンクリートと一体となって働くだけでなく、軸方向鉄筋や帯鉄筋等を繋ぎ止め横拘束力を消失させない役割を担っており、これまで半円形フックによる加工が基本とされてきた。つまり、横拘束鉄筋は通常のせん断補強鉄筋と比べ

て鉄筋端部に求められる性能のレベルが高く，こうした鉄筋に機械式鉄筋定着工法を適用するためには，部材の性状を適切に反映した検証試験データによる見極めが重要となる。

一方，塑性ヒンジ区間に求められる要求性能は，構造物が準拠する設計基準に定められているが，それは構造物の種類に応じて適用される設計基準によっては必ずしも同じではない。また，設計基準において適用範囲としているコンクリート強度や鉄筋の種類についても同一ではない。

したがって，横拘束鉄筋として機械式鉄筋定着工法を適用することを検討する場合には，構造物及び構造部位に応じて定められる要求性能や前提とすべき構造細目ならびに使用材料の範囲等について，適用する設計基準を確認する必要がある。

なお，橋梁床版等，疲労荷重の影響が大きい部材については，本ガイドラインでは対象としない。

1-2 対象とする機械式鉄筋定着工法

本ガイドラインで対象とする機械式鉄筋定着工法は，その性能に関して，公的認証機関による建設技術審査証明を受けたものとする。

【解説】

鉄筋端部のフックは曲げ加工寸法や加工方法等詳細が道路橋示方書に記述されており，標準化されている。しかし，機械式鉄筋定着工法には，定着端部の仕様や形状寸法，鉄筋径，鉄筋の種類等様々なものが存在し，各々の性能は異なったものとなる。これらの機械式鉄筋定着工法は，製造者の創意工夫によって工法が開発されており，JIS 規格といったような仕様の標準化はされていない。こうした状況から，当該の機械式鉄筋定着工法が，必要な性能を有しているかどうかを明確にするため，例えば土木研究センターのような認証機関による建設技術審査証明が活用可能である。建設技術審査証明を取得した機械式鉄筋定着工法は，それぞれ製品の性能を実証するための試験を行い，その試験結果に基づいて，開発目標に応じた性能を有していることを示す証明書が交付される。

現時点で土木構造物に使用することを目的として建設技術審査証明を取得している機械式鉄筋定着工法を表-解 1-2-1 にまとめる。なお，今後機械式鉄筋定着工法の開発促進に伴い，表-解 1-2-1 以外に新たに技術審査証明を取得する工法が開発されると予想される。また，既存の機械式鉄筋定着工法であっても，技術審査証明の内容を更新し，工法システムの仕様の拡張や性能の

改良が図られている場合がある。このため、技術審査証明の情報については、常に最新のものを把握しておくようにする必要がある。

表-解 1-2-1 機械式鉄筋定着工法一覧表：土木

平成 28 年 7 月 1 日現在

No	工法名	審査名称	審査番号	審査年月	鉄筋仕様	固定材材質	適用鉄筋径	コンクリート 強度 (N/mm ²)	定着体種別
				(更新)					
1	Tヘッド工法	土木研究センター	建技審証第0314号	2013.11 (内容変更・更新)	SD295～490	—	D10～51	24以上	加熱成形
2	Head-bar	土木研究センター	建技審証第0408号	2015.11 (内容変更)	SD295～490	SM490, S45C	D13～51	21以上	摩擦圧接工法
3	プレートフック工法	土木研究センター	建技審証第0511号	2015.11 (更新)	SD295～345	FCAD1200-2	D13～51	21以上	螺合グラウト固定
4	フリップバー	土木研究センター	建技審証第0903号	2014.04 (内容変更・更新)	SD295A～490	非調質鋼	D13～51	24～60	摩擦圧接接合
5	TPナット工法	土木研究センター	建技審証第1010号	2016.2 (内容変更・更新)	SD295～490	JIS G4051	D13～35	21以上	ネジ接合
6	タフナット	土木研究センター	建技審証第1301号	2013.4	SD295A～490	S45C熱処理品 または鍛造品	D13～51	24～60	螺合、嵌合鋼線 貫入による固定

2. 機械式鉄筋定着工法の適用にあたっての検討事項

2-1 原則

- (1) 機械式鉄筋定着工法を適用する範囲は、せん断補強鉄筋を基本とする。
なお、横拘束鉄筋に適用する場合は、構造物及び構造物部位に応じて求められる要求性能や前提とすべき構造細目ならびに使用材料の範囲等について、適用する設計基準を確認することとする。
- (2) 機械式鉄筋定着工法を適用する場合は、定着体が使用目的に対して有効に機能するように配置計画を立てるとともに、確実な定着効果が得られるように施工管理を行うこととする。

【解説】

(1) 機械式鉄筋定着工法を適用する範囲は、せん断補強鉄筋を基本とするが、横拘束鉄筋への適用も可能である。せん断補強鉄筋に適用する場合は2-3-1に従って判断すればよい。横拘束鉄筋に適用する場合は、繰返し荷重を受ける等、せん断補強鉄筋に比べて厳しい性能が要求されるため、2-3-2に従うとともに、適用対象となる部位もしくは部材に要求される耐震性能をふまえて判断しなければならない。

(2) 機械式鉄筋定着工法を適用した場合、鉄筋の定着力は、定着板を通じて周囲のコンクリートに伝達され、定着板周りのコンクリートに局所的な定着応力が作用することとなる。したがって、定着板から発生する定着力はコンクリート内部に向かうようにするとともに、かぶり側のコンクリートに定着反力が負担されることがないように定着体の配置計画を立てる必要がある。

例えば、はりやスラブ部材のせん断補強鉄筋で、引張鉄筋と圧縮鉄筋を取り囲んで、フックをつけて圧縮部コンクリートに定着する外周鉄筋や、柱や壁部材で軸方向鉄筋を断面周長方向に囲むせん断補強鉄筋に対しては、機械式鉄筋定着工法を使用してはならない。

また、定着板付近にコンクリートが確実に充填されるように施工を行うことも非常に重要である。機械式鉄筋定着工法の建設技術審査証明書には、施工に関する留意事項や定着体の製造に関する品質管理手法等を記載した技術資料が附属書として添付されるのが一般的である。これらの技術資料を順守し、施工品質が確保されるようにしなければならない。また、設計においてはコンクリートの施工方法を考慮した計画とする必要がある。

2-2 構造細目及び鉄筋種類の取扱いについて

(1) 機械式鉄筋定着工法を使用する場合、鉄筋の端部フックを除く構造細目については、設計対象の鉄筋コンクリート部材が準拠する設計基準に示される事項に従うこととする。

(2) 機械式鉄筋定着工法を使用する場合、使用する定着体の種類及びコンクリートの設計基準強度は、適用する鉄筋コンクリート部材の設計基準の範囲にあることを確認しなければならない。

【解説】

(1) 機械式鉄筋定着工法を使用する場合であっても、鉄筋の端部フックを除くかぶりやあきといった構造細目については、通常のフックを用いた場合と同様に、準拠する設計基準に示される事項に従わなければならない。

(2) 機械式鉄筋定着工法では、それぞれの工法ごとに、製造される鉄筋の強度や鉄筋径の範囲、適用の前提となるコンクリートの設計基準強度の範囲が設定されている。また、定着体の寸法に応じて、軸方向鉄筋等にかけるときの鉄筋径の組合せ等が定められている。

したがって、これらの条件が、適用する構造物の条件に適合していることを確認した上で、機械式鉄筋定着工法の選定をしなければならない。

2-3 機械式鉄筋定着工法の用途ごとの性能確認

2-3-1 せん断補強鉄筋への適用

(1) 構造物が準拠する設計基準において、鉄筋端部に定着体を取付けて機械的に定着する方法が構造細目として適用できることを確認しなければならない。

(2) 機械式鉄筋定着工法をせん断補強鉄筋に適用する場合には、定着体とコンクリートが一体となって働くように確実に定着され、所定のせん断補強効果が得られる工法を選定しなければならない。

(3) 建設技術審査証明等により以下の条件を満たすことが確認できる場合には、せん断補強鉄筋の端部は、鉄筋とコンクリートが一体となって働くように確実に定着されていると考えてよい。

①定着具及び鉄筋に使用されている材料が JIS 規格等の公的な品質規格に準拠していて機械的性質が明確にされている

- ②機械式鉄筋定着工法の適用方法や径、鉄筋の強度種類、制限事項等を明示している
- ③鉄筋の規格引張強さに相当する引張力が作用しても定着具の破壊が先行せず、標準フック鉄筋と比べて過大な拔出し量が生じない
- ④機械式鉄筋定着工法を適用したせん断補強鉄筋が、設計で想定するせん断補強効果を発揮する

【解説】

(1) 対象とする鉄筋コンクリート構造物が準拠する設計基準では、通常、構造細目に関する規定が設けられていて、鉄筋の定着方法もその中に示されている。鉄筋端部の定着方法については、標準となるフックの加工寸法が示されるほか、定着体を取付けて機械的に定着する方法も含まれる場合がある。例えば、道示Ⅲコンクリート橋編や道示Ⅳ下部構造編では、鉄筋定着のところで機械的な定着方法が含まれている。すなわち、定着部の要求性能が満たされていれば、機械的な定着方法が適用可能である。

要求性能を満たすかどうかの確認は設計段階で行う必要があるが、せん断補強鉄筋への適用に関しては、おおむね本条項の(2)及び(3)にしたがって検討するとよい。

(2) せん断補強鉄筋に定着体を取付けて機械的に定着する方法については、種々の構造が開発されているが、それぞれの構造について性能の検証がなされていることを確認した上で、適用することとなる。

適用の条件として、例えば道示Ⅳ下部構造編 7.6 解説(2), 1)には、鉄筋の定着方法が満足すべき事項について、以下のように示されている。

- i) 定着機構が明らかであること。
- ii) 定着機構が所要の性能を発揮するための適用条件が明らかであること。
- iii) 定着機構が所要の性能を発揮するための定着部(定着長として必要となる鉄筋部分とフック又は定着体を含む部位)の構造各部位について形状・寸法・強度等が明らかであること。
- iv) 定着機構が所要の性能を発揮するための定着部周辺のコンクリートの強度・補強方法等が明らかであること。
- v) 定着部に期待できる定着力を鉄筋の全強又はそれ以上とすることができること。

これらが満足されれば適用可能である。一般的には、例えば建設技術審査証明により、機械式鉄筋定着工法の性能評価結果や鉄筋の種類及び径、定着具の形状や寸法、使用上の制限事項等が示されているので、これらを確認して適用を判断することとなる。

(3)機械式鉄筋定着工法をせん断補強鉄筋として使用する場合において、(2)の解説 i)～v)に示した要求事項に基づいた、性能の評価内容に関する具体的な確認内容を示したものである。

一方、機械式鉄筋定着工法の性能評価方法は、「鉄筋定着・継手指針 [2007年版]」(土木学会)に示されており、建設技術審査証明での審査資料もこの指針を参考にして検証試験が実施されている。例えば、上記の i)～v)の要求事項との関連性をまとめると以下の表-解 2-3-1 のようになると考えられる。

表-解 2-3-1 設計基準における要求事項と建設技術審査証明事項の関連性

	建設技術審査証明の確認事項	「鉄筋定着・継手指針」に示される試験方法等
i) 定着機構が明らかであること	鉄筋の規格引張強さに相当する引張力が作用しても定着具の破壊が先行しない	定着具の引張試験及び勾配引張試験
ii) 定着機構が所要の性能を発揮するための適用条件が明らかであること	機械式鉄筋定着工法の適用方法や径、鉄筋の強度種類、制限事項等を明示している	資料による
iii) 定着機構が所要の性能を発揮するための定着部の構造各部位について形状、寸法、強度等が明らかであること	定着具及び鉄筋に使用されている材料がJIS規格等の公的な品質規格に準拠して機械的性質が明確である	
iv) 定着部周辺のコンクリートの強度、補強方法等が明らかであること	・定着具の破壊が先行せず標準フックと比較し過大な拔出し量とならない	・定着体の引抜き試験 ・鉄筋コンクリート梁供試体のせん断載荷試験
v) 定着部に期待できる定着力を鉄筋の全強又はそれ以上とすることができること	・設計で想定するせん断補強効果を発揮する	

上記の関係を踏まえ、建設技術審査証明の内容を確認し機械式鉄筋定着工法を適用するとよい。ただし、断面外周部に配置される帯鉄筋には機械式鉄筋定着工法を適用しない。

2-3-2 コンクリートの拘束効果を期待して配置する横拘束鉄筋への適用

(1) コンクリートの拘束効果を期待して配置するせん断補強鉄筋への機械式鉄筋定着工法を採用する場合は、設計で要求した性能を満足するか判断を行う必要がある。

(2) 横拘束鉄筋として適用する場合には、軸力の影響等を考慮した上で、適用の判断をすることが望ましい。

【解説】

(1) 例えば、道示V耐震設計編 10.8 解説(3), 4), iv)には、「近年、施工性の向上を目的として端部に定着体を取付けた鉄筋を中間帯鉄筋として用いることが提案されているが、その適用にあたっては、「下部構造編 7.6 の規定を満たすとともに、正負交番繰り返しの作用を受ける場合に鉄筋コンクリート橋脚としての破壊までの挙動も含めて鋭角フックや半円形フックと同等な効果が期待できることが実験により確認されていること、適用される橋脚の条件がその実験により検証された条件の範囲内にあること等に留意する必要がある」とされている。

したがって、道路橋示方書の要求性能を満足し、建設技術審査証明における性能評価結果を参照して、そこで性能が確認されている範囲での、せん断補強鉄筋への定着体の適用を検討する。

ここで、「下部構造編 7.6 の規定を満たす」ことは、2-3-1 に記載した内容を踏まえて判断するとよい。

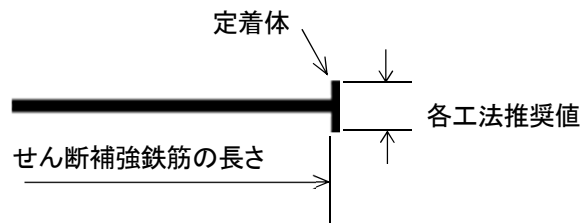
(2) 適用する構造物が、軸力が高い条件下や軸方向鉄筋量が多く軸方向鉄筋の負担する荷重が大きい等、塑性変形能の観点で厳しい条件の場合や、ラーメン橋脚のように作用軸力が変動しかつ限界状態を超えた段階までを設計で考慮する場合には、機械式鉄筋定着工法を用いた部材の性能が、従来の標準フックを用いた部材の性能と同等以上であることを、十分に検証を行う必要がある。

2-4 設計図面作成上の留意点

- (1) 定着体の使用位置は、設計図面上に明示する。
- (2) 定着体の寸法、形状、材質等、必要な情報を、鋼材表等に示す。
- (3) 定着体の配置方法については、かぶり詳細図等の特記する。

【解説】

(1) 半円形フック、鋭角フックまたは直角フックに代えて定着体とするせん断補強鉄筋、あるいは、半円形フックまたは鋭角フックに代えて定着体とする横拘束鉄筋は、設計図面及び鉄筋加工図上に明示する。例えば、以下のように表記できる。



図解-2-4-1 定着体の表記方法

(2) 定着体の形状、寸法の詳細については、鉄筋加工図、あるいは鋼材表に明示する。

(3) 設計図面には、半円形フック部、直角フック部とは別に、かぶり詳細図を添付し、定着体の配置方法の留意点、特にかけられる鉄筋に対する定着体のかけ方について特記するのがよい。

注記として、「施工者は、使用製品の性能と施工方法、管理方法の承認を得て工事を実施すること」と記載を行うのがよい。

参考資料

ガイドライン作成に際し各種実績調査を行った。その結果を以下に示す。調査項目として以下を検討した。

- ・機械式鉄筋定着工法一覧
- ・機械式鉄筋定着工法実績

機械式鉄筋定着工法一覧は、各認証機関において認証された各工法について、土木部門と建築部門とに分けて、各工法の特徴を総括表形式で取りまとめた。

機械式鉄筋定着工法実績は、各工法製造会社の協力のもと、今までの採用実績について、工事件数、納入本数の種分けで、各発注者別、各構造物別、各用途別、各部材別に集計し整理した。今後の採用予測、新工法開発等に役立つものとする。

1. 機械式鉄筋定着工法データ

1-1 土木工法データ

機械式鉄筋定着工法一覧表：土木										平成28年7月1日現在	
No	工法名	審査名称	審査番号	審査年月 (更新)	鉄筋仕様	固定材質	適用鉄筋径	コンクリート 強度(N/mm ²)	定着体種別		
1	Tヘッド工法	土木研究センター	建技審証第0314号	2013.11 (内容変更,更新)	SD295~490	-	D10~51	24以上	加熱成形		
2	Head-bar	土木研究センター	建技審証第0408号	2015.11 (内容変更)	SD295~490	SM490, S45C	D13~51	21以上	摩擦圧接工法		
3	プレートフック工法	土木研究センター	建技審証第0511号	2015.11 (更新)	SD295~345	FCAD1200-2	D13~51	21以上	螺合グラウト固定		
4	フリップバー	土木研究センター	建技審証第0903号	2014.04 (内容変更,更新)	SD295A~490	非調質鋼	D13~51	24~60	摩擦圧接接合		
5	TPナット工法	土木研究センター	建技審証第1010号	2016.2 (内容変更,更新)	SD295~490	JIS G4051	D13~35	21以上	ネジ接合		
6	タフナット	土木研究センター	建技審証第1301号	2013.4	SD295A~490	S45C熱処理品 または鍛造品	D13~51	24~60	螺合、嵌合鋼線 貫入による固定		

機械式鉄筋定着工法一覧表：建築										平成28年7月1日現在	
No	工法名	審査名称	審査番号	審査年月 (更新)		鉄筋仕様	固定材材質	適用鉄筋径	コンクリート 強度 (N/mm ²)	定着体種別	
				2010.12	2013.11						
1	オニプレート 定着工法	日本建築総合試験所	GBRC性能証明第12-07号改7	2010.12	2013.11	SD345~490	FC700-2, FCAD1200-2	D19~41	21~60	ねじ筋嵌合 グラウト 充填方式	
		建築構造技術支援機構	SABTEC評価12-03R1	2013.11	2015.08	SD345~490 OSD590, 685	FCAD1200-2	D19~41 D29~41	21~60 45~120		
2	FRIP定着工法	コベルコ科研	—	2015.08	2010.12	SD345~490	FCAD1200-2	D25~51	24以上	摩擦圧接接合	
		日本建築総合試験所	GBRC性能証明第02-19号改5	2010.12	2013.11	SD295A~490	非調質鋼	D13~41	21~60		
3	EG定着板工法	建築構造技術支援機構	SABTEC評価12-03R1	2013.11	2007.7	SD295A~490	非調質鋼	D13~41	21~60	摩擦圧接工法	
		日本建築総合試験所	GBRC第01-13号改2	2007.7	2015.12	SD295~490	S45C	D13~51	21~60		
4	スクリーン プレート工法	建築構造技術支援機構	SABTEC第12-05R1	2015.12	2013.10	SD295~685	S45C or 非調質鋼	SD590と685 : D35~D41	21~120	摩擦圧接工法	
		日本建築センター	BCJ評定-RC0287-03	2013.10	2007.11	SD295~685 SD295~490	-	D19~41 D19~41	21~120 45~120		
5	プレートナット工法	日本建築総合試験所	GBRC第02-15号改6	2007.11	2015.8	USD590A, B	FCAD1200-2	D19~41	21~60	機械式定着	
		日本建築センター	BCJ評定 RC0152-08	2015.8	2016.1	SD295~490	FCAD1200-2	D16~41	21~60		
6	ネジコン定着工法 -ねじふし鉄筋 を用いた 機械式定着工法-	日本建築センター	BCJ評定 RC0213-04	2016.1	2014.7	USD590~685	FCAD1200-2	D19~41	45~120	螺合グラウト 固定	
		ベターリビング	CBL RC002-10号	2014.7	2004.1 (有効期間無)	SD295~390	FCAD1200-2	D13~41	21~45		
7	タフ定着工法 (タフネジナット)	建築技術性能証明書	GBRC性能証明第03-13号	2004.1 (有効期間無)	2014.3	SD295A~490	SC鋼, 快削鋼 SM鋼, SNR鋼 SCM鋼 S××CS鋼 FCAD1200	D19~41	21~60	螺合グラウト 固定	
		建築構造技術支援機構	SABTEC第12-02R2	2014.3	2011.1	SD345~490 USD590B, 685A, 685B	FCAD1200-2	D19~41 D19~41	21~60 45~120		
8	タフ定着工法 (タフヘッド)	日本建築総合試験所	GBRC第00-06号改4	2011.1	2014.3	USD590	FCAD1200-2, 1400-1	D19~41	45~120	摩擦圧接工法	
		建築構造技術支援機構	SABTEC第12-02R2	2014.3	2011.3	SD295A~390	S45C熱処理品	D13~41	21~60		
9	プレート定着型 せん断補強筋 Head-bar工法	日本建築総合試験所	GBRC第00-06号改4	2011.3	2014.10	SD295A~390	S45C熱処理品	D13~41	21~60	摩擦圧接接合	
		都市居住評価センター	UHEC評定-構26002	2014.10	2011.3	SD295A~390	SM490, SN490, S45C	D13~38	21~60		
10	Head-bar定着工法 (主筋定着)	日本建築総合試験所	GBRC性能表明第10-27号	2011.3	2015.3	SD295A~490	S45C (非調質)	D13~41	21~60	摩擦圧接接合	
		日本建築総合試験所	GBRC性能表明第01-11号改	2015.3	-	SD295A~490	-	D10~41	21~60		
11	Tヘッド工法	日本建築総合試験所	GBRC性能表明第01-11号改	2015.3	-	SD295A~490	-	D10~41	21~60	加熱成形	

2. 機械式鉄筋定着工法実績調査

2-1 実績調査アンケート結果

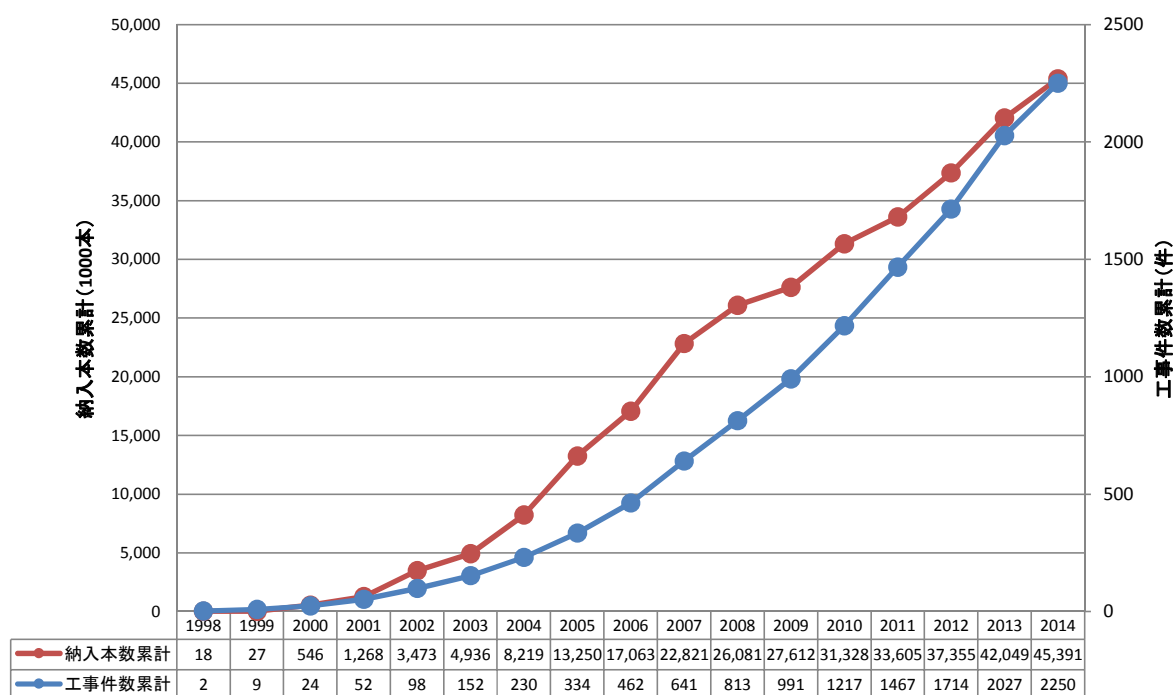
会社名	工法	工事件数	納入本数
第一高周波工業	Tヘッド工法	1,167	12,523,385
VSL JAPAN	ヘッドバー工法	851	32,286,500
東京鉄鋼	プレートフック・プレートナット工法	201	289,843
共英製鋼	タフヘッド工法	54	658,872
伊藤製鐵所	フリップバー工法	26	260,436
朝日工業	スクリュープレート工法	8	1,839
合計		2,307	46,020,875

2-2 集計結果

(1) 年度別の採用状況

1) 納入本数, 採用工事件数の推移

機械式鉄筋定着工法 納入本数、採用工事件数の推移

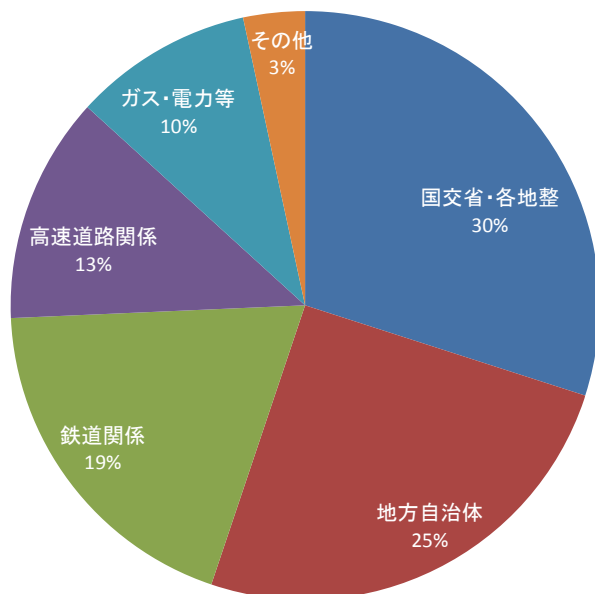


※年度はメーカーの納入実績（契約年）による。

※海外プロジェクトを含む

(2) 発注者別の採用状況

1) 採用工事件数の割合

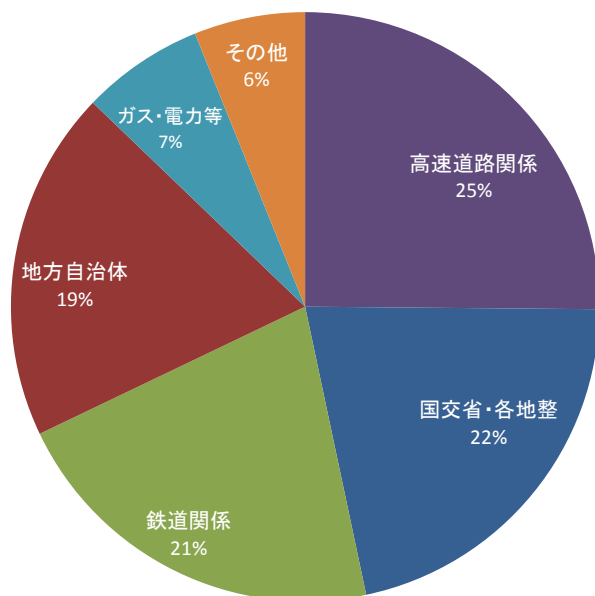


調査データ(1998年～2014年累計)

発注者名	採用工事件数
国交省・各地整	674
地方自治体	567
鉄道関係	431
高速道路関係	280
ガス・電力等	222
その他	76
合計	2,250

※発注者不明の調査データを除く

2) 納入本数の割合



調査データ(1998年～2014年累計)

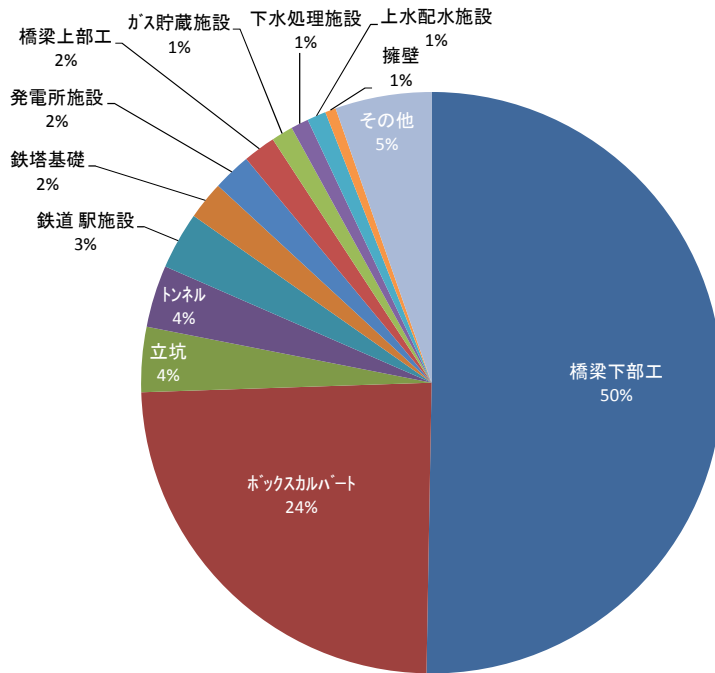
発注者名	納入本数
高速道路関係	11,428,317
国交省・各地整	9,797,043
鉄道関係	9,649,813
地方自治体	8,763,077
ガス・電力等	3,054,731
その他	2,777,709
合計	45,470,690

※発注者不明の調査データを除く

※その他は民間，大学等。

(3) 構造物別の採用状況

1) 工事件数の割合

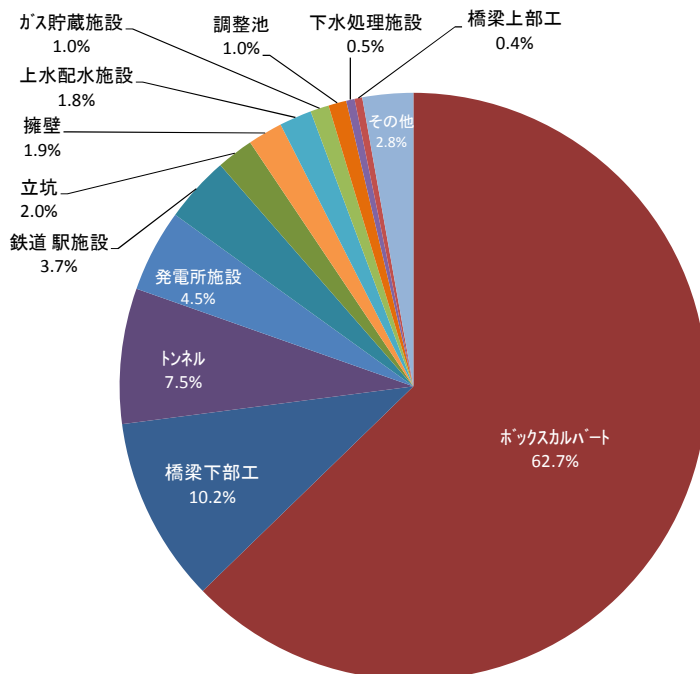


調査データ(1998年～2014年累計)

構造物名	採用工事件数
橋梁下部工	918
ボックスカルバート	442
立坑	66
トンネル	63
鉄道 駅施設	58
鉄塔基礎	39
発電所施設	39
橋梁上部工	33
ガス貯蔵施設	22
下水処理施設	18
上水配水施設	19
擁壁	11
その他	98
合計	1,826

※構造物不明の調査データを除く

2) 使用本数の割合



調査データ(1998年～2014年累計)

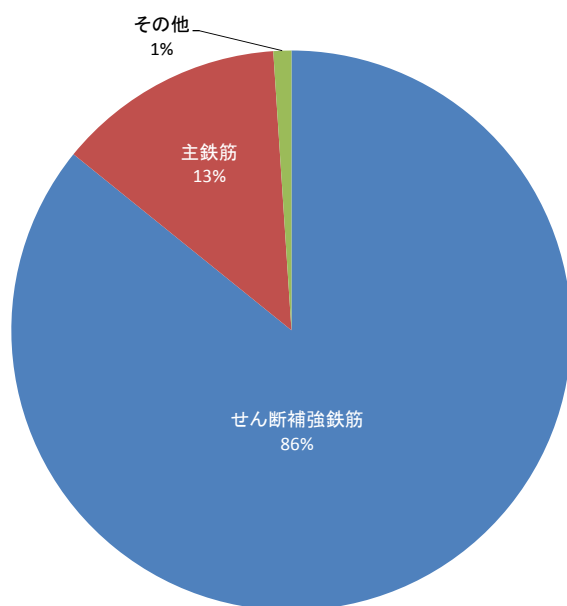
構造物名	納入本数
ボックスカルバート	26,734,890
橋梁下部工	4,356,070
トンネル	3,183,187
発電所施設	1,933,688
鉄道 駅施設	1,556,437
立坑	870,001
擁壁	812,969
上水配水施設	759,492
ガス貯蔵施設	431,109
調整池	427,000
下水処理施設	196,020
橋梁上部工	178,820
その他	1,185,882
合計	42,625,565

※構造物不明の調査データを除く

※その他は雨水貯留槽，防潮堤，ダム，護岸構造物，樋門等多種。

(4) 鉄筋用途別の採用状況

1) 工事件数の割合

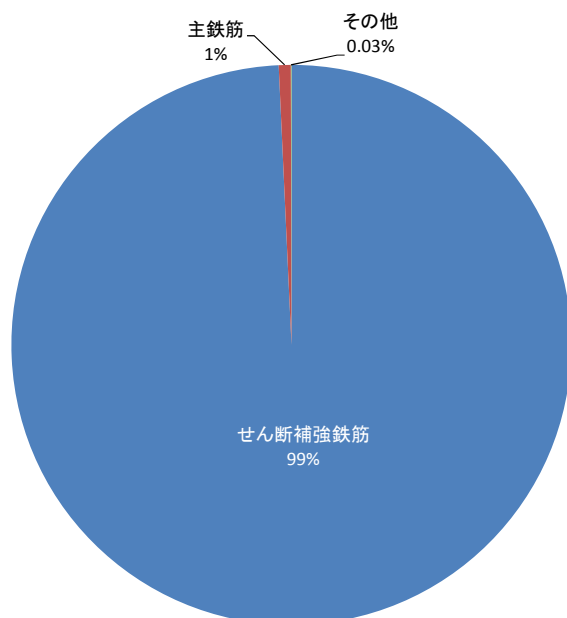


調査データ(1998年～2014年累計)

鉄筋用途名	採用工事件数
せん断補強鉄筋 (中間帯鉄筋含む)	1,992
主鉄筋	305
その他	24
合計	2,321

※鉄筋用途不明の調査データを除く

2) 使用本数の割合



調査データ(1998年～2014年累計)

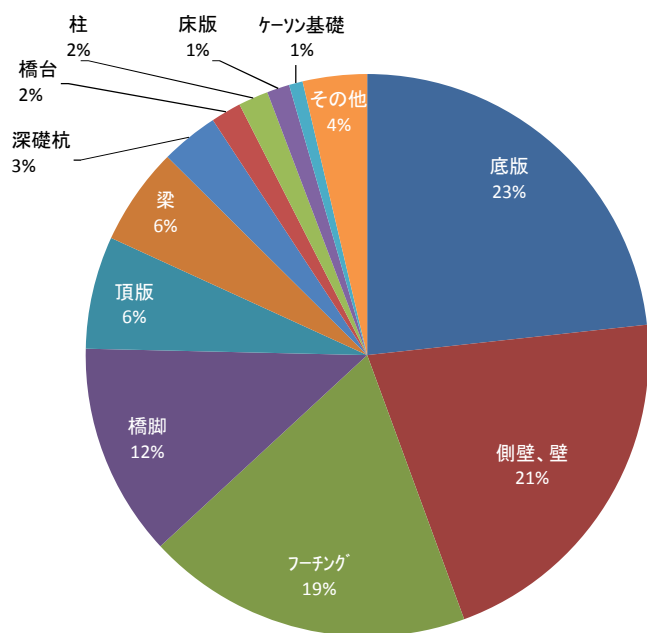
鉄筋用途名	納入本数
せん断補強鉄筋 (中間帯鉄筋含む)	45,314,638
主鉄筋	317,792
その他	15,610
合計	45,648,040

※鉄筋用途不明の調査データを除く

※その他は補強鉄筋，アンカー，杭頭補強筋等。

(5) 部材別の採用状況

1) 工事件数の割合



調査データ(1998年～2014年累計)

部材名	採用工事件数
底版	625
側壁、壁	568
フーチング	503
橋脚	329
頂版	174
梁	151
深礎杭	89
橋台	47
柱	46
床版	35
ケーソン基礎	21
その他	99
合計	2,687

※適用部材不明の調査データを除く

※構造物毎の部材名称の分類

橋梁構造物： ケーソン基礎，深礎杭，フーチング，橋脚，橋台，梁，床版（上部工）等
 ボックスカルバート，その他構造物： 底版，側壁，壁，頂版，梁，柱 等

※その他は，インバート，アンカー等多種