

建設技術審査証明における機械式鉄筋定着工法

柴田辰正・平林克己・中野正則

1. はじめに

兵庫県南部地震以降の耐震設計規定の改定に伴う鉄筋の高密度化によって、土木学会標準示方書に示されている従来の標準フック鉄筋を用いた鉄筋の定着工法は、施工が難しく、施工時間、組立て費用などの増大をまねいている。また、鉄筋の高強度化や太径化によって、鉄筋の曲げ加工が困難になるなど問題点が増加している。

このような標準フック鉄筋の問題を解決するために、鉄筋の端部に定着板等を取り付けた機械式定着技術が開発されてきており、使用実績も増加している。

機械式鉄筋定着工法（以下「定着工法」という。）には、後述のように様々な仕様や製造方法があることから、（一財）土木研究センター（以下「土木研究センター」という。）では、従来から建設技術審査証明（以下「審査証明」という。）において、個々の定着工法に関し、対象となる構造物に対し、必要となる性能や適用範囲などを審査し、証明を行ってきた。

そのような中で、最近では国土交通省が掲げる、i-Constructionの一環として、現場打ちコンクリートの生産性向上を図るための課題に対応すべく、鉄筋加工や組立ての省力化があげられている。その取り組みの具体として、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に、機械式定着工法技術検討委員会（委員長：久田真東北大学教授）において技術的な留意事項を取りまとめた「機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン」¹⁾（以下「ガイドライン」という。）が作成された。

本報では、ガイドラインでその意義が位置づけられた土木研究センターの審査証明における定着工法技術について、審査証明の方法、結果の例を記すとともに、ガイドラインにおける審査証明の位置づけを紹介する。

2. 定着工法の概要

定着工法は、鉄筋の端部に定着板等の定着具（以下「定着具」という。）を取り付けて機械的に定着するものであり、直角フックや半円形フックで構成されていた部分が、定着具に替わることとなる。

図-1に示すように従来工法と定着工法を比較すると、半円形フック鉄筋を差し込む手間がなくなることから、現場における鉄筋組立作業が簡略化され、施工の省力化、急速化につながる。また、鉄筋の重ね継手部分をなくすることができるため、鉄筋の節約、構造の軽量化にもなる。

標準フックと同様に扱うことが可能な場合の定着具は、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を定着具とすると施工の効率が改善できる。

支圧力を与える定着具（板またはこぶ状の部分）と鉄筋との接合方法には、いくつかの種類があり、ねじ加工によるもの、溶接によるもの、摩擦圧接によるもの、高周波誘導加熱により鉄筋から直接成形するものなどがある。

3. 定着工法の審査証明技術の概要

3.1 審査証明技術の事例

土木研究センターにおいて審査証明が交付されている定着工法を表-1および図-2に示す。

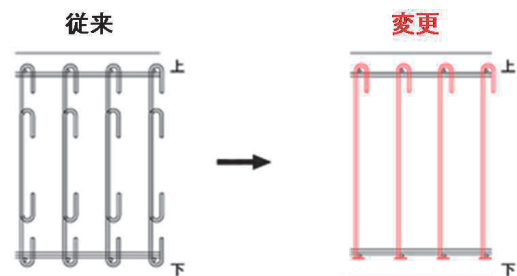


図-1 従来工法を機械式定着工法に変更した一例¹⁾

表-1 土木研究センターにおいて審査証明書を交付している定着工法

| No. | 名称 | 証明番号 | 定着具 | | 対象鉄筋 | | コンクリート強度(N/mm ²) |
|-----|----------|------|----------------------|----------------|---------|--------------|------------------------------|
| | | | 接合方法 | 材質 | 呼び名 | 種類 | |
| 1 | Tヘッド工法鉄筋 | 0314 | 鉄筋を加熱成形 | (鉄筋母材) | D10~D51 | SD295~SD490 | 24以上 |
| 2 | Head-bar | 0408 | 摩擦圧接 | SM490、S45C | D13~D51 | SD295~SD490 | 21以上 |
| 3 | プレートフック | 0511 | ねじ筋鉄筋に螺合、グラウト注入 | FCAD1200-2 | D13~D51 | SD295~SD345 | 21以上 |
| 4 | フリップバー | 0903 | 摩擦圧接 | 非調質鋼 | D13~D51 | SD295A~SD490 | 24~60 |
| 5 | TPナット鉄筋 | 1010 | 鉄筋をネジ加工接合 | JIS G 4051 | D13~D51 | SD295~SD490 | 21以上 |
| 6 | タフナット | 1301 | ねじ筋鉄筋に螺合、嵌合鋼線嵌入により固定 | S45C熱処理品または鍛造品 | D13~D51 | SD295A~SD490 | 24~60 |

いずれも鉄筋端部に板状の部材（定着具）が取り付けられており、反対側が半円形フックの場合、あるいは、反対側にも同じ定着具を取り付ける場合がある。

ほとんどの技術が、鉄筋の種類はSD295～SD490、呼び名はD13～D51となっている。また、適用するコンクリートの強度は一般的な24N/mm²程度が多いが、60N/mm²の高強度コンクリートへ適用できるものもある。

3.2 審査証明の内容

土木学会では、1982年に「鉄筋継手指針」を定め、その後開発された新たな継手および定着の記述を加え、2007年に「鉄筋定着・継手指針」[2007年版]²⁾を制定している。一方、土木研究センターにおいては、「鉄筋定着・継手指針」の規定を参考に、審査対象となる定着工法について、試験結果を基に性能を確認し、審査証明書を交付している。

定着工法の審査証明における主な開発目標は、①定着具の強度、②せん断補強鉄筋としてのせん断補強性能、③横方向鉄筋の拘束性能である。以下にその主な内容と試験方法や試験結果の例を示す。

1)定着具の強度

審査証明では、開発目標を以下としている。

- ①定着具の引張強度が、使用する鉄筋の引張強度以上で、母材破断すること
- ②定着具の斜め引張強度が、使用する鉄筋の引張強度以上で、母材破断すること

これらのうち、②の斜め引張強度は、図-3に示



図-2 土木研究センターにおいて審査証明書を交付している定着工法の概要図

す治具を用いて引張試験を行い、使用する鉄筋の規格引張強さ以上であることを確認している。

2)せん断補強鉄筋のせん断補強性能

審査証明では、開発目標を以下としている。

- ①機械式定着具に引張力が作用した場合の定着性能は、半円形フック鉄筋と同等であること。
- ②機械式定着具を用いたせん断補強鉄筋のせん断補強性能は、半円形フック鉄筋と同等であること。

これらのうち、①の定着性能は、図-4に示す試験体を用いて、コンクリート中に定着された鉄筋の引抜き試験により確認を行っている。

土研センター

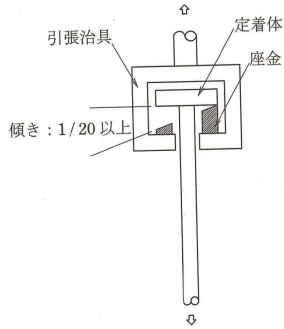


図-3 斜め引張強度試験の治具

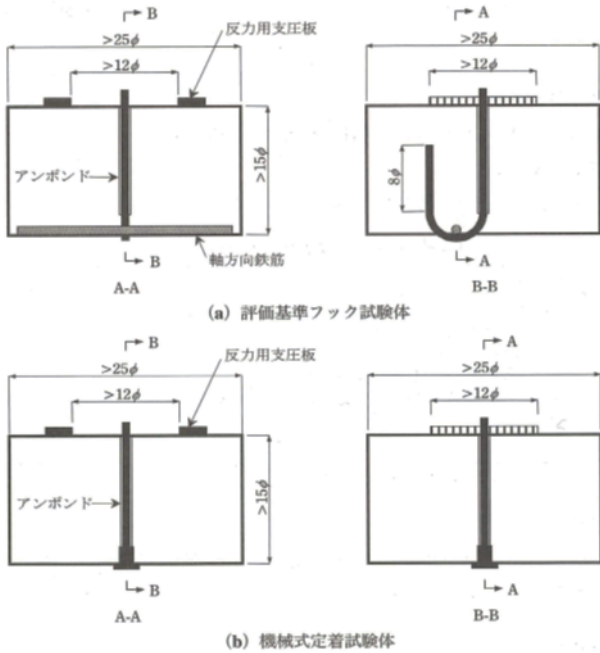
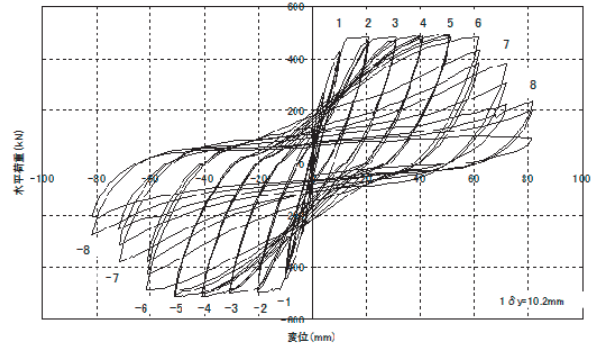


図-4 横方向鉄筋の引抜試験
(図中のφは、使用している鉄筋の直径)

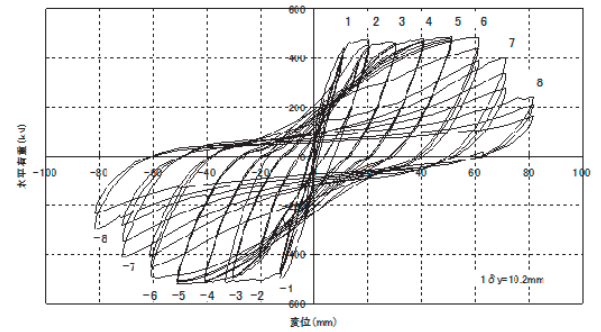


写真-1 梁部材のせん断載荷試験結果の例

また、②のせん断補強性能は、せん断補強鉄筋に標準フック鉄筋と定着工法を用いた梁部材のせん断載荷試験を行い、それぞれの部材のせん断耐力を比較している。写真-1に試験後の破壊状況の例を示す。



(a)半円形フック



(b)定着工法

図-5 交番載荷試験の荷重-変位曲線の例



(a)半円形フック (b)定着工法

写真-2 交番載荷試験の破壊状況の例

3)横方向鉄筋の拘束性能

審査証明の開発目標は、定着工法を用いた横方向鉄筋（中間帯鉄筋）の拘束性能が終局変位において半円形フック鉄筋と同等であることとしている。

これは、柱部材の耐震性能（じん性）を確認するものであり、性能確認の方法は、中間帯鉄筋に標準フック鉄筋と定着工法を用いた柱部材の交番載荷試験を行い、それぞれの部材の曲げ耐力と終局変位を比較している。

図-5に、交番載荷試験の荷重変位-曲線の例を示す。また、写真-2に試験後の破壊状況の例を示す。

4. ガイドラインにおける審査証明の位置づけ

1.に述べたように、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が作成された。

ガイドラインでは、「本ガイドラインで対象とする定着工法は、その性能に関して、公的認証機関による審査証明を受けたものとする。」とし、解説の表の中に表-1に示した技術が示されている。

また、ガイドラインでは、「定着工法の適用にあたっての検討事項」において、せん断補強鉄筋への適用に関しては、「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。」とし、次の①～④を示している。

- ①定着具およ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抜き出し量が生じない。
- ④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。

さらに、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に関しては、解説において道路橋の鉄筋コンクリート橋脚部を例示し、「道路橋示方書の要求性能を満足し、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。」としている。

5. おわりに

本報では、ガイドラインで位置づけられた審査証明における新設の鉄筋コンクリート構造物の機械式鉄筋定着工法について報告したが、土木研究センターでは、あと施工のせん断補強鉄筋についても多くの技術の審査証明を行っている。

建設事業における生産性向上という大きな改革が進められているが、そのためには優れた新技術を活用することが重要である。土木研究センターは、新技術の開発を支援する審査証明事業において、学識経験者および当センターの専門技術者による審査証明委員会を設け、開発の趣旨、開発目標および技術内容、既存の技術との対比、実績等について審査を行い、使用現場の適正判断を容易にして、技術の早期普及を図っている³⁾。

今後も、土木研究センターでは、より広い視野の下で、精緻な検討を行い、信頼性の高い審査証明を行って行きたいと考えており、関係の皆様のご理解、ご協力をお願いする次第である。

参考文献

- 1) 機械式鉄筋定着工法技術検討委員会：機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドライン、平成28年7月
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー128 鉄筋定着・継手指針[2007年版]、2007.8
- 3) 大田孝二、平林克己、中野正則：土木研究センターにおける建設技術審査証明事業について～信頼性の高い新技術の開発・普及の支援～、土木技術資料、第58巻、第9号、pp.56～59、2016

柴田辰正



(一財) 土木研究センター
企画・審査部付部長
Tatsumasa SHIBATA

平林克己



(一財) 土木研究センター
企画・審査部次長
Katsuki HIRABAYASHI

中野正則



(一財) 土木研究センター
理事長
Masanori NAKANO