

鉄筋継手の最新動向

— RC 建造物の生産性向上に寄与する鉄筋継手 —

公益社団法人 日本鉄筋継手協会理事 笹谷 輝勝

1. はじめに

近年、建設業界は、熟練技術者の高齢化、人手不足が深刻化している。特に、若い世代の建設業への魅力が低くなっているような気がする。その要因の一端として、(株)電通の過重労働の問題等が受け止められている。これを受けて、建設業全体が週休二日制導入に向け、大きく舵を切り始めている。労働時間の短縮施策としては、適切な工期の設定以外に、ITの活用、単純作業のロボット化等、より一層の合理化施工に向けた取組みが加速している。一例として、鉄筋コンクリート建造物は、足場、支保、鉄筋、型枠、コンクリートの順で施工されることが多いが、これら一連の作業を工場で行い、現地で組み立てるプレキャスト工法(写真-1, 2)、工場等で鉄筋を先組みして現地で鉄筋継手を用いて接合する鉄筋先組み工法(写真-3)等が有力視されている。ここでは、両工法で必要不可欠な鉄筋継手について、機械式継手を中心に最新の動向を紹介させていただく。

2. 鉄筋継手の種類

そもそも鉄筋継手がなぜ必要かについて説明させていただく。その理由の1つに、運搬上の制限がある。鉄筋(棒鋼)の製造は、圧延ラインの長さで製造長さが決まるが、それを運搬して工場、作業現場に搬入する際、公道を走行する上での運搬上の制限として鉄筋の長さは一般的には12mまでとなる。2つ目として、施工上の制約である。これには、コンクリートの打設ブロック設定上の制約と鉄筋の揚重・小運搬上の長さ重量の制約がある。これらの制約上、鉄筋を1本ものとして設計する上で、鉄筋継手が必要となる。設計上は、鉄筋の径、種類(鋼種)や作用する応力の大きさ、塑性化する領域の有無等により鉄筋継手を使い分けている。

鉄筋継手は、図-1に示すように、大別して重ね継手、ガス圧接継手、機械式継手、溶接継手がある。それぞれ応力伝達機構が異なることから、適材適所で使用されている。ここでは、紙面の関係上、応力伝達機構の説明を割愛させていただく。

従来、鉄筋のガス圧接法は、酸素・アセチレンガス炎を熱源とする方法が一般的である。アセチレンガスを使用した圧接工法としては手動ガス圧接、自動ガス圧接および赤熱の圧接部をせん断刃で押し切る熱間押抜ガス圧接がある。近年は、アセチレンガスに比べて取扱いが容易で、低温時におけるガスの安定供給に優れた天然ガスを用いるガス圧接として、還元材となる高分子有機化合物のポリスチレンと銅製リングを圧接端面間に介在させる高分子天然ガス圧接が開発されている。また、水素ガス60%容量とエチレンガス40%容量からなる混合ガスである水素・エチレン混合ガス圧接が開発されている。このガス圧接は、逆火および空気より軽く滞留しにくく、アセチレン容器の爆発事故の原因である自己分解爆発が起こらないなどの利点を有している。これらの新しいガス圧接の開発には、アセチレンガスと比較して、炭酸ガス(CO₂)の排出量が低く、温室効果ガス低減に貢献すること、アセチレンガスの生産量が減少し、価格の高騰も進みつつあり、他産業においてアセチレンガスから他のガスへの代替が進んでいる背景がある。なお、これらすべてのガス圧接継手は圧接継手性能判定基準でA級継手の性能を満足している。施工に際しては、各々JISの規定に定める技量資格が必要となる。

機械式継手は、鉄筋の太径化・高強度化に伴い開発された鉄筋継手である。主に、プレキャスト部材、鉄筋先組み工法の鉄筋の接合に使用される。近年においては、鉄筋工事の合理化・工期短縮のた

めにガス圧接継手の代替えに使用される例も見られる。機械式継手には、ねじ節鉄筋の接合に使用するねじ節鉄筋継手、異形鉄筋の接合に使用するモルタル充填



写真-1 プレキャスト工法(梁)の例

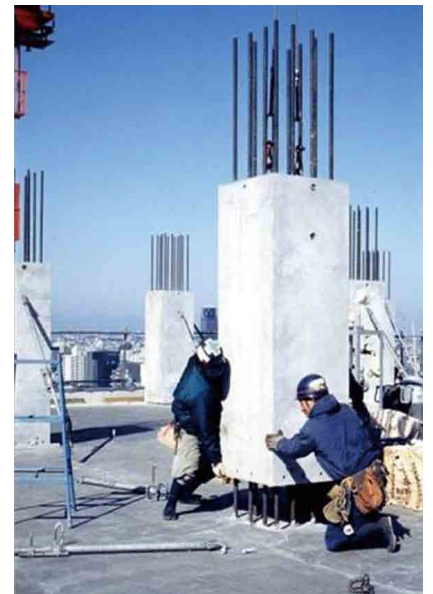


写真-2 プレキャスト工法(柱)の例



写真-3 鉄筋先組み工法の例

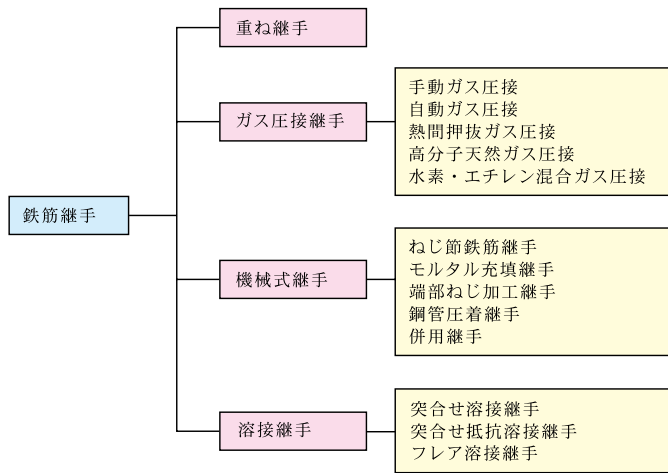


図-1 鉄筋継手の種類の一例

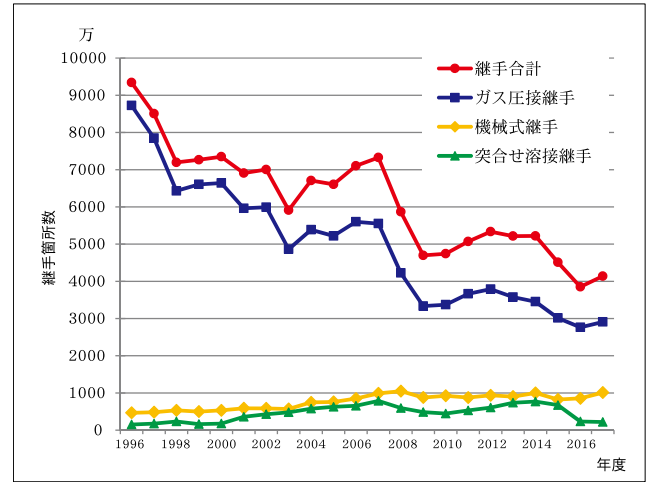


図-2 鉄筋継手工法別施工実績の推移

継手および鋼管圧着継手、鉄筋端部に摩擦熱等を利用してネジを圧着しネジ部をカプラーで接合する端部ねじ加工継手およびこれら機械式継手を併用した併用継手がある。機械式継手の性能ランクはSA級、A級、B級、C級がある。多くの機械式継手は、第三者機関よりA級性能の評価を受けている。施工に際して、作業従事者は各々の機械式継手メーカーの講習会を受講する必要がある。また、施工プロセスの管理が重要な継手である。

溶接継手は、突合せ溶接継手、突合せ抵抗溶接継手、およびフレア溶接継手がある。突合せ溶接継手は、ガスシールドアーク半自動溶接装置を用いた突合せ溶接を指す。具体的には、鉄筋端面間に10mmから15mm程度の隙間を設け、隙間を溶けた溶材が漏れないように裏当材を設置し溶材を溶かし込む溶接工法である。裏当材の種類によって、裏当材が残置するものがある。施工に際しては、JISに規定する鉄筋溶接技量資格が必要である。突合せ抵抗溶接継手は工場で閉鎖型せん断補強筋を製造する際に使用される溶接継手であり、アップセット溶接とフラッシュ溶接がある。アップセット溶接は端面を突き合わせ、加圧・通電しながら抵抗発熱で行う溶接である。フラッシュ溶接は、端面を接触させた状態で通電し、接触部をフラッシュ（火花）として熔融飛散させた後、加圧・通電して行う溶接である。いずれも加圧により溶接部はわずかに膨らむ。

3. 鉄筋継手の施工実績推移

1996年以降のガス圧接継手、機械式継手、溶接継手について継手施工実績の推移を図-2に示す。1996年以降2003年までは鉄筋継手総数は減少傾向であったが、2003年から2007年にかけては、再び微増していた。しかし、2008年度の調査では前年に対して80.8%に減少、2009年度も対前年80%となり、最盛期(1996年度)の50%まで減少し、2年連続で継手箇所数は大幅に減少した。2010年度以降は3年連続で微増傾向であったが、2013年度以降は、また、減少傾向で、2015年度、2016年度とも、対前年比で85%まで減少し、2009年度の施工数よりも減少している。2017年度の継手工法別シェアはガス圧接継手が70.3%、機械式継手が24.4%、溶接継手は5.3%であった。このように、鉄筋コンクリート構造物の減少と鉄筋の太径化・高強度化に伴い、鉄筋継手も減少傾向にあるが、その中で機械式継手は増加傾向にある。これは、鉄筋コンクリート構造物の大型化や耐震化に伴い、鉄筋継手も太径化・高強度化が進むと同時に、特に建築分野では、プレキャスト工法、先組み鉄筋工法等の工業化工法への機械式継手の適用が増えていることが要因と云える。

4. 国土交通省および(公社)土木学会の動向

前述のように、わが国の建設業界では、少子高齢化による生産年齢人口の減少と熟練技術者の大量離職が危惧されており、建設現場の生産性向上と新たな担い手確保のための魅力向上が重要な課題とされ

ている。そのため、国土交通省は、2015年12月に土木分野における建設現場の生産性向上と魅力ある建設現場の創出による人材確保を実現すべく「i-Construction」¹⁾の施策の一つとして“規格の標準化(コンクリート工)”を推進している。その一環として、機械式継手に関して、プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドラインおよび現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドラインが策定された。また、機械式定着に関して、機械式鉄筋定着工法の配筋設計ガイドラインが策定されている。これらを受けて、(公社)土木学会では、2016年12月にコンクリートライブラリー148「コンクリート構造物における品質を確保した生産性向上に関する提案」²⁾を発刊している。このライブラリーは、現状のコンクリート工場の生産性を阻害している要因を抽出し、各方面に対して品質を確保した上で生産性の向上を図るための具体的な提案を示す内容となっている。また、(公社)土木学会では、鉄筋定着・継手指針[2007年版]³⁾の改定作業を進め、プレキャストコンクリートへの活用および鉄筋組立ての施工性改善を前提とした同一断面での機械式継手の設計・照査のあり方および施工・品質管理体制のあり方を整備して、2019年度中の発刊を予定している。これらの動きにより、今後は、土木の建設現場における「生産性向上」を目的とした研究開発や施工方法の改善等がより一層活発になるものと考えられる。

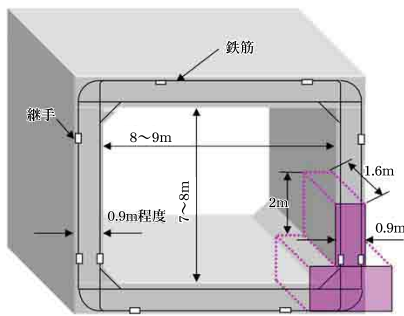


図-3 試験体概要



写真-4 試験体外観

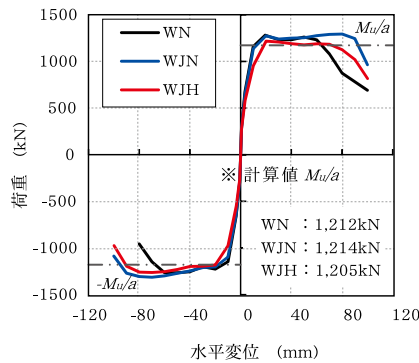


図-4 荷重と水平変位の包絡線



写真-5 現場適用状況

5. 機械式継手の新たな取組み

機械式継手の新たな取組みとして、筆者が開発に関わった事例を紹介する。機械式継手は、施工指導を受けることで誰でも容易に施工ができ、且つその手順を順守すれば必要な性能が得られ、個人の力量差が生じ難い継手である。土木構造物においては、隣接する鉄筋の継手は、一般的に千鳥配置とするため、非効率な作業とならざるを得ないのが現状である。例えば、道路下に開削し、覆工して施工するボックスカルバートのような壁状構造物では、施工上の制限が多く、地上で施工する場合に比べて継手箇所数が多くなる。場合によっては、鉄筋の継手位置が作業足場の上下に隔てられる場合があり、施工および施工管理上での負担が増加し、機械式継手を使用する場合でもメリットを十分に活かしきれないことがある。機械式継手のメリットを十分に活かすためには、継手を同一断面に設けることが必要であり、これは、機械式継手の位置が作業足場の上下に隔てられることがなく、生産性向上に対する有効な手段といえる。そこで、機械式継手の力学的性状を検証することを目的として、ねじ鉄筋継手を使用した実大規模の載荷実験を実施し、塑性化する部位に機械式継手を設けても機械式継手がないものと同様な耐力およびひび割れ性状を有することを検証した⁴⁾。図-3は試験体概要、

写真-4は試験体外観および図-4は荷重と水平変位の包絡線である。凡例のWNは機械式継手がない試験体、WJN、WJHは機械式継手を同列配置した試験体で、それぞれ鉄筋の鋼種を変えた試験体である。写真-5は、この実験結果を基に、現場適用を図った適用状況である。

6. (公社) 日本鉄筋継手協会の活動

(公社) 日本鉄筋継手協会 (以下、鉄筋継手協会と呼ぶ) は、鉄筋継手全般について扱っている日本で唯一の機関である。鉄筋継手協会では、ガス圧接継手、溶接継手、機械式継手の品質管理レベルの平準化を図るべく取り組んでいる。実績が多い技術的に成熟したガス圧接継手と比較して、溶接継手、機械式継手の信頼性・品質の向上が現状の課題となっている。溶接継手に関しては、鉄筋継手協会が推奨する標準化工法である JRJI 鉄筋溶接継手工法を提案し技術と品質管理レベルの平準化を進めている。特に、溶接技量の平準化のため、第三者機関として JIS に基づく技量認定を開始した。機械式継手については施工プロセスの見える化として品質管理シートの運用を提言している。また、ガス圧接継手、溶接継手および機械式継手について、施工・品質管理体制が整った信頼性の高い継手を施工する会社を認定し、ユーザーへの採用を推奨している。一方、検査に関しても平準

化を進め、鉄筋継手協会の検査規格を基に新たに溶接継手、機械式継手に関する検査方法に関して JIS 原案を作成し、2019 年度内の公布を目指している。また、(公社) 土木学会の鉄筋定着・継手指針の改訂においては、圧接継手、溶接継手、機械式継手の各編に鉄筋継手協会の仕様書が参照図書として扱われている。

7. おわりに

建築工事では、既にプレキャスト工法、鉄筋先組み工法を用いた生産向上技術が普及している。今後、BIM (Building Information Modeling) の普及に伴いその勢いは加速することが予想される。一方、土木工事においても、国土交通省が推進する i-Construction の追い風に乗って、建設工事における生産性向上を目的とした機械式鉄筋継手のガイドライン、機械式定着のガイドラインの策定を契機に建築分野と同様に生産性向上に向けた技術の開発・普及が推し進められることを期待する。

【参考文献】

- 1) i-construction ~建設現場の生産性革命~: 国土交通省 i-construction 委員会, 2016.
- 2) (公社) 土木学会: コンクリートライブラリー148 コンクリート構造物における品質を確保した生産性向上に関する提案, 2016.
- 3) (公社) 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年度版], 2007.
- 4) 後藤隆臣, 小倉貴裕, 島弘, 他: 機械式継手を用いた鉄筋の座屈抵抗性と実大壁部材の変形性能との関連性, (公社) 土木学会論文集 E2, Vol. 73, No. 2, pp150-164, 2017.