

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

平成31年1月

道路プレキャストコンクリート工技術委員会

ガイドライン検討小委員会

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、プレキャスト部材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。プレキャスト部材は、製品工場や現場ヤードにおいて製造されるものであり、天候の影響を受けにくく、製品を先行して製造できることなどから、生産性向上を大きく推進できる可能性がある。

一方で、プレキャスト部材を用いて、一定規模以上の構造物を構築しようとした場合、必ずプレキャスト部材同士、あるいはプレキャスト部材と現場打ちコンクリート部材との接合部が発生する。そして、その接合部においては、鉄筋継手による鉄筋の接合も必要となる。

こうしたプレキャスト部材の接合部では、機械式鉄筋継手を用いると施工効率を高めることができる。一方で、とくにプレキャスト部材同士の接合部においては鉄筋継手位置が一断面に集中する、いわゆる全数継手になるとともに、施工後の鉄筋継手の検査が難しいことから、使用する機械式鉄筋継手の性能や特徴を十分熟知して設計、施工及び検査を行う必要がある。機械式鉄筋継手の技術指針としては、土木学会より鉄筋継手指針が 1982 年に発刊され、その後技術の進歩に応じ、2007 年には鉄筋定着・継手指針として取りまとめられるとともに、日本鉄筋継手協会から鉄筋継手工事標準仕様書機械式継手工事(2017 年)が示されている。

こうした背景を踏まえ、プレキャスト部材を対象として、機械式鉄筋継手工法が適切に使用され、構造物の耐久性確保とともに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、設計、施工及び検査に関する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、効果的に機械式鉄筋継手工法が活用されることを期待する。

平成 31 年 1 月

道路プレキャストコンクリート工技術委員会
委員長 宮川 豊章

名簿

道路プレキャストコンクリート工技術委員会

委員長	宮川 豊章	京都大学 学際融合教育研究推進センター インフラシステムマネジメント研究拠点ユニット特任教授
委員	横田 弘	北海道大学 大学院工学研究院教授
委員	久田 真	東北大学 大学院工学研究科教授
委員	二羽 淳一郎	東京工業大学 環境・社会理工学院教授
委員	宇治 公隆	首都大学東京 大学院都市環境科学研究科教授
委員	勝見 武	京都大学大学院 地球環境学堂 教授
委員	綾野 克紀	岡山大学 大学院環境生命科学研究科教授
委員	濱田 秀則	九州大学 大学院工学府教授
委員	常山 修治	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長
委員	小林 賢太郎	国土交通省 道路局国道・技術課道路メンテナンス企画室長
委員	七澤 利明	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部構造・基礎研究室長
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	金子 正洋	国立研究開発法人土木研究所 地質・地盤研究グループ長
委員	宮武 裕昭	国立研究開発法人土木研究所 地質・地盤研究グループ 施工技術チーム上席研究員
委員	河野 重行	(一社) 日本建設業連合会 (清水建設(株))
委員	松田 敏昭	(一社) 日本道路建設業協会 広報・技術部部長
委員	万名 克実	(一社) 建設コンサルタンツ協会 (株)オリエンタルコンサルタンツ)
委員	柴田 辰正	(一財) 土木研究センター 企画・審査部長
委員	草野 昌夫	(一社) セメント協会 (住友大阪セメント(株))
委員	小川 洋二	(一社) セメント協会 (太平洋セメント(株))
委員	桜田 道博	(一社) セメント協会 (三菱マテリアル(株))
委員	濱中 聡生	(公社) 全国宅地擁壁技術協会 技術部長
委員	柄澤 英明	全国ボックスカルバート協会 (鶴見コンクリート(株))
委員	清水 和久	日本P Cボックスカルバート製品協会 (旭コンクリート工業(株))

委員	松下 敏郎	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 (丸栄コンクリート工業(株))	技術委員長	
委員	井上 幸一	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 (丸栄コンクリート工業(株))	技術委員会	指針部会長
委員	吉田 辰也	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会擁壁工分科会長 (昭和コンクリート工業(株))	技術委員会	
委員	高松 芳徳	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会カルバート工分科会長 (ジオスター(株))	技術委員会	
委員	白石 芳明	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会水路工分科会長 (ケイコン(株))	技術委員会	
委員	田中 義人	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会コンクリート分科会長 (株)ホクコン)	技術委員会	
委員	山本 康雄	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会製造分科会長 (株)ヤマウ)	技術委員会	

ガイドライン検討小委員会

委員長	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	矢作 智之	国土交通省 大臣官房技術調査課工事監視官		
委員	長田 英和	国土交通省 道路局国道・技術課道路メンテナンス企画室課長補佐		
委員	古賀 裕久	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上席研究員		
委員	櫻庭 浩樹	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研究員		
委員	河野 重行	(一社) 日本建設業連合会 (清水建設 (株))		
委員	土屋 雅徳	(一社) 日本建設業連合会 (清水建設 (株))		
委員	宮内 泉	(一社) 建設コンサルタンツ協会 (三井共同建設コンサルタント (株))		
委員	静 正太郎	(一社) 建設コンサルタンツ協会 (株) 日建技術コンサルタント)		
委員	松下 敏郎	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会	技術委員長	

		(丸栄コンクリート工業(株))	
委員	井上 幸一	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会長 (丸栄コンクリート工業(株))	技術委員会
委員	吉田 辰也	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会擁壁工分科会長	技術委員会
		(昭和コンクリート工業(株))	
委員	高松 芳徳	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会カルバート工分科会長	技術委員会
		(ジオスター(株))	
委員	白石 芳明	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会水路工分科会長	技術委員会
		(ケイコン(株))	
委員	田中 義人	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会コンクリート分科会長	技術委員会
		((株)ホクコン)	
委員	山本 康雄	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会製造分科会長 ((株)ヤマウ)	技術委員会
委員	虻川 真大	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会継手分科会	技術委員会
		(日本プライススリーブ (株))	
委員	山寄 敦	(一社) 道路プレキャストコンクリート製品技術協会 指針部会継手分科会	技術委員会
		(共英製鋼 (株))	

※役職は平成 30 年 8 月現在

目次

頁

1. 総則	1
1-1 ガイドラインの位置づけ	1
1-2 このガイドラインで想定する機械式鉄筋継手工法を適用する接合部	3
1-3 本ガイドラインで前提とした機械式鉄筋継手工法単体の性能	4
2. 機械式鉄筋継手工法を用いる場合の設計における留意事項	6
2-1 一般	6
2-2 機械式鉄筋継手のあき	7
2-3 機械式鉄筋継手のかぶり	8
3. 機械式鉄筋継手工法を用いる場合の施工及び検査における留意事項	10
3-1 施工	10
3-2 検査	13
4. 記録	14
参考資料	15
1 機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の曲げ載荷実験	16
2 曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能	29
3 各施工段階での確認及び記録事項の例	33
4 各施工段階での検査事項の例	35

1. 総則

1-1 ガイドラインの位置づけ

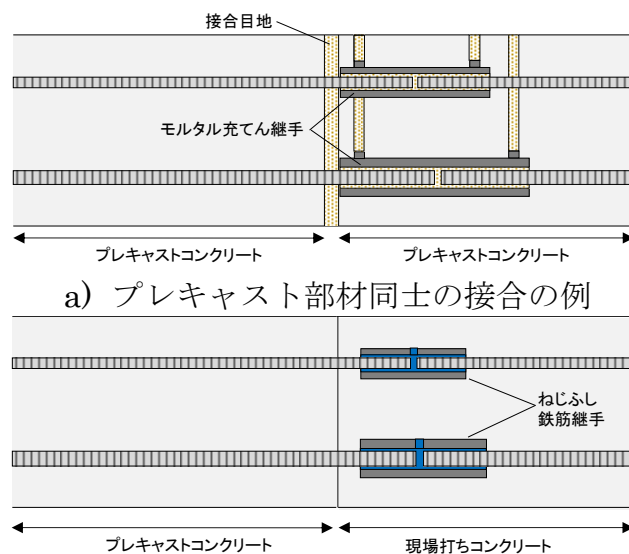
本ガイドラインは、プレキャスト部材を用いて構築される構造物に機械式鉄筋継手工法を適用するにあたり、機械式鉄筋継手の設計、施工及び検査上の留意事項について示したものである。

【解説】

プレキャスト部材を有効に活用することは、コンクリート構造物の建設にあたって生産性を向上するための一つの手法として期待されている。プレキャスト部材の種類は多く、その使用形態も様々である。

一定以上の大きさを持つコンクリート構造物を、プレキャスト部材を用いて構築する場合、建設現場においてそれらを接合する必要がある。その接合には、プレキャスト部材同士の接合、又は、プレキャスト部材と現場打ちコンクリートとの接合が考えられる。このようなプレキャスト部材の接合部では、一般に機械式鉄筋継手工法が用いられるが、その特徴を十分に理解した上で適切な工法を選定し、設計、施工及び検査を行うことが、構築される構造物の耐荷性能や耐久性を確保するうえで極めて重要である。

一般的な構造物の設計では、鉄筋継手に弱点がある場合に部材の安全性が劣ったり、鉄筋継手の種類によってはコンクリートのゆきわたりが悪くなったりするため、相互にずらして鉄筋継手を設けるのが原則である。しかし、図-解-1-1のようなプレキャスト部材の接合の場合、一般的な構造物で実施しているように、機械式鉄筋継手が集中しないように位置をずらすことは必ずしも容易ではない。機械式鉄筋継手の位置をずらした場合、プレキャスト部材から露出する鉄筋が運搬時の障害になったり、施工性が悪くなったりすることが考えられるため、生産性向上の観点からは鉄筋継手を同一断面に配置することが望ましい。このため



a) プレキャスト部材同士の接合の例

b) プレキャスト部材と現場打ちコンクリートの接合の例

図-解-1-1 機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の接合の例

には、同一断面に鉄筋継手を配置しても、プレキャスト部材を接合して構築された構造物が所要の性能を発揮するとともに、対象構造物の一般的に用いられている設計照査方法が適用可能となる前提条件を満たしていることを確認しなければならない。

このような背景に基づき、同一断面に鉄筋継手を配置してプレキャスト部材を接合した構造部材について、鉄筋継手がなく単一の鉄筋を一体的に配置して構築された部材と同等の静的曲げ強度、曲げ剛性の確保、およびひび割れ幅制御を通じた耐久性の確保ができるように、機械式鉄筋継手の設計、施工及び検査に関する留意事項を示すこととした。なお、本ガイドラインは、新たな技術基準、要領、仕様書の類の文書ではなく、実務の便に資する参考図書になることを期待し、作成したものである。また、本ガイドラインを活用する場合も、当該構造物の設計や施工において適用される技術基準、関連する部材・接合等の要求性能等を満足することに注意しなければならない。

本ガイドライン策定にあたっては、機械式鉄筋継手の種類や機械式鉄筋継手を用いる断面方向について対象とする範囲を設定したうえで、載荷試験に基づいて上記の妥当性についての検証を行っている（参考資料1）。この範囲については1-2および1-3に示すとおりである。この範囲を超える条件に対して、本ガイドラインにおいては技術的な検証を行っていない。1-2および1-3に示した範囲に入らない場合は、適用する構造物の設計基準や要求性能、ならびに性能に対する信頼性などをふまえて、技術的な妥当性を検証してから適用可能性の判断をする必要がある。

本ガイドラインで記述する内容の範囲を図-解-1-2に示す。

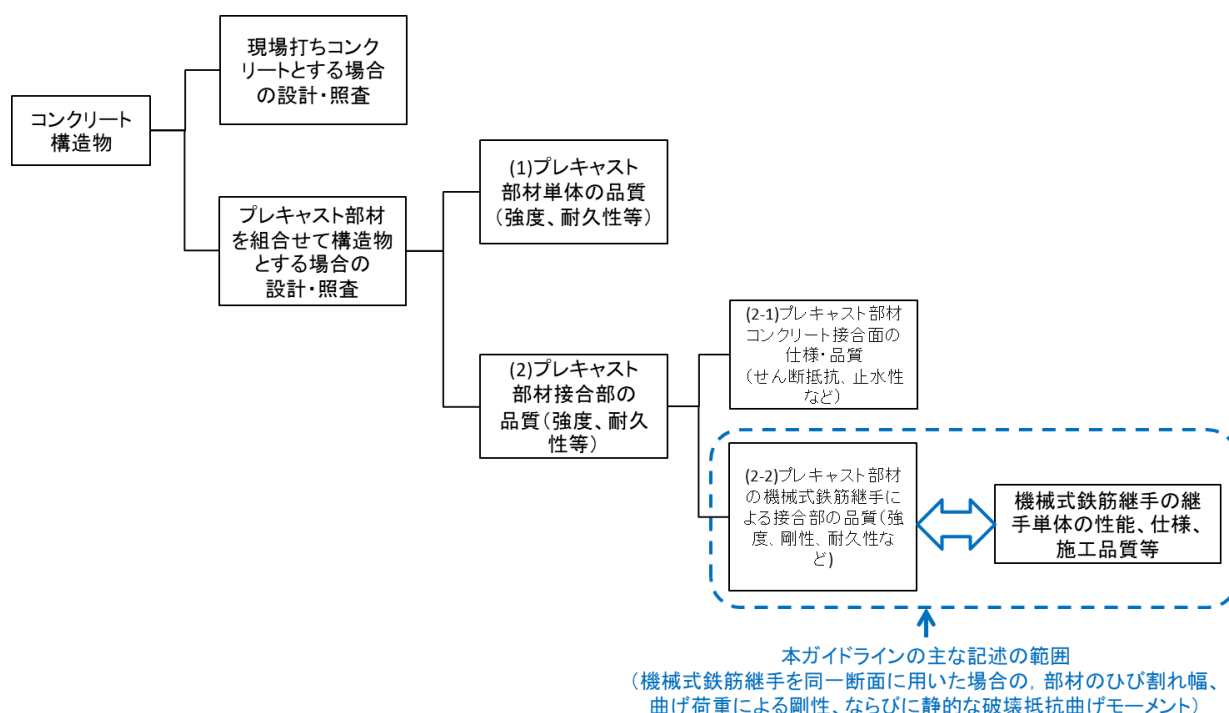


図-解-1-2 本ガイドラインにおける検討の着眼点

コンクリート構造物の構築方法について見ると、現場打ちコンクリートとする場合とプレ

キャスト部材を組み合わせて構築する場合に大きく分類できる。このうち、プレキャスト部材を組み合わせて構築する部材の設計及び照査項目は、プレキャスト構築後の部材に対して実施される。

そのためには、構築後の部材全体の照査を行なうとともに、

(1) パーツを構成するプレキャスト部材単体としての強度や耐久性等に関する品質

(2) パーツ (プレキャスト部材) の接合方法によって決まってくる接合部の強度や耐久性等に関する品質

について、確認しなければならない。

さらに、上記(2)を構成する要素に分解すると、

(2-1) プレキャスト部材接合面の仕様によって左右される品質 (せん断抵抗, 止水性など)
→ 止水システム, 接合面のせん断キーの形状寸法など

(2-2) プレキャスト部材接合面に設けられる機械式鉄筋継手の仕様によって左右される品質 (鉄筋とコンクリートの一体性, 部材のひび割れ幅, 曲げ荷重による剛性, ならびに静的な破壊抵抗曲げモーメント。すなわち, 鉄筋継手がないものとして部材断面の応力照査 or 断面力照査を行ってよいかどうか)

といった項目があげられる。

本ガイドラインは、上記の内、主として(2-2)の部分について着目して設計、施工及び検査を行う際の一般的な留意事項を記述したものであり、特定の構造物や部材種別における適用を想定しているものではない。

そのため、本ガイドラインを活用してプレキャスト部材を用いた構造物を構築する場合も、当該構造物の設計や施工において適用される技術基準や関連法規に示される構造物の要求性能等を満足することが前提であり、これを確認する必要がある。例えば、道路土工構造物の場合は、道路土工構造物技術基準に規定される性能を満足することが前提となる。

1-2 このガイドラインで想定する機械式鉄筋継手工法を適用する接合部

本ガイドラインにおいては、機械式鉄筋継手工法を適用するプレキャスト部材の接合部として以下の①～④を前提とする。

① 部材断面内にある鉄筋継手であること

② 塑性ヒンジ区間内でないこと

③ 疲労の影響を受けないこと

④ ヒンジになり得るように設計された区間内でないこと

【解説】

ボックスカルバートや擁壁などにおいて、縦断方向に部材を接合して構造物を構築する場合も想定される。こうした場合にも機械式鉄筋継手工法が用いられる可能性があるが、縦断方向の接合については地盤の圧密沈下等による不同沈下の影響を受けた場合の検討、さらに、機械式鉄筋継手工法を用いた部材の接合部が交通等による疲労の影響を受ける場合について

ての検討などは十分ではない。このような点については、当該構造物の設計や施工において適用される技術基準に基づいて、別途検討する必要がある。

また、地震の作用する場合を想定した正負交番荷重作用時あるいは高サイクルの繰返し荷重の作用時についての部材の性状については確認しておらず、本ガイドラインにおいても特に具体的な記述はしていない。このような場合では、使用条件などを考慮し、適切な試験や検討を行って、機械式鉄筋継手工法の適用の判断を実施されたい。

プレキャスト製品の接合部については様々な構造形式が考えられるが、ここでは接合部にヒンジなどは形成されず、一体として施工された鉄筋コンクリート部材と同等の剛性を有する接合部に配置される機械式鉄筋継手工法を想定して記述するものである。

1-3 機械式鉄筋継手工法単体の品質について

本ガイドラインにおいては、以下の①～③を満足する機械式鉄筋継手工法を前提とする。

- ①公的機関等による技術的な確認を受け、証明書が交付されたものとする。
- ②設計、施工及び検査が適切に実施可能であり、品質が確保されるものとする。
- ③鉄筋継手単体の性能が、土木学会「鉄筋定着・継手指針 2007年版」に規定されたSA級またはA級に相当するものとする。ただし、弾性域正負繰返し試験時のすべり量については、0.15mm未満のものとする。

【解説】

条件①～③を満足する機械式継手工法を用いて製作した鉄筋コンクリート供試体の試験により性能を確認したことから、これらの前提条件を設けたものである。ただし、必ずしもこれに合致しないものを排除するものではない。この条件を満足しない機械式鉄筋継手工法を用いる場合は、所要の性能が満足されることを別途個別に検証する必要がある。

機械式鉄筋継手工法には、カプラーやスリーブの形状、グラウトの有無や種類、適用できる鉄筋の径や強度等によって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継手工法は、製造者の創意工夫によって工法が開発されており、日本工業規格（JIS）といったような標準化はされていない。ただし、機械式鉄筋継手単体の試験結果については、例えば（一財）土木研究センターや（一財）日本建築センターのような公的機関等（所定の試験、評価が可能な大学や自治体、民間の試験機関を含む）による確認を受けている場合がある。第三者により確認を受けた試験結果を参考にする場合は、その条件（鉄筋の種類や径、試験項目等）を確認するものとする。

公的機関等により技術的な確認がなされた機械式鉄筋継手工法については、「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」（国土交通省，平成29年）（表-解 1-2-1，平成29年3月1日時点）に示されている。ただし、今後も技術開発が進むと予想され、既存の機械式鉄筋継手工法であっても、証明書の内容を更新し、工法の仕様の拡張や性能の改良が図られている場合もある。このため、機械式鉄筋継手工法に関する情報については、常に最新のものを把握しておく必要がある。

機械式鉄筋継手工法には、上述の通り様々な工法があり、工法ごとに設計、施工及び検査方法が異なる。機械式鉄筋継手工法の施工要領や検査計画を確認し、建設現場において品質の確保が可能であるかを確認する必要がある。また、施工及び検査の実施にあたっては、本ガイドラインの4章で示すように、適用する工法に関する知識を持つ有資格者を配置する必要があるため、適切な体制を敷くことが可能であるかについても確認する必要がある。

機械式鉄筋継手単体の性能について、「鉄筋定着・継手指針 2007年版」では、SA級及びA級を、それぞれ、以下のように定義している。

SA級：強度、剛性、伸び能力がほぼ母材鉄筋に相当する。

A級：強度、剛性は母材鉄筋に相当するが、その他の特性は母材鉄筋よりもやや劣る。

本ガイドラインの検討にあたっては、プレキャスト部材の接合部に用いられる可能性の高い機械式鉄筋継手工法について調査し、その中で単体としての性能がなるべく幅を持ったものとなるように複数の機械式鉄筋継手工法を選定して検証を行った。その範囲では、機械式鉄筋継手単体の性能と部材としての耐荷性状の間の関係は明確でなかった。このことから、機械式鉄筋継手単体の性能がSA級またはA級に該当するものを対象と考えている。しかし、弾性域正負繰返し試験および一方向引張試験時のすべり量については、用いた機械式鉄筋継手のすべてがSA級およびA級に共通する規格値である0.3mm以下についてかなりの余裕をもってこれを満たしており、機械式鉄筋継手単体として規格値に近い性能を有するものを検証することができなかった。今回検証した範囲では機械式鉄筋継手単体のすべり量と部材としてのひび割れ性状の間に関連は認められなかったが、機械式鉄筋継手単体のすべり量が実験で検証した範囲を大きく超えると、何らかの影響が生じる可能性も否定できない。このため、すべり量については、今回検証に用いた機械式鉄筋継手単体の試験結果を勘案し、弾性域正負繰返し試験時のすべり量については規格値よりも小さい0.15mm未満のものが今回実施した検証の範囲であることを明記した。

このガイドラインの検討では、1-2の解説で述べたように、例えば、地震による正負交番荷重が機械式鉄筋継手工法を用いた部材の接合部に作用する場合などについては検討を行っていない。ガイドラインの検討範囲を超えた状況について検討する場合は、機械式鉄筋継手の単体の性能についてもさらに多くの項目が求められることも考えられる。

2. 機械式鉄筋継手工法を用いる場合の設計における留意事項

2-1 一般

鉄筋継手が無い部材と同等とみなせる耐荷性状を期待するため、機械式鉄筋継手のあき及びかぶりを適切に定めるものとする。

【解説】

機械式鉄筋継手を同一断面に配置する場合でも、適切な設計、施工及び検査を実施することで、鉄筋継手が無い場合と同等の耐荷性状（静的耐力、剛性、ひび割れ性状等）を実現することが可能である。

しかし、機械式鉄筋継手のあきやかぶりなどの条件によっては、鉄筋継手近傍に変形が集中して耐荷性状に悪影響が生じるおそれもあることから、設計にあたっては、本章の意図するところを十分に反映させる必要がある。

本ガイドラインの検討にあたり行った実験の範囲では、表-解-2-1-1 に示す条件で製作された機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材については、鉄筋継手が無い場合と同等とみなせる耐荷性状であることが確認されている。その詳細は、参考資料1,2に示す。表-解-2-1-1 に示す条件から外れる場合は、耐荷性状の検証を行っていないので、別途検討する必要がある。

表-解-2-1-1 本ガイドラインの検討にあたり実験で検証した範囲

項目	条件
機械式鉄筋継手工法	1-3に示した範囲
鉄筋の種類	SD345
鉄筋径	D41まで
機械式鉄筋継手のあき	2-2を満たす範囲
機械式鉄筋継手のかぶり	2-3を満たす範囲
施工及び検査	3. および4. に記載する方法

設計図面作成上の留意点など、必要に応じて、「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」（国土交通省、平成29年）も参照するとよい。

2-2 機械式鉄筋継手のあき

機械式鉄筋継手のあきは、以下の(1)及び(2)を満足するものとする。

- (1) 機械式鉄筋継手の周囲にコンクリートが十分に行きわたり、かつ、確実にコンクリートの締固めが行える。
- (2) 機械式鉄筋継手のあきは、接合される主鉄筋の直径の1.5倍以上とする。

【解説】

(1)(2)一般的に、鉄筋のあきは、コンクリートの打込みに必要なあきを確保すること、並びに、コンクリートと鉄筋が十分に付着し、両者が一体となって働くようにすることを考慮して設定されている。

参考資料1,2に示す実験の結果、機械式継手工法を用いた部材において一般的な鉄筋のあきを確保しても、設計で想定されるひび割れ性状と同等にならない場合があることが確認されている。これは、機械式鉄筋継手が集中することによる局所的な曲げ剛性の変化に起因して、ひび割れの分散性が劣る場合があるためと考えられる。このため、本ガイドラインでは、機械式鉄筋継手のあき(図-解-2-2-1)については、接合される主鉄筋の直径の1.5倍以上を確保することを条件とした。なお、このあきは、使用する機械式鉄筋継手にもよるが、接合される主鉄筋のあきを鉄筋の直径の2.5倍以上とした場合に概ね満足するため、これを参考に検討するとよい。

ただし、付帯物等の取り付けスペースを確保するために一部の鉄筋のピッチを変更して配置する場合などは、局所的に上記のあきを確保できない箇所が生じてもよい。局所的と見なす範囲は、図-解-2-2-2に示すように、同一断面における機械式鉄筋継手のあきの箇所の総数の1/3以下とする。また、同一断面における機械式鉄筋継手の全てのあきの平均値は、接合される主鉄筋の直径の1.5倍以上であることを条件とする。なお、このように一部の鉄筋をずらして配置する場合、狭くなった箇所の鉄筋のあきが、構造物等の設計基準で示されるあきを確保していることを確認することが重要である。

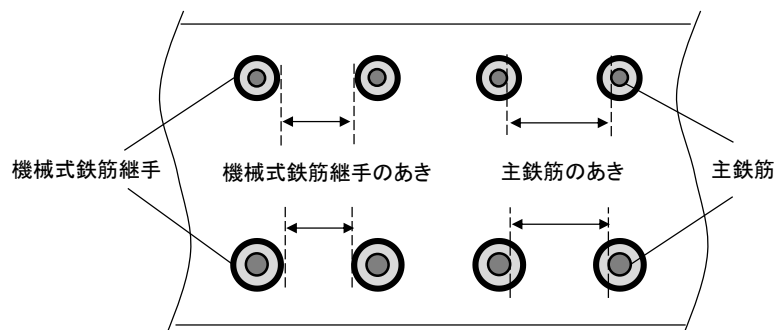
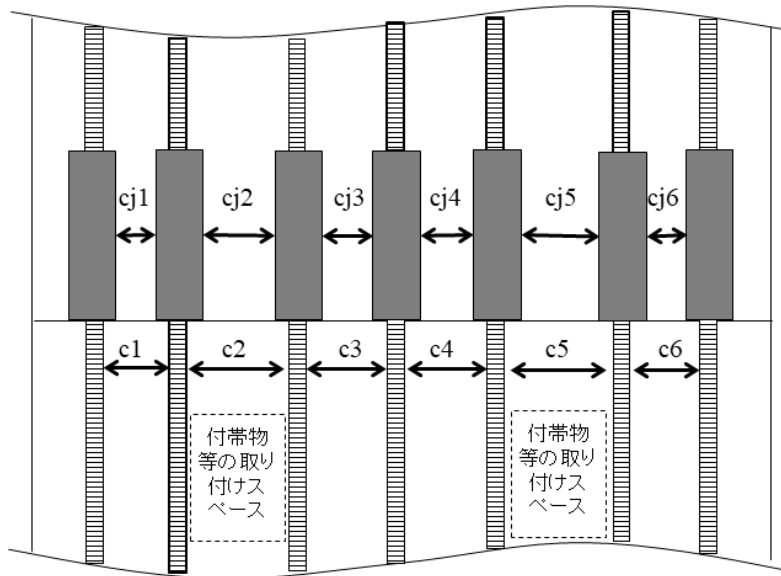


図-解-2-2-1 機械式鉄筋継手のあきの概要



ここで、

cj1～6：機械式鉄筋継手のあき（うち、cj1 と cj6 のみ、主鉄筋の径の 1.5 倍より小さいものとする）

c1～6：主鉄筋のあき

- ・付帯物等の取り付けスペースを確保するため鉄筋のピッチを変更する場合、局所的に機械式鉄筋継手のあき为主鉄筋の直径の 1.5 倍を下回ってもよい。ただし、局所的と見なすには、その箇所数（上の例では、cj1 と cj6 の 2 箇所）が、同一断面における機械式鉄筋継手のあきの箇所の総数（cj1～6 の 6 箇所）の 1/3 以下であるものとする。また、同一断面における機械式鉄筋継手の全てのあきの平均値（cj1～6 の平均値）は、主鉄筋の直径の 1.5 倍以上であるものとする。
- ・一般に、設計基準等では鉄筋のあきについての規定があり、狭くなった箇所（上の例では、c1 と c6 の 2 箇所）でも必要な鉄筋のあきが確保されていることを確認する必要がある。

図-解-2-2-2 機械式鉄筋継手のあきが局所的に小さい場合の例

2-3 機械式鉄筋継手のかぶり

機械式鉄筋継手のかぶりは、コンクリート中に配置される機械式鉄筋継手の最外面からコンクリート表面までの距離とし、機械式鉄筋継手のかぶりが設計対象の部材が準拠する設計基準を満たすものとする。

【解説】

かぶりを機械式鉄筋継手により接合される主鉄筋を基準として設定した場合、機械式鉄筋継手の外径は主鉄筋よりも大きいので、機械式鉄筋継手のかぶり（図-解-2-3-1 の C_1 ）が、設計対象の部材が準拠する基準を満たさない可能性がある。鉄筋継手が無い場合と同等とみなせる耐荷性状を有するためには、機械式鉄筋継手のかぶりについても、設計対象の部材が準拠する基準を満たすように設計する必要がある。

機械式鉄筋継手を配置した区間のせん断補強鉄筋については、上述の理由の通り、機械式

鉄筋継手部のせん断補強鉄筋のかぶり(図-解-2-3-1のC₂)が小さくなることが考えられる。機械式鉄筋継手部のせん断補強鉄筋の防食のためには、適切なかぶりを確保する必要がある。

ただし、かぶりによる防食が難しい場合には、せん断補強鉄筋の直径以上のかぶりを確保した上で、せん断補強鉄筋としてエポキシ樹脂塗装鉄筋を用いてもよい(図-解-2-3-1)。なお、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する場合の鉄筋の品質規格については、「エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針改訂版」(土木学会、平成15年)の該当部分を参考にするとよい。エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する場合は、鉄筋加工組立てにおいて塗膜に損傷を与えないようにすることとする。

また、せん断補強鉄筋のかぶり確保のため、図-解-2-3-2のようにせん断補強鉄筋を機械式鉄筋継手の範囲外にずらして配置してもよい。

いずれの方法をとる場合も、変更後の配筋が適切か、構造物の設計基準に照らして確認する必要がある。例えば、きわめて厳しい塩害環境では、かぶりを大きくとることに加えてエポキシ樹脂塗装鉄筋の使用を求めている場合があり、その場合は、せん断補強鉄筋のかぶり(図-解-2-3-1のC₂)は小さくできない。また、せん断補強鉄筋を機械式鉄筋継手部の範囲外にずらす場合は、ずらしたせん断補強鉄筋の間隔が、部材の有効高さと比べて十分小さいことを確認する必要がある。

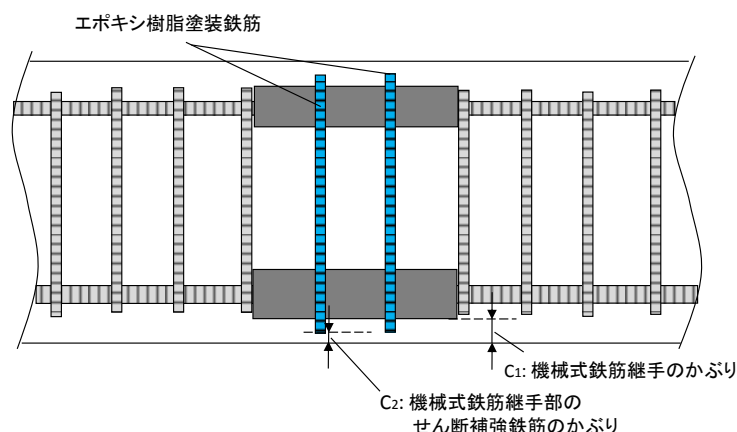


図-解-2-3-1 機械式鉄筋継手部にせん断補強鉄筋を配置した場合の例

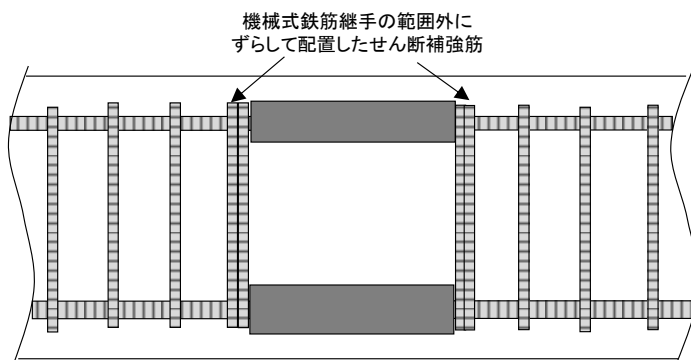


図-解-2-3-2 せん断補強鉄筋を機械式鉄筋継手の範囲外にずらして配置した場合の例

3. 機械式鉄筋継手工法を用いる場合の施工及び検査における留意事項

3-1 施工

- (1) 機械式鉄筋継手の施工は、施工要領に基づいて行うものとする。
- (2) 機械式鉄筋継手の施工は、工法に関して教育、講習等を受けた有資格者の管理の下で行うものとする。

【解説】

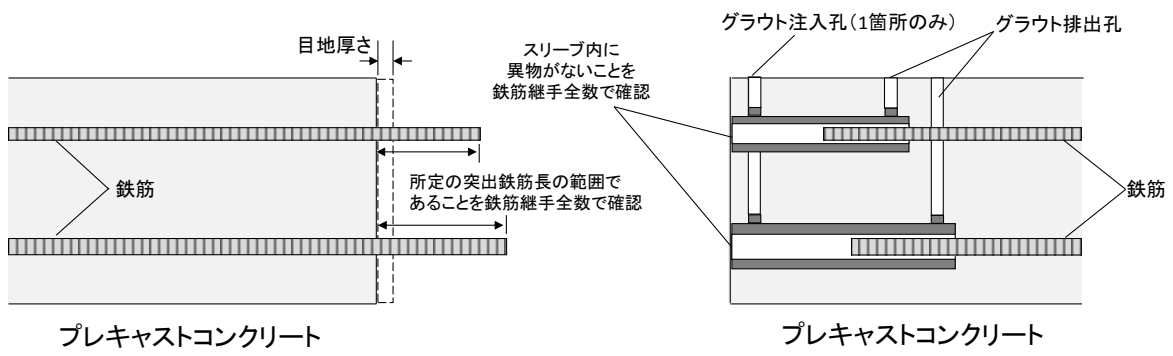
(1) 機械式鉄筋継手工法には、様々なものがあるため、機械式鉄筋継手の製造者が推奨する施工条件や方法、使用機器や管理項目、方法等の施工要領を定め、これに基づいて適切に施工する必要がある。

プレキャスト部材同士の接合の施工手順の例を図-解-3-1-1 に示す。このような接合には、一般的に、モルタル充てん継手が用いられる。プレキャスト部材の据付け前、グラウト充てん時及びグラウト充てん後の各施工段階において確認項目があるため、これらを確実に確認及び記録し、施工する必要がある。各施工段階での確認及び記録事項の例を参考資料3に示す。

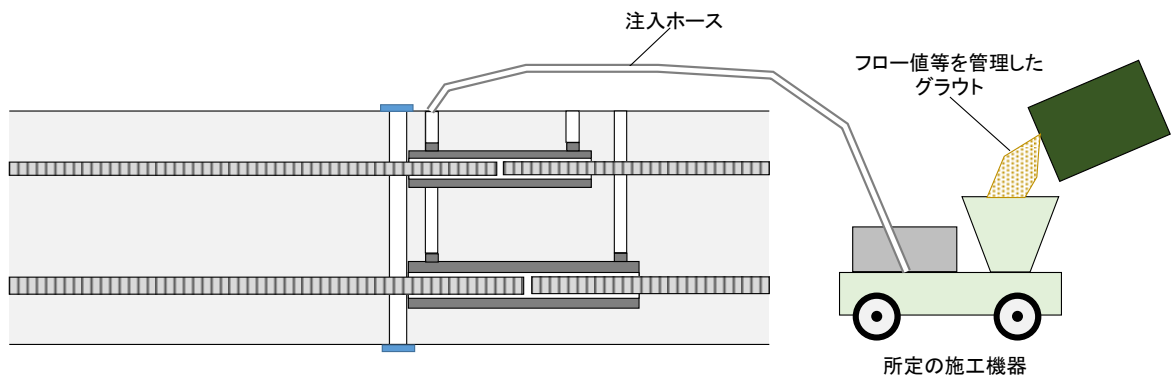
プレキャスト部材と現場打ちコンクリートの接合の施工手順の例を図-解-3-1-2 に示す。このような接合には、一般的に、ねじふし鉄筋継手が用いられる。プレキャスト部材の据付け前、グラウト充てん時及びグラウト充てん後の各施工段階において確認項目があるため、これらを確実に確認し、施工する必要がある。各施工段階での確認及び記録事項の例を参考資料3に示す。

(2) 機械式鉄筋継手工法は、施工性に優れ、プレキャスト製品同士の鉄筋の接合が可能である。しかし、所定の方法や手順、管理に基づいて施工されないと、鉄筋継手として必要な性能を発揮することができない。

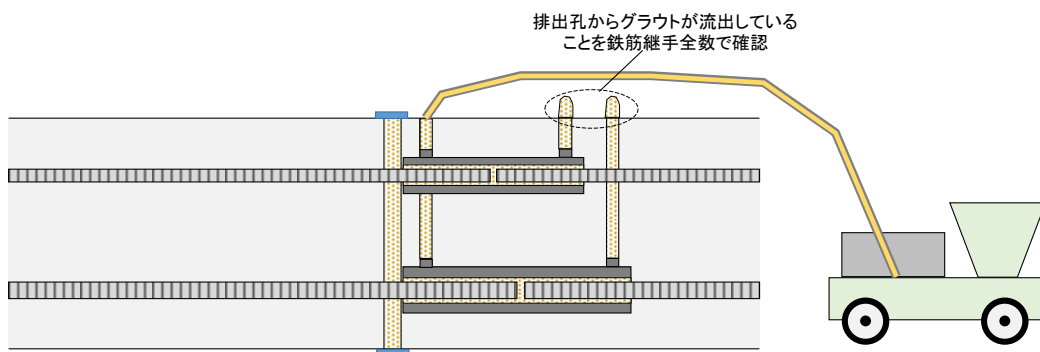
このため、機械式鉄筋継手工法の施工を管理する者は、工法ごとに製造者や協会等が主催する講習会で教育を受け、工法の特長や施工の留意点等について熟知した有資格者とする。また、機械式鉄筋継手工法を実際に施工する者は、有資格者の管理の下で適切な施工を行う必要がある。



a) プレキャスト部材の据付け前

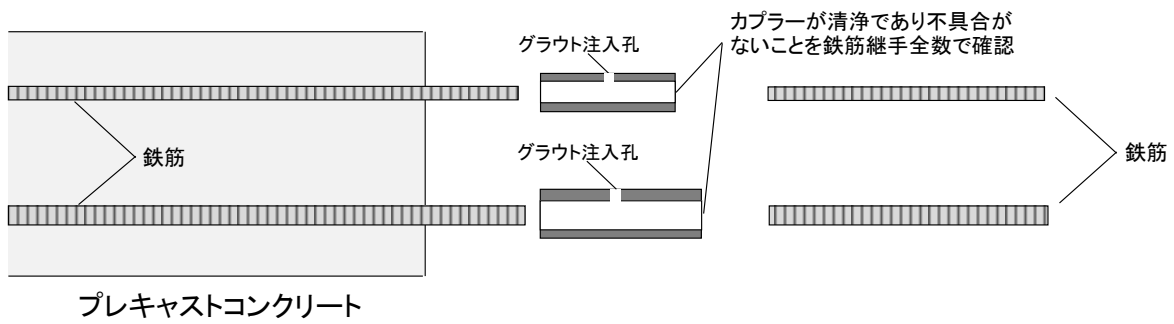


b) グラウト充てん時

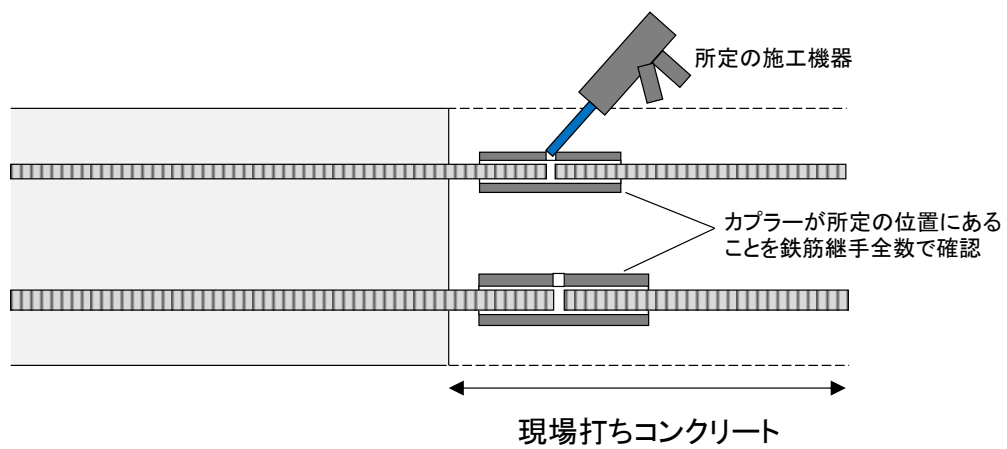


c) グラウト充てん後

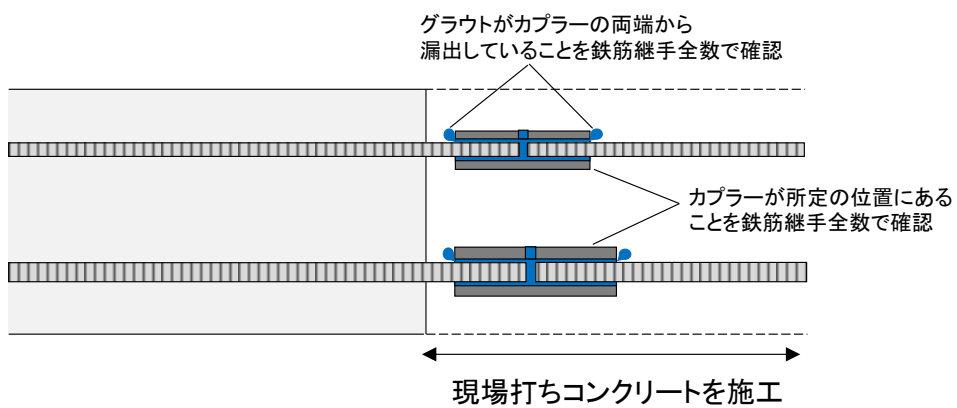
図-解-3-1-1 プレキャスト部材同士の接合の施工手順の例



a) プレキャスト部材の据付け前



b) グラウト充てん時



c) グラウト充てん後

図-解-3-1-2 プレキャスト部材と現場打ちコンクリートの接合の施工手順の例

3-2 検査

機械式鉄筋継手工法の検査は、検査項目や頻度、方法、合否判定基準等を定めた検査計画に基づいて行うものとする。

【解説】

機械式鉄筋継手工法は、所定の材料を使用して適切な施工が行われていれば、要求される性能を発揮することが可能である。したがって、検査においては、適切に施工が行われていることを外観目視等で確認することが一般的である。各施工段階での検査事項の例を参考資料4に示す。

プレキャスト部材同士の接合の場合、図-解-3-1-1のように機械式鉄筋継手が硬化したコンクリート内部にあり、現場打ちコンクリートに配置される機械式鉄筋継手に対して行われるような、外観目視及び非破壊試験による確認が困難となる。このため、各施工段階で適切な施工が行われているかを検査するなど工法の特徴に応じた検査計画を定め、これに準じて検査を行う必要がある。

なお、参考資料4に示すプレキャスト部材中の機械式鉄筋継手の位置や鉄筋の突出長さ等の検査については、プレキャスト部材製造者の検査記録も用いて実施する必要がある。

4 記録

機械式鉄筋継手工法の設計，施工，検査の結果は，記録として残すものとする。

【解説】

建設後の構造物の維持管理において，設計，施工，検査の記録は重要である。機械式鉄筋継手工法を適用した場合の要求性能や工法の選定結果，施工や検査の結果などは，図面や写真等で記録し，適用した工法の種類や位置，施工状況等の情報が伝わるようにしておくことが重要である。

参考資料

ガイドライン第2章の作成に際し、機械式鉄筋継手工法を用いた部材に関する実験を実施するとともに、設計、施工及び検査に必要な事項の調査を行った。その結果を以下に示す。

- 1 機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の曲げ載荷実験
- 2 曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能
- 3 各施工段階での確認及び記録事項の例
- 4 各施工段階での検査事項の例

機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の曲げ載荷実験は、試験体に用いる機械式鉄筋継手の種類や形状、鉄筋のあき等を変更し、これらが耐荷性状に及ぼす影響を確認することを目的として実施したものである。

曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能は、使用した4種類の機械式鉄筋継手の性能を確認した試験結果を示したものである。

各施工段階での確認及び記録事項の例は、モルタル充てん継手及びねじふし鉄筋継手を施工する際に、製造者によらず必要な確認及び記録事項の例を示したものである。

各施工段階での検査事項の例は、参考資料3に示す確認及び記録事項と対応した、検査の頻度や判定基準の例を示したものである。

参考資料1 機械式鉄筋継手工法を用いたプレキャスト部材の曲げ載荷実験

この参考資料は、種類や形状が異なる機械式鉄筋継手を用いたプレキャスト部材について、静的耐力、剛性、ひび割れ性状等を確認するため、(一社)道路プレキャストコンクリート製品技術協会と(国研)土木研究所が共同研究として実施した実験の概要を示すものである。なお、検討に際しては、複数のプレキャスト部材でカルバートの断面を構築する場合を想定し、載荷実験の条件等を検討した。

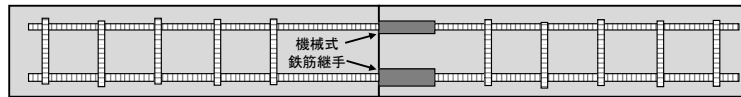
静的耐力については、機械式鉄筋継手を用いた場合も、道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋・コンクリート部材編(平成29年)に基づいた設計値を満足するかを確認した。剛性については、コンクリートにひび割れが発生した後の、荷重とたわみの傾きを指標として確認した。ひび割れ性状については、2017年制定コンクリート標準示方書【設計編】(土木学会,平成30年)に示される曲げひび割れ幅算定式による算定値を指標として確認した。

この実験に使用する機械式鉄筋継手を選定するにあたっては、機械式鉄筋継手の単体としての性状が様々に異なるものを用いるべく、事前に書類調査等を行った後に、機械式鉄筋継手の種類や寸法が異なるものを幅広く選定した。参考資料2に示すように、今回着目している一方向引張試験や弾性域正負繰返し試験の結果に関しては、「鉄筋定着・継手指針2007年版」(土木学会,平成19年)でいうA級継手でもSA級相当の性能を有している機械式鉄筋継手もあった。今後、今回用いたA級継手と大きく性状の異なるA級継手が開発された場合には、ここで示す知見があてはまらない可能性があり、注意を要する。

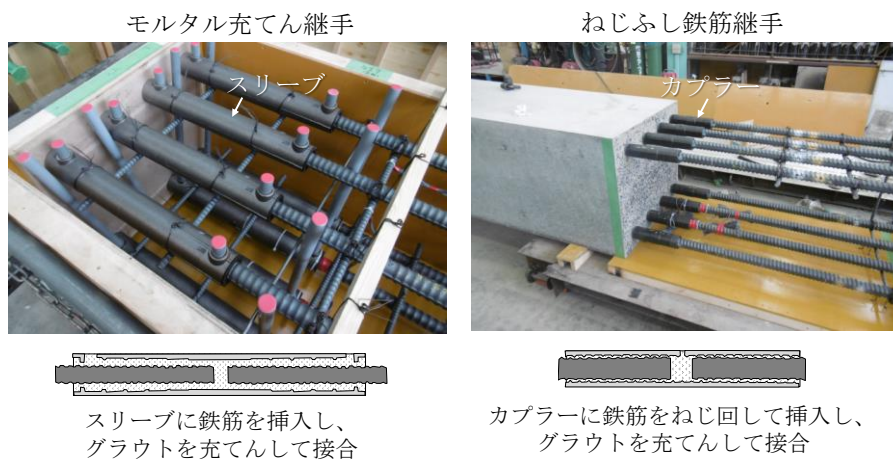
実験方法

・試験体概要

試験体は、機械式鉄筋継手工法を用いて鉄筋コンクリート部材同士を接合したもの（参考図-1-1）と機械式鉄筋継手を用いない鉄筋コンクリート部材とした。使用した機械式鉄筋継手の概要を参考図-1-2に示す。



参考 図-1-1 機械式鉄筋継手を有する試験体の概要



参考 図-1-2 使用した機械式鉄筋継手の概要

・コンクリート

コンクリートには、呼び強度 40，スランプ 18cm，粗骨材の最大寸法 20mm のレディミクストコンクリートを用い，配合は参考表-1-1に示すものとした。コンクリートは打込みの3日後に脱型し，14日以上気中で養生してから実験に供した。

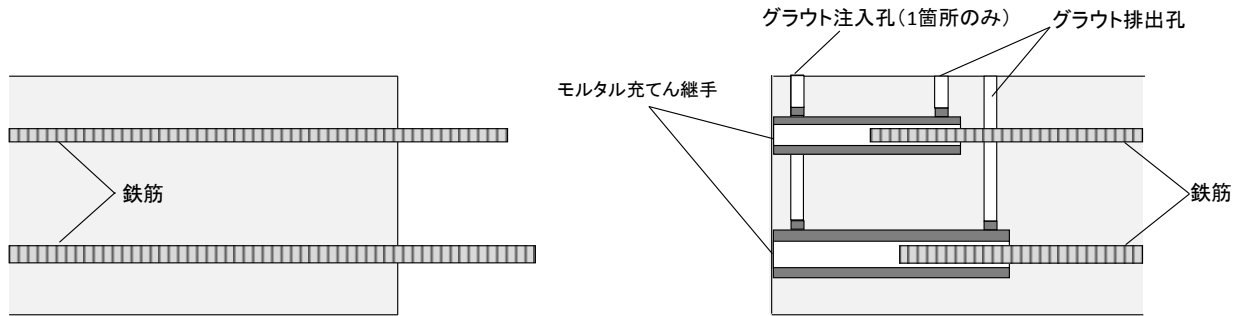
参考 表-1-1 コンクリートの配合

W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
38.5	4.5	41.4	172	447	684	1001

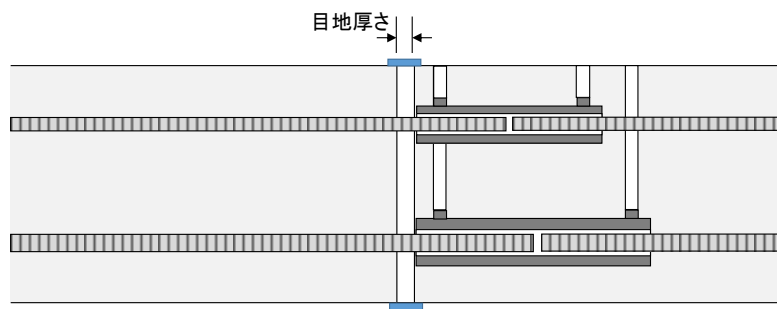
・試験体の製作手順の概要

モルタル充てん継手を用いた場合

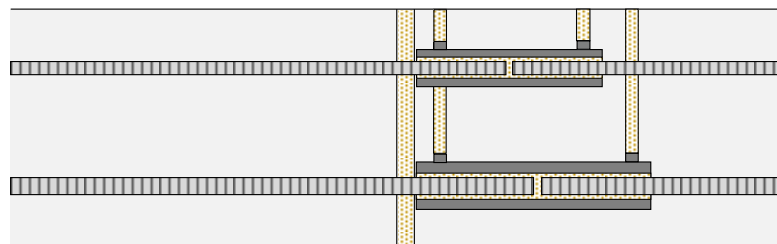
1) 2体に分けてコンクリートを打設



2) 目地厚さ 20mm となるように 2体を据付け

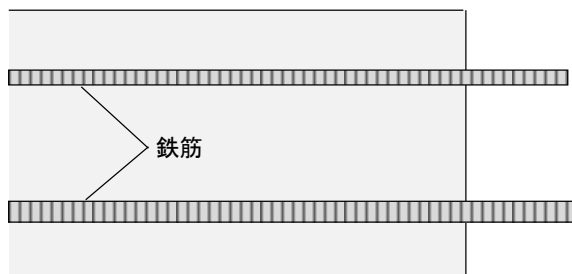


3) モルタル充てん継手及び目地にグラウトを充てんして接合

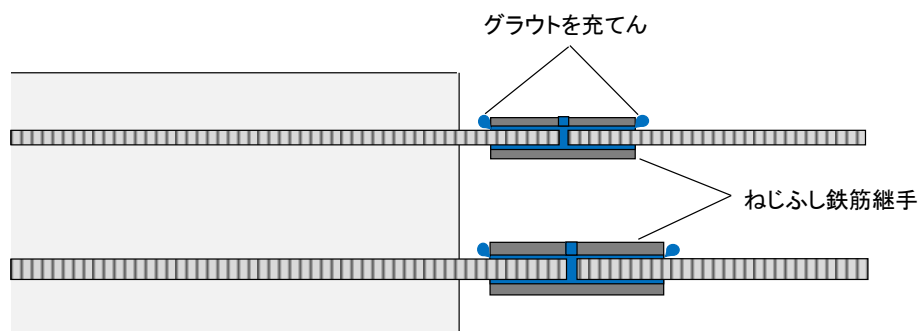


ねじふし鉄筋継手を用いた場合

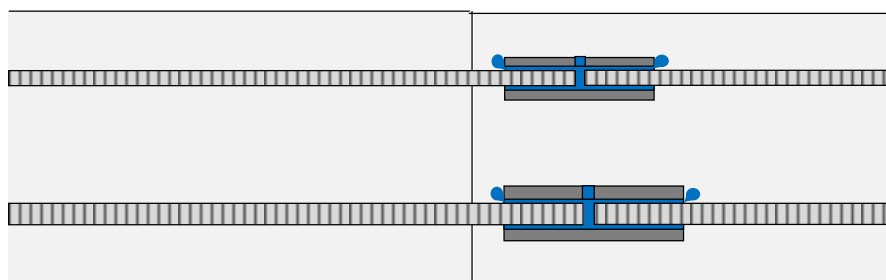
- 1) 試験体の半分のコンクリートを打設



- 2) ねじふし鉄筋継手を挿入し、グラウトを充てんして鉄筋を接合



- 3) 残り半分のコンクリートを打設



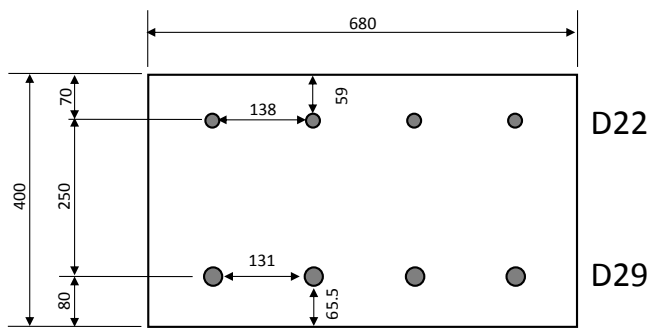
・試験体の条件

試験体の条件は、参考表-1-2に示すものとし、機械式鉄筋継手の種類と形状、鉄筋中心間隔、引張鉄筋比、かぶりを変更して試験体を製作した。試験体の寸法は、No.1~14を幅680mm、高さ400mm、長さ8000mm、No.15~17を幅680mm、高さ600mm、長さ10500mmとした。断面の主鉄筋の配置状況を参考図-1-3に示す。

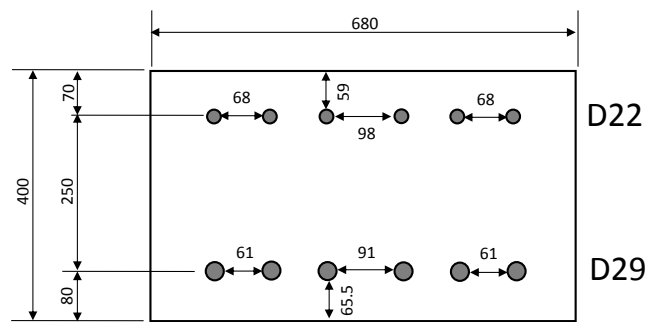
参考表-1-2 試験体の条件

No.	鉄筋径 ¹⁾	機械式鉄筋継手 ²⁾		機械式鉄筋継手の種類 ³⁾	鉄筋継手等級	鉄筋中心間隔 (mm)	あき ⁴⁾ (mm)	鉄筋径に対するあきの比 ⁵⁾	引張鉄筋比 (%)	かぶり ⁶⁾ (mm)				
		外径 (mm)	長さ (mm)											
1	D29 (22)	-	-	鉄筋継手なし (竹ふし鉄筋)	-	90	61	2.10	1.8	65.5				
2				鉄筋継手なし (竹ふし鉄筋)		160	131	4.52	1.2	65.5				
3				鉄筋継手なし (竹ふし鉄筋)		160	131	4.52	1.2	30				
4				鉄筋継手なし (ねじふし鉄筋)		160	131	4.52	1.2	65.5				
5				鉄筋継手なし (竹ふし鉄筋)		240	131	7.28	0.9	65.5				
6		63	415	モルタル充てん継手 M1 (竹ふし鉄筋)	SA	90	61 (27)	2.10 (0.93)	1.8	65.5 (48.5)				
7						160	131 (97)	4.52 (3.3)	1.2	65.5 (48.5)				
8						160	131 (97)	4.52 (3.3)	1.2	47 (30)				
9						240	211 (177)	7.28 (6.1)	0.9	65.5 (48.5)				
10		60	350	モルタル充てん継手 M2 (ねじふし鉄筋)	A	160	131 (100)	4.52 (3.4)	1.2	65.5 (50)				
11		47.4	168	ねじふし鉄筋継手 B1 (ねじふし鉄筋)	A	90	61 (42.6)	2.10 (1.47)	1.8	65.5 (56.3)				
12						160	131 (112.6)	4.52 (3.88)	1.2	65.5 (56.3)				
13						240	211 (192.6)	7.28 (6.64)	0.9	65.5 (56.3)				
14		48	308	ねじふし鉄筋継手 B2 (ねじふし鉄筋)	A	160	131 (112)	4.52 (3.86)	1.2	65.5 (56)				
15	D41 (35)	-	-	-	160	-	119	2.90	1.5	69.5				
16							82	620		モルタル充てん継手 M1 (竹ふし鉄筋)	SA	119 (78)	2.90 (1.90)	69.5 (49)
17							66.5	224		ねじふし鉄筋継手 B1 (ねじふし鉄筋)	A	119 (93.5)	2.90 (2.28)	69.5 (56.8)

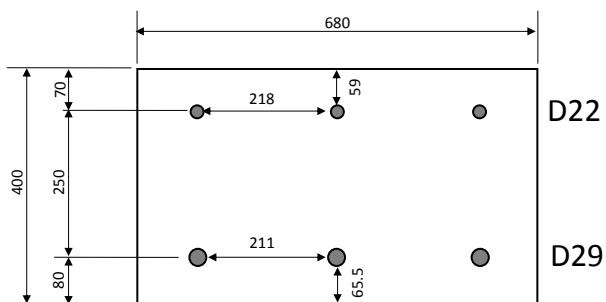
- 1) ()の数値は圧縮側の鉄筋径、鉄筋種類はSD345
- 2) 機械式鉄筋継手の外径と長さは引張側主鉄筋に対応
- 3) 曲げ載荷実験に用いた機械式継手単体の性能は参考資料2に示す通り
- 4) あきは引張側主鉄筋に対する値、()の数値は機械式鉄筋継手のあき
- 5) ()の数値は鉄筋径に対する機械式鉄筋継手のあきの比
- 6) かぶりは引張側主鉄筋に対する値、()の数値は機械式鉄筋継手のかぶり



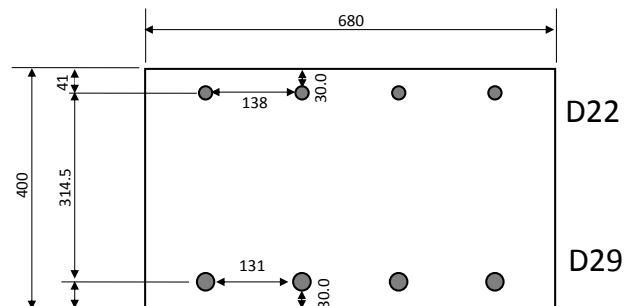
a) No.2,4,7,10,12,14



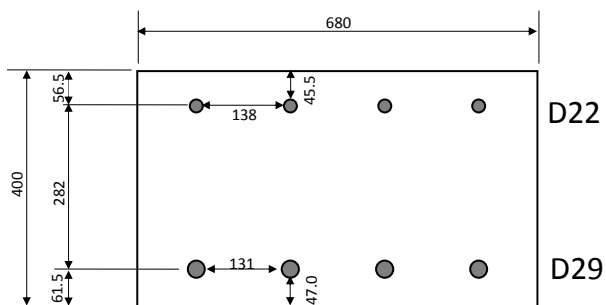
b) No.1,6,11



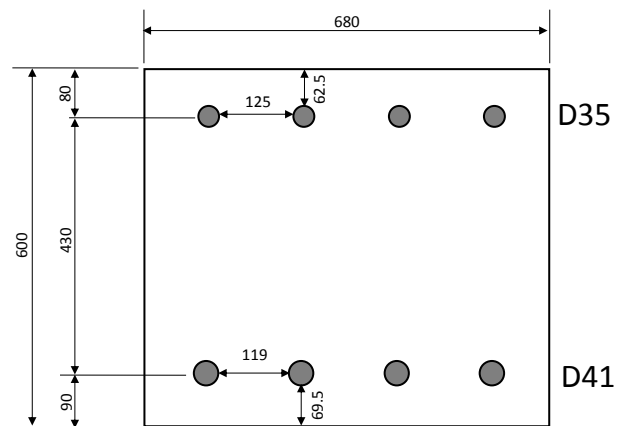
c) No.5,9,13



d) No.3



e) No.8



f) No.15,16,17

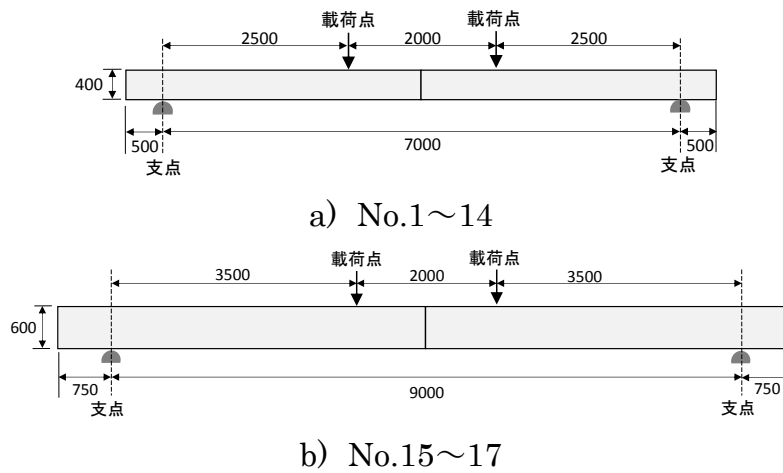
参考 図-1-3 断面の主鉄筋の配置状況

・ 載荷方法

4点曲げによる正方向の載荷とし、No.1～14は全長 8000mm、せん断スパン長 2500mm、等曲げモーメント区間 2000mm、No.15～17は全長 10500mm、せん断スパン長 3500mm、等曲げモーメント区間 2000mm とした（参考 図-1-4,5）。

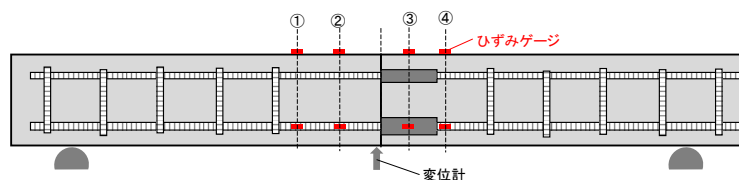


参考 図-1-4 載荷状況の例



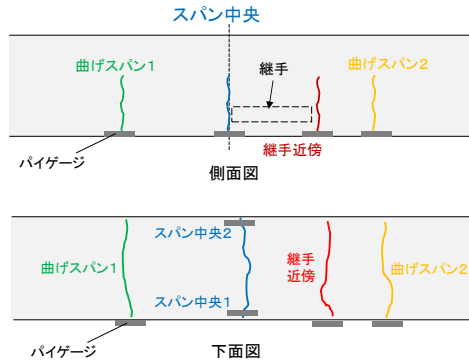
参考 図-1-5 載荷方法の概要

ひずみ及び変位の測定位置の概要を参考 図-1-6 に示す。機械式鉄筋継手を配置した若しくはしていない 4 断面を設定し、引張側鉄筋ひずみ、圧縮縁コンクリートひずみを測定した。機械式鉄筋継手を用いない試験体も同様な位置でひずみを測定した。たわみについては、スパン中央の下面に変位計を設置して測定した。



参考 図-1-6 ひずみ及び変位の測定位置の概要

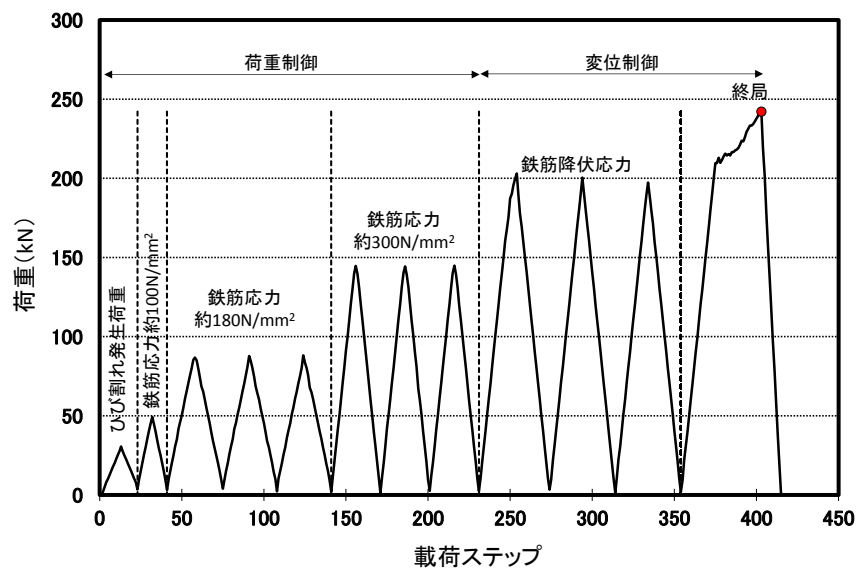
曲げひび割れ幅を測定するため、参考 図-1-7 に示すように検長 100mm のパイ型変位計を 5 点設置した。スパン中央 1,2 については、載荷前に、試験体下面に設置した。その他は、ひび割れ発生後、試験体側面に設置した。



参考 図-1-7 曲げひび割れ幅の測定位置の概要

載荷サイクルの例を参考 図-1-8 に示す。まず、ひび割れが発生するまで載荷して除荷し、その後、いずれかのひずみの測定位置で鉄筋応力が約 100N/mm^2 に達するまで載荷して除荷した。鉄筋応力は、載荷中に測定した鉄筋ひずみに弾性係数 (200kN/mm^2) を乗じて推定した。次に、鉄筋応力が約 180N/mm^2 に達するまで載荷して除荷することを 3 回繰り返した。鉄筋応力が約 300N/mm^2 および降伏応力の場合も同様とした。これらの鉄筋応力は、道路土工カルバート工指針において剛性カルバートの設計に用いられる許容応力等を参考に設定した。

最後に、圧壊が生じるまで載荷した。ただし、実験装置の制約上、スパン中央の鉛直変位が 200mm に到達した試験体については、その時点で載荷を終了した。



参考 図-1-8 載荷サイクルの例

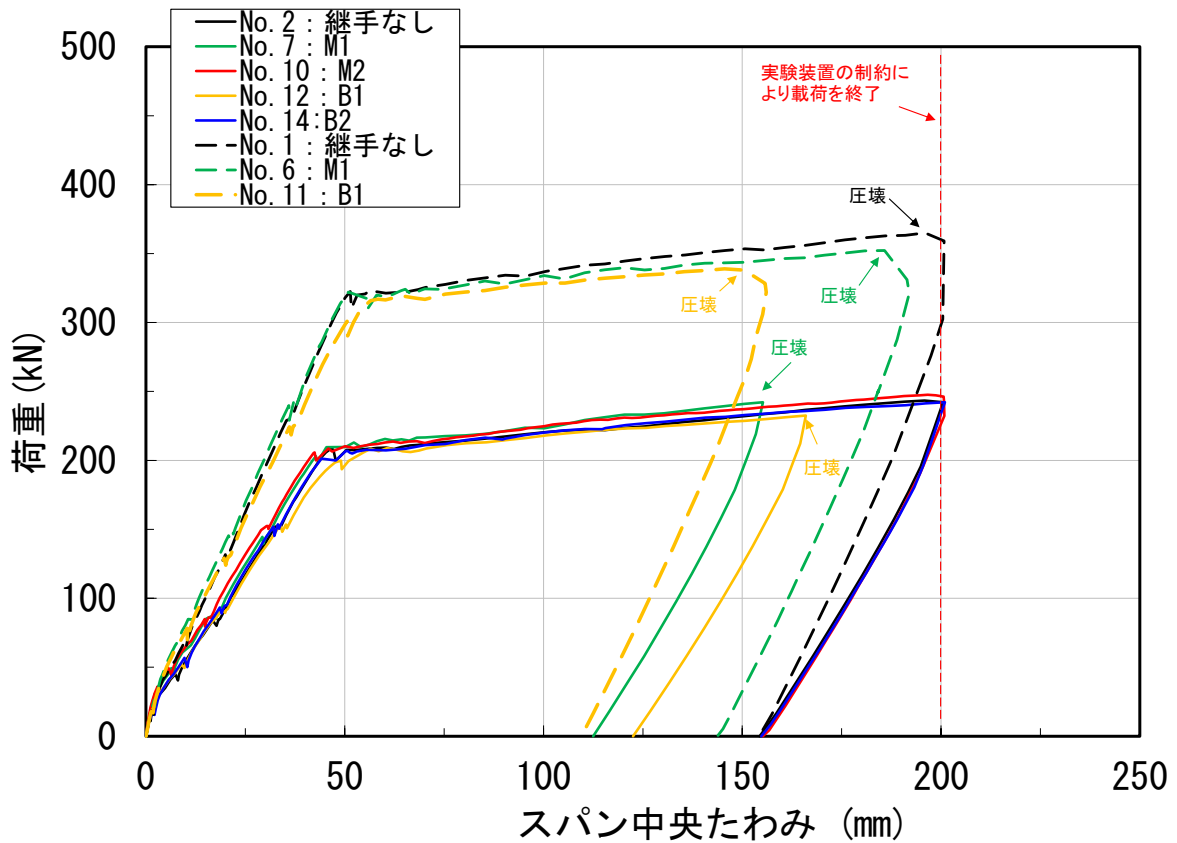
実験結果

・ 載荷終了時の状況

試験体 No.1,6,7,11,12,17 では圧壊が生じ,その他の試験体はスパン中央たわみが 200mm に到達して載荷を終了した。圧壊は,等曲げモーメント区間の上面において,機械式鉄筋継手を配置した区間を避けるようにして発生した。

・ 荷重とスパン中央たわみ関係

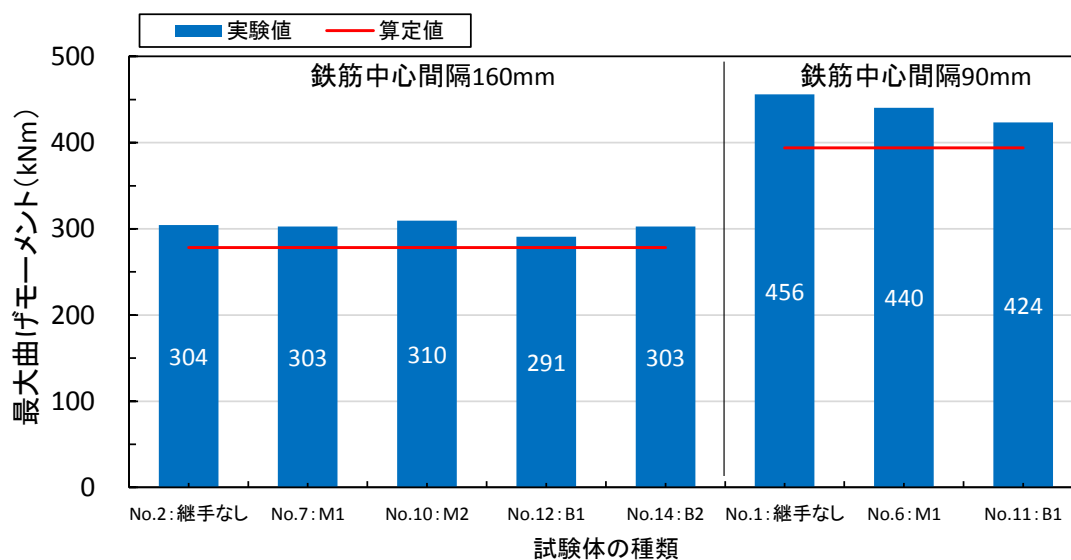
鉄筋中心間隔を 160mm に設定した試験体の荷重-スパン中央たわみの関係の例を参考 図-1-9 に示す。なお,比較しやすいように包絡線を示している。



参考 図-1-9 荷重-スパン中央たわみの関係の例 (No.1,2,4,6,7,10,11,14)

・静的耐力

機械式鉄筋継手を有する試験体の最大曲げモーメントを、道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編に準拠して求めた破壊抵抗曲げモーメントの算定値と比較した。その結果、試験体の条件によらず、実験結果は算定値と同等以上であることを確認した。参考 図-1-10 に最大曲げモーメントの例（No.1,2,4,6,7,10,11,14）を示す。

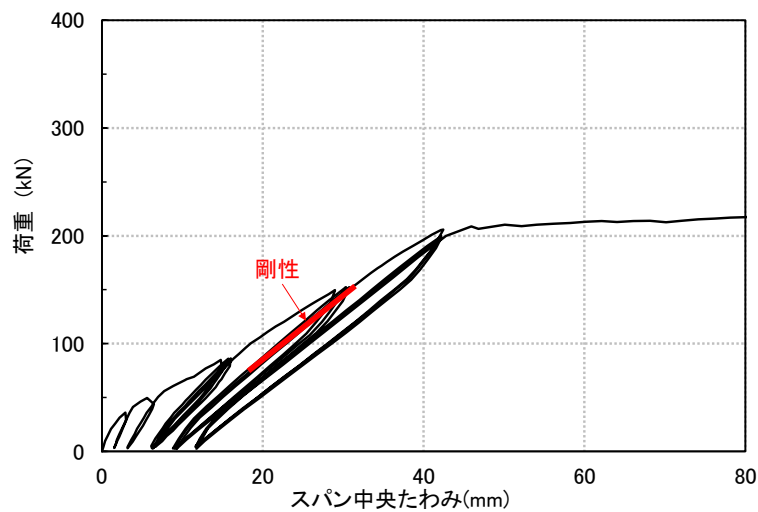


参考 図-1-10 最大曲げモーメントの例（No.1,2,4,6,7,10,11,14）

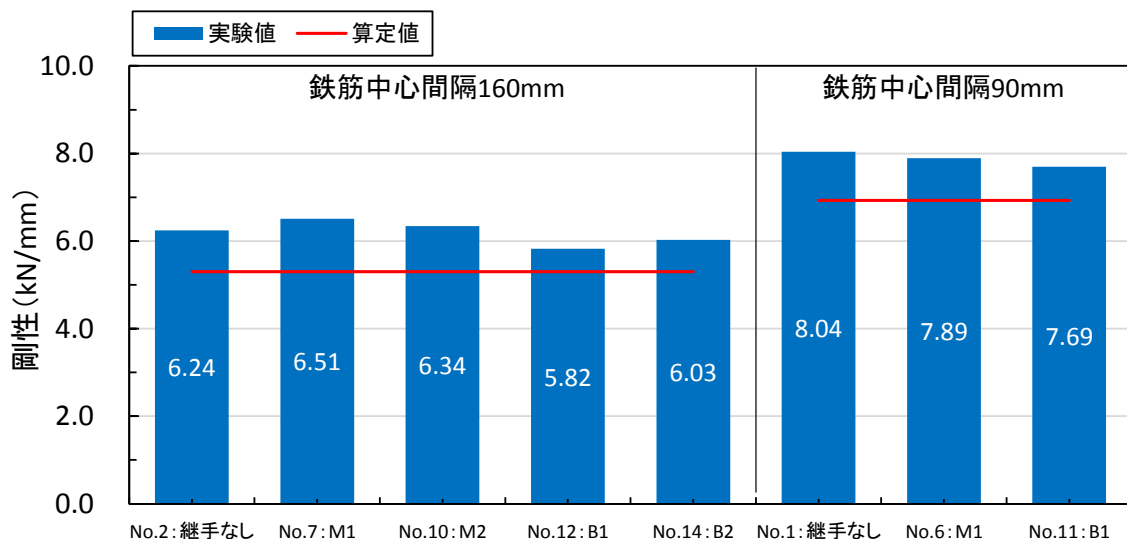
・剛性

剛性は荷重レベルにより異なるが、一例として、鉄筋降伏応力相当の荷重 1 サイクル目における荷重とスパン中央たわみの傾きから求められる値（参考 図-1-11）に着目し、機械式鉄筋継手を有する試験体の剛性を 2017 年制定コンクリート標準示方書 [設計編] に示される換算断面二次モーメントを用いて求められる算定値と比較した。その結果、試験体の条件によらず、実験結果は算定値と同等以上であることを確認した。参考 図-1-12 に剛性の例（No.1,2,4,6,7,10,11,14）を示す。

なお、機械式鉄筋継手を有する試験体のひび割れ発生荷重は、全断面有効として求められる算定値と比較して同等以上であることを確認した。



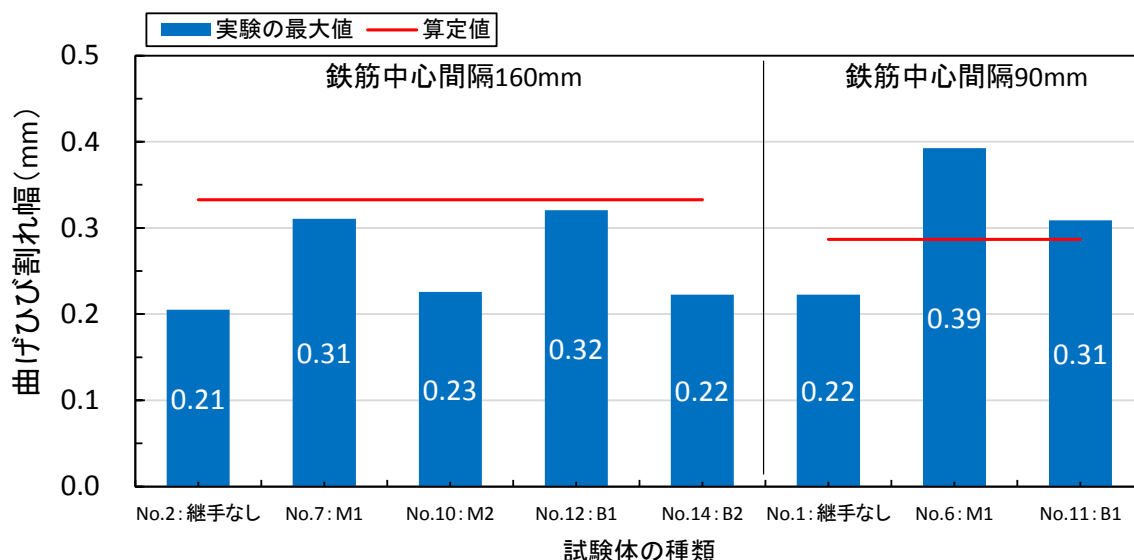
参考 図-1-11 比較対象の剛性（試験体 No.10）



参考 図-1-12 剛性の例（No.1,2,4,6,7,10,11,14）

・ひび割れ性状

機械式鉄筋継手を有する試験体の曲げひび割れ幅を2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕に準拠した算定値と比較した結果、配筋量が多く鉄筋のあきが狭い試験体（No.6,11）で、算定値を大きく上回る場合があることを確認した。参考 図-1-13 に鉄筋の応力が約 180N/mm²時の曲げひび割れ幅の例（No.1,2,4,6,7,10,11,14）及び参考 表-1-3 に算定値との比較の例を示す。その他の試験体については、算定値と同程度以下であった。



参考 図-1-13 鉄筋の応力が約 180N/mm²時の曲げひび割れ幅の例 (No.1,2,4,6,7,10,11,14)

参考 表-1-3 算定値との比較の例

試験体の種類		鉄筋の応力 (N/mm ²)		
		約 100	約 180	約 300
鉄筋中心間隔 160mm	No.2 : 鉄筋継手なし	○	○	○
	No.7 : M1	○	○	○
	No.10 : M2	○	○	○
	No.12 : B1	○	○	○
	No.14 : B2	○	○	○
鉄筋中心間隔 90mm	No.1 : 鉄筋継手なし	○	○	○
	No.6 : M1	○	×	×
	No.11 : B1	○	○	×

※○：算定値程度以下の曲げひび割れ幅， ×：算定値を大きく上回る曲げひび割れ幅

まとめ

- ・静的耐力

機械式鉄筋継手を用いた試験体の最大曲げモーメントは、試験体の条件によらず、技術基準に基づく設計値と同等以上であることを確認した。

- ・剛性

機械式鉄筋継手を用いた試験体の剛性は、一例として、鉄筋降伏応力相当の载荷 1 サイクル目における荷重とスパン中央たわみの傾きから求められる算定値を指標として比較した結果、試験体の条件によらず、算定値と同等以上であることを確認した。

- ・ひび割れ性状

機械式鉄筋継手を用いた試験体の曲げひび割れ幅は、曲げひび割れ幅算定式による算定値を指標として比較した結果、配筋量を多くして鉄筋のあきを狭くした条件の試験体において、算定値を大きく上回る場合があることを確認した。

参考資料2 曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能

この参考資料は、参考資料1の曲げ載荷実験に用いた機械式鉄筋継手単体の性能試験結果を示すものである。

試験方法

参考表-2-1に機械式鉄筋単体試験の概要を示す。機械式鉄筋継手単体の性能試験は、「鉄筋定着・継手指針 2007年版」(土木学会、平成19年)に準拠して実施し、強度、剛性、伸び能力およびすべり量を測定した。同指針における静的耐力及び使用性に対応する試験と考えられる、一方向引張及び弾性域正負繰返し試験の結果を示す。

なお、一方向引張及び弾性域正負繰返し試験を同一の試験体で実施し、1サイクル目の剛性、すべり量を一方向引張試験の結果として評価した。

モルタル充てん継手 M1,M2 については、グラウト施工後、20℃で27日以上養生した後、試験を実施した。ねじふし鉄筋継手 B1,B2 については、グラウト施工後、20℃で7日以上養生した後、試験を実施した。

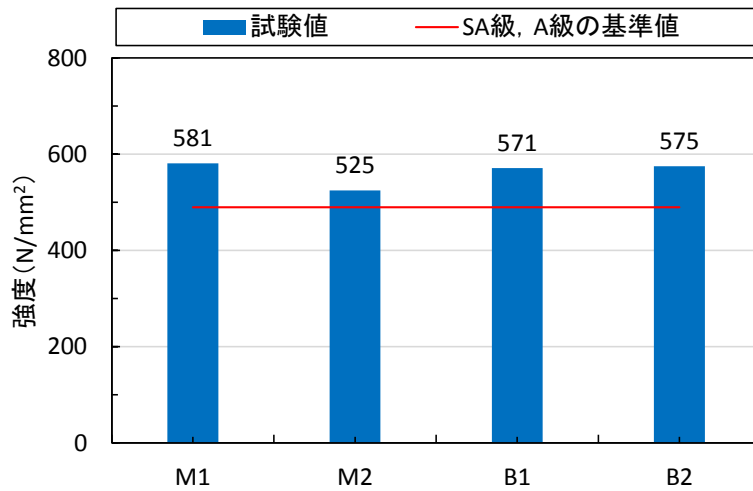
参考表-2-1 機械式鉄筋継手単体試験の概要

試験体種類	鉄筋継手等級	鋼種	鉄筋径	試験種類	数量
モルタル充てん継手 M1	SA	SD345	D22,D29, D35,D41	一方向引張 弾性域正負繰返し	各鉄筋径 で3体
モルタル充填継手 M2	A		D22,D29		
ねじふし鉄筋継手 B1	A		D22,D29, D35,D41		
ねじふし鉄筋継手 B2	A		D22,D29		

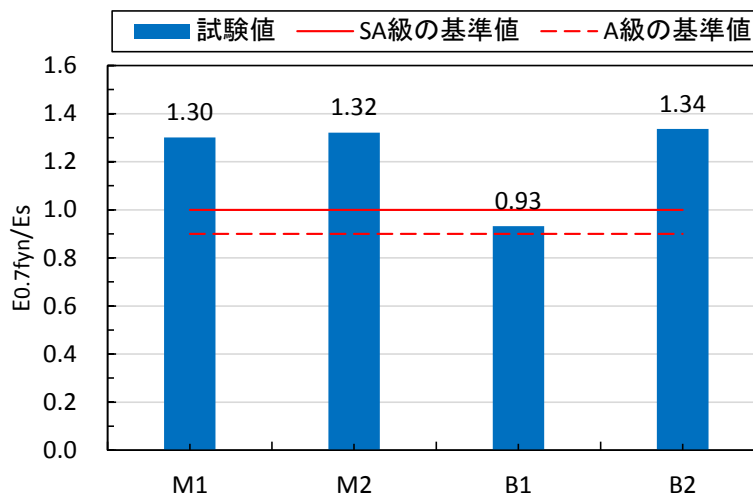
試験結果

試験結果の例として、D29の各試験結果を参考 図-2-1～参考 図-2-8 に示す。試験結果より、強度、剛性、伸び能力及びすべり量については、各機械式鉄筋継手の仕様の通り、モルタル充填継手 M1 は「鉄筋定着・継手指針 2007 年版」に規定される SA 級、その他は同指針に規定される A 級を満たしていることを確認した。

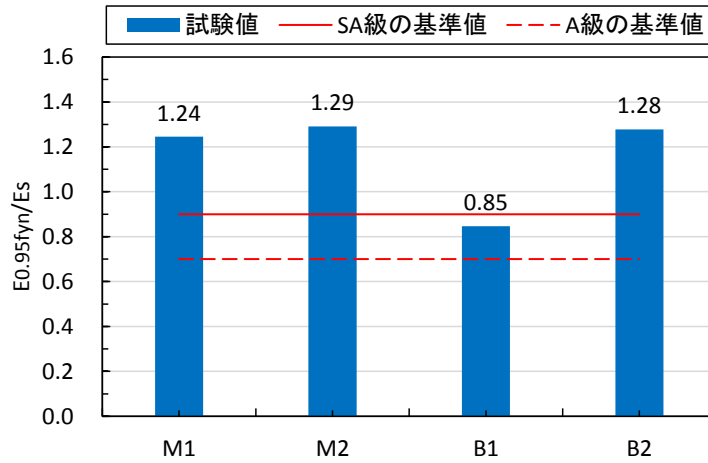
なお、仕様では A 級である機械式鉄筋継手でも、個々の試験結果を見ると SA 級に相当する性能が得られている場合もあった。特にすべり量については、いずれの機械式鉄筋継手においても、SA 級及び A 級の基準値よりも十分に小さく、良好な試験結果であった。



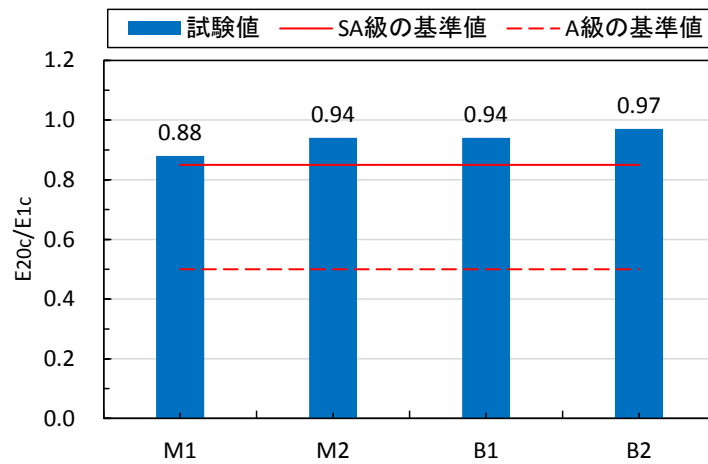
参考 図-2-1 強度 (D29)



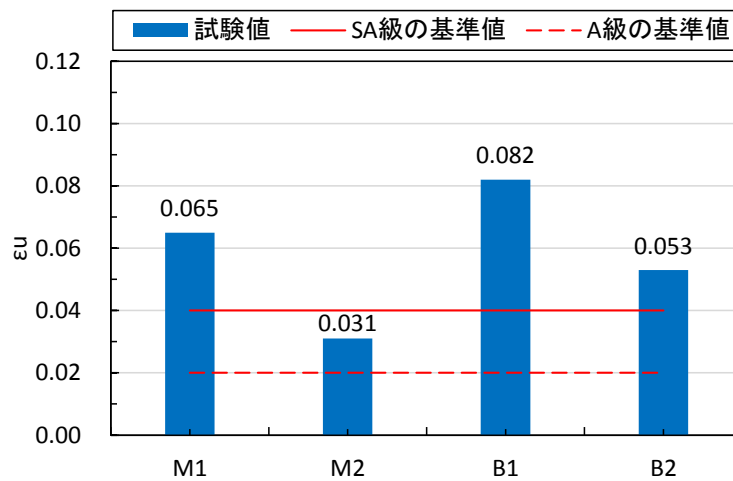
参考 図-2-2 一方向引張試験における剛性：母材鉄筋の規格降伏強度の70%の応力度における剛性の比 (D29)



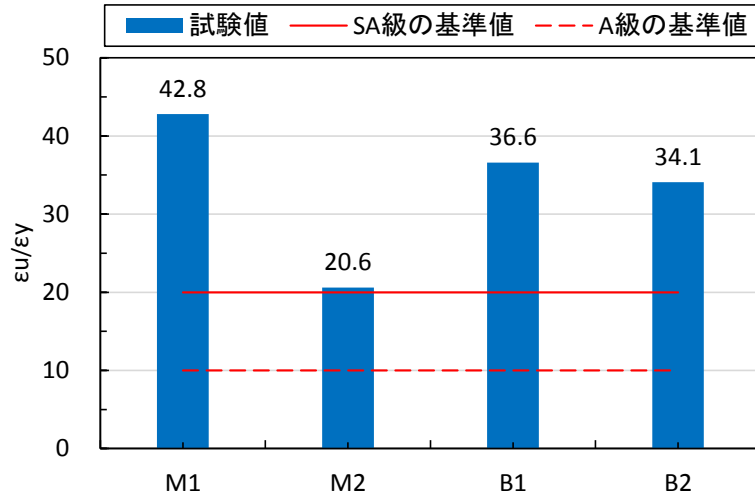
参考 図-2-3 一方向引張試験における剛性：母材鉄筋の規格降伏強度の95%の応力度における剛性の比 (D29)



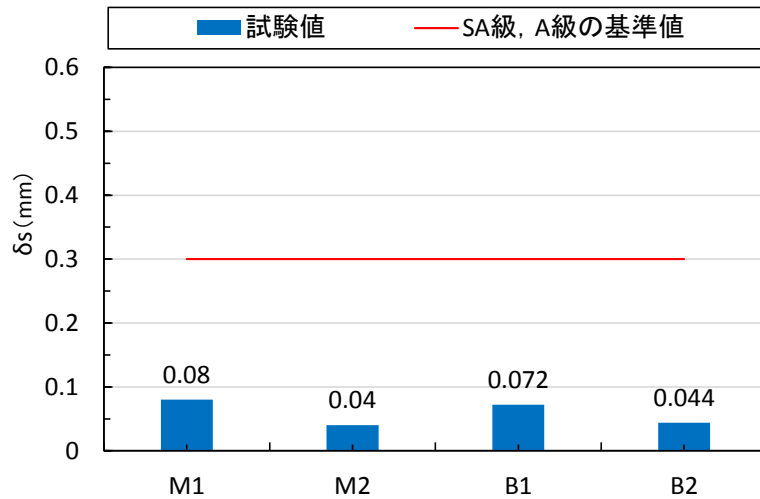
参考 図-2-4 弾性域正負繰返し試験における剛性の比 (D29)



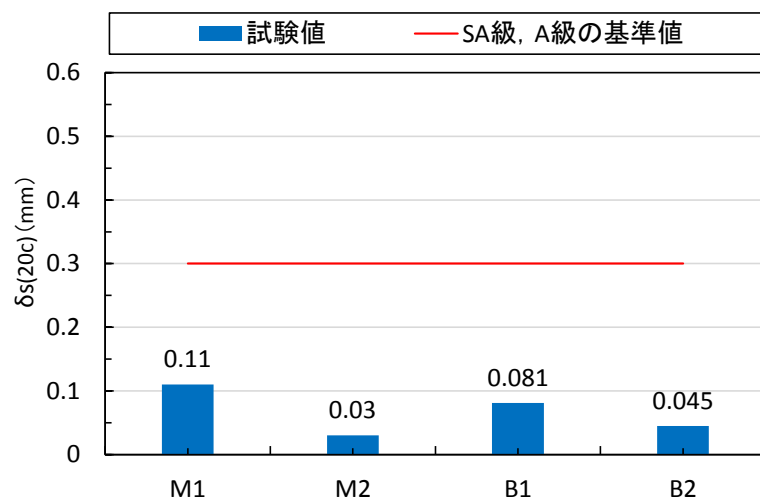
参考 図-2-5 一方向引張試験における伸び能力：終局ひずみ (D29)



参考 図-2-6 一方向引張試験における伸び能力：ひずみの比 (D29)



参考 図-2-7 一方向引張試験におけるすべり量 (D29)



参考 図-2-8 弾性域正負繰返し試験におけるすべり量 (D29)

参考資料3 各施工段階での確認及び記録事項の例

この参考資料は、プレキャスト部材同士の接合、又は、プレキャスト部材と現場打ちコンクリート部材の接合の各施工段階での確認及び記録事項の例を示したものである。

(1) プレキャスト部材同士の接合：モルタル充てん継手の例

プレキャスト部材の据付け前の確認及び記録事項

- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、鉄筋継手部の鉄筋の表面及び端部の状態に不具合がないこと（例えば、鉄筋端部に切断バリ、切断ノロなどがないこと、モルタルなどが付着していないこと、鉄筋の端曲がりがないこと等）を鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、スリーブ内に異物がないことを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、グラウトの注入孔及び排出孔に目詰まりがないことを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、設計図書に記載された位置にスリーブが設置されていることを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び同部材から突出した鉄筋の長さや鉄筋継手端部から挿入された鉄筋までの深さを測定することにより、鉄筋の挿入長さを継手全数について確認し、記録する。なお、接合目地を有する場合は、プレキャスト部材から突出した鉄筋の挿入長さは、その目地厚さを含めた長さとなる。

グラウト充てん時の確認及び記録事項

- グラウトが各機械式鉄筋継手工法で規定されたものであることを確認し、ロット番号を記録する。
- グラウト練混ぜに際し、単位水量、練混ぜ時間、練上がり温度及びフロー値等が規定の範囲内であることを確認し、記録する。
- グラウトの充てんが各機械式鉄筋継手工法の施工要領に従い所定の施工機器を用いて確実に行われていることを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の接合目地部に取り付けられた型枠からのグラウトの漏出がないことを確認し、記録する。

グラウト充てん後の確認及び記録事項

- グラウトが注入孔及び排出孔から確実に流出していることを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- グラウト充てん後、硬化に悪影響を及ぼさないように養生されていることを確認し、記

録する。

- グラウトの圧縮強度試験を行い、所定の数値以上であることを確認し、記録する。

(2) プレキャスト部材と現場打ちコンクリートの接合：ねじふし鉄筋継手の例

プレキャスト部材の据付け前の確認及び記録事項

- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、鉄筋継手部の鉄筋の表面及び端部の状態に不具合がないことを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、カプラー及び養生ナットの清浄さに不具合がないことを鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- プレキャスト部材の検査記録及び目視により、鉄筋の必要挿入長さを示す挿入マークの位置及び長さを鉄筋継手全数について確認し、記録する

グラウト充てん時の確認及び記録事項

- グラウトの充てん前に、カプラー端又は養生ナットがある場合はその端部が挿入マークの所定の範囲にあることを目視により、鉄筋継手全数について確認し、記録する
- グラウトが各機械式鉄筋継手工法で規定されたものであることを確認し、ロット番号を記録する
- 樹脂系グラウトの充てんに際し、外気温、可使時間等が規定の範囲内であることを確認し、記録する。
- 無機系グラウトの練混ぜに際し、単位水量、練混ぜ時間、練上がり温度及びフロー値等が規定の範囲内であることを確認し、記録する。
- グラウトの充てんが各機械式鉄筋継手工法の施工要領に従い所定の施工機器を用いて確実に行われていることを鉄筋継手全数について確認し、記録する。

グラウト充てん後の確認及び記録事項

- カプラー端又は養生ナットがある場合はその端部が挿入マークの所定の範囲にあることを目視により鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- 養生ナットがある場合は、ナットの締付けを確認するための合わせマークがずれていることを目視により鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- グラウトが、カプラーの両端又は養生ナットがある場合はその両端から確実に漏出していることを目視により鉄筋継手全数について確認し、記録する。
- グラウト充てん後、硬化に悪影響を及ぼさないように養生されていることを確認し、記録する。なお、無機系グラウトの場合、必要に応じて圧縮強度試験を行うとよい。

参考資料4 各施工段階での検査事項の例

この参考資料は、プレキャスト部材同士の接合、又は、プレキャスト部材と現場打ちコンクリート部材の接合の各施工段階における検査事項の例を示したものである。

(1) プレキャスト部材同士の接合：モルタル充てん継手の例

プレキャスト部材の据付け前の検査事項

項目	頻度	判定基準
鉄筋継手部の鉄筋の表面及び端部の状態	鉄筋継手全数	不具合がないこと（鉄筋端部に切断バリ、切断ノロなどがなく、モルタルなどが付着していないこと、鉄筋の端曲がりがないこと等）
スリーブ内の状態	鉄筋継手全数	異物がなく清浄であること
注入孔、排出孔の状態	鉄筋継手全数	詰まりがなく清浄であること
スリーブの位置	鉄筋継手全数	設計図書に記載された位置であること
鉄筋の挿入長さ	鉄筋継手全数	規定の長さの範囲であること

グラウト充てん時の検査事項

項目	頻度	判定基準
使用材料の確認	全数	規定されたものであること
硬化前のグラウトの性状 （単位水量、練混ぜ時間、練上がり温度、フロー値等）	施工ロット毎	規定の範囲であること
使用機器	全数	規定されたものであること

グラウト充てん後の検査事項

項目	頻度	判定基準
グラウトの排出状況	鉄筋継手全数	排出孔からグラウトが流出していること
グラウトの養生	鉄筋継手全数	環境条件に応じて適切に養生されていること
グラウトの圧縮強度	施工ロット毎	規定の数値以上であること

(2) プレキャスト部材と現場打ちコンクリートの接合：ねじふし鉄筋継手の例

プレキャスト部材の据付け前の検査事項

項目	頻度	判定基準
鉄筋継手部の鉄筋の表面及び端部の状態	鉄筋継手全数	不具合がないこと（鉄筋端部に切断バリ，切断ノロなどがなく，モルタルなどが付着していないこと，鉄筋の端曲がりがないこと等）
カプラー及び養生ナット内の状態	鉄筋継手全数	異物がなく清浄であること
鉄筋の挿入長さ	鉄筋継手全数	規定の長さの範囲であること

グラウト充てん時の検査事項

項目	頻度	判定基準
カプラー端の位置	継手全数	規定の位置であること
使用材料の確認	全数	規定されたものであること
硬化前の樹脂系グラウトの性状（外気温，可使時間等）	施工ロット毎	規定の範囲であること
硬化前の無機系グラウトの性状（単位水量，練混ぜ時間，練上がり温度，フロー値等）	施工ロット毎	規定の範囲であること
使用機器	全数	規定されたものであること

グラウト充てん完了後の検査事項

項目	頻度	判定基準
カプラー端の位置	鉄筋継手全数	規定の位置であること
養生ナットの状態	鉄筋継手全数	養生ナットがある場合は，ナットの締付けを確認するための合わせマークがずれていること
グラウトの状況	鉄筋継手全数	カプラー両端からグラウトが漏出していること
グラウトの養生	鉄筋継手全数	環境条件に応じて適切に養生されていること