

(3) SRC中空橋脚における せん断補強筋の定着に関する実験的検討

平野 勝識¹・笹谷 輝勝²・松岡 智³・新田 裕之⁴・島 弘⁵

¹正会員 株式会社フジタ 技術センター 生産技術開発部 (〒243-0125神奈川県厚木市小野2025-1)
E-mail: khirano@fujita.co.jp

²正会員 株式会社フジタ 技術センター 基盤技術研究部長 (〒243-0125神奈川県厚木市小野2025-1)
E-mail: sasaya@fujita.co.jp

³正会員 ランデス株式会社 本部技術センター (〒701-1133 岡山県岡山市富吉3205テクノフロント岡山B棟)
E-mail: s-matsuoka@landes.co.jp

⁴正会員 東栄コンクリート工業株式会社 代表取締役社長 (〒990-2345山形県山形市富神台19番地)
E-mail: h-nitta@toeicon.co.jp

⁵正会員 高知工科大学 社会システム工学科教授 (〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185)
E-mail: shima.hiroshi@kochi-tech.ac.jp

道路等で採用される中空高橋脚は、複数の橋脚で構成されるため、プレキャスト工法などの工業化工法が適していると言われている。しかし、実態としてはプレキャスト型枠の使用は安全性、工期短縮に優位性があるものの、コスト面で採用が見送られるケースが多い。そこで、本研究では、SRC中空橋脚に適用するプレキャスト型枠のコストダウンを目的に、プレキャスト型枠に内蔵されるせん断補強筋の定着方法合理化の検討を行った。検討した合理化案に基づいて鉄筋定着の性能実験を行った。その結果、合理化案は定着鉄筋に沿ったひび割れが発生した場合においても、安定した定着性能を有することを確認した。これにより、プレキャスト型枠採用におけるコスト課題解決のための技術的確認ができた。

Key Words : hollow concrete encased steel bridge column, anchoring strength

1. はじめに

近年、30m～100mクラスのRC高橋脚（ハイピア）を対象とした合理化構造が開発されてきた。それらは、おもに施工と構造の合理化を念頭に置き、従来の軸方向鉄筋をH形鋼ないしは鋼管に置き換え、型枠はプレキャストコンクリート型枠を使用する工法となっている。また、耐震性能を含む構造性能については、過去に正負交番載荷試験や軸方向圧縮試験など様々な実験により検証がなされている^{1)～3)}。

中空橋脚による橋梁は、複数の高橋脚で構成されることが一般的である。そのため、プレキャスト工法などの工業化工法が適用しやすいと言われている。しかし、実態としてはプレキャスト型枠の使用は安全性、工期短縮に優位性があるものの、コスト面で適用が見送られるケースも少なからず存在している。そこで、本研究では、プレキャスト型枠のコストダウンを目的に、図-1に示す橋脚の合理化工法を対象に、せん断補強筋の定着方法の合理化についての検討を行った。この工法は主筋の代替

として、H形鋼に軸方向鉄筋を複数本配置し、細径異形PC鋼棒をスパイラル状に巻き付けた柱状の部材（以降、スパイラルカラムと称す）を適用したSRC構造である。スパイラルカラムの細径PC鋼棒は、主鋼材であるH形鋼および主筋の座屈防止の機能を果たしている。そのため、プレキャスト型枠にはせん断補強筋が内蔵されているが、従来のRC構造のようにプレキャスト型枠間に中間帯鉄筋を配置する必要がないため、鋼材の組立てが簡便化され、大幅な工期短縮が可能となっている。

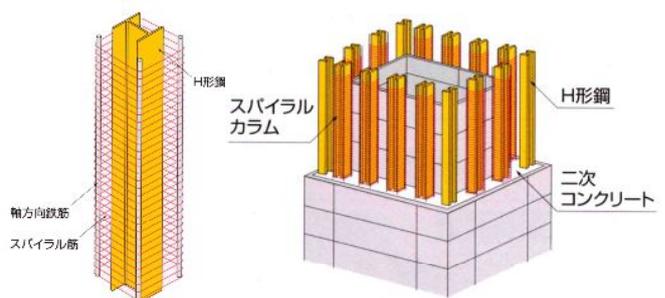


図-1 SRC中空橋脚の概念¹⁾

2. 構造詳細の合理化概要

図-2 に中空高橋脚の地震被災後のひび割れイメージを示す。高橋脚は地震被害が橋脚基部に発生し、曲げによるひび割れ幅が大きくなるのが特徴である。図-3 に本論文で対象とする工法の SRC 中空橋脚の断面例を示す。この工法は一般的な RC 橋脚の主鋼材である異形棒鋼の代替として、H 形鋼を主体としたスパイラルカラムを主鋼材と採用している。スパイラルカラム間隔は、作業員が入って鋼材やプレキャスト型枠の接合作業ができる程度のスペースを確保している。

図-4 に従来の中空橋脚隅角部のせん断補強筋定着形態を示す。メタルフォームの場合、橋脚内側のせん断補強筋を外側のひび割れ制御筋に標準フックで定着することが一般的である。また、プレキャスト型枠の場合、内蔵されたせん断補強筋は隅角部を貫通し、外側のプレキャスト型枠内に鉄筋定着具で定着を確保するような形態をとっている。また、内側のプレキャスト型枠の設置の際に、直交するせん断補強筋が障害とならないように、片側のせん断補強筋の接合は、機械式継手により行っている。更に外側のプレキャスト型枠に内蔵したせん断補強筋の定着具との接合のための機械式継手が必要となり、150mm 間隔で設置されるせん断補強筋を全て接合するために、相当数の機械式継手が必要となる。また、狭隘な作業空間での継手作業となり、合理化の必要な箇所としての要望が多く、高い改善効果が期待できる箇所である。それに対して、図-5 に示すのは定着方法の2形態の合理化案であり、内側のプレキャスト型枠から延伸したせん断補強筋を、定着方法①では定着具により、定着方法②では 180 度フックとダボ筋と組み合わせにより定着を図っている。これは、中空 SRC 橋脚の中間帯鉄筋の機能はスパイラルカラムの細径異形 PC 鋼棒が担っているため、プレキャスト型枠に内蔵されるせん断補強筋は、定着を確保できれば定着位置は比較的自由に設定にできるという本工法独特の合理化案である。図-5 のせん断補強筋定着部の位置は、外側のせん断補強筋より内側に設置することで、かぶりコンクリートの剥落が定着性能に影響しないよう配慮している。

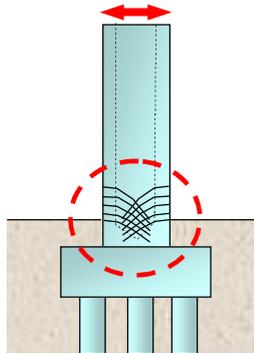


図-2 中空高橋脚の地震被災後のひび割れイメージ

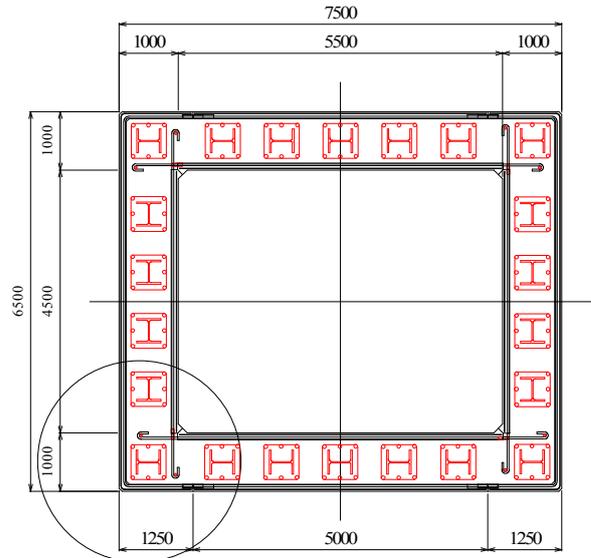
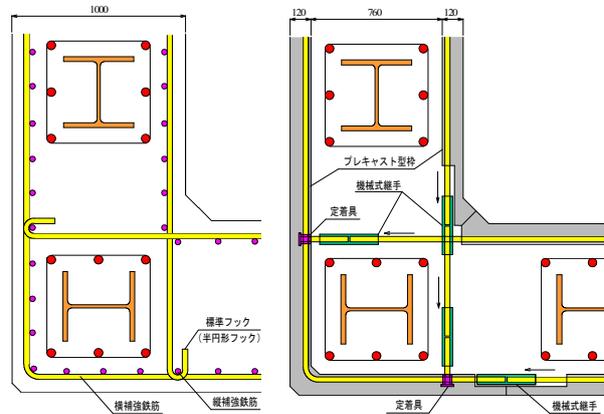


図-3 中空 SRC 橋脚の断面例



(1)メタルフォームの場合 (2)プレキャスト型枠の場合

図-4 せん断補強筋の従来の定着形態

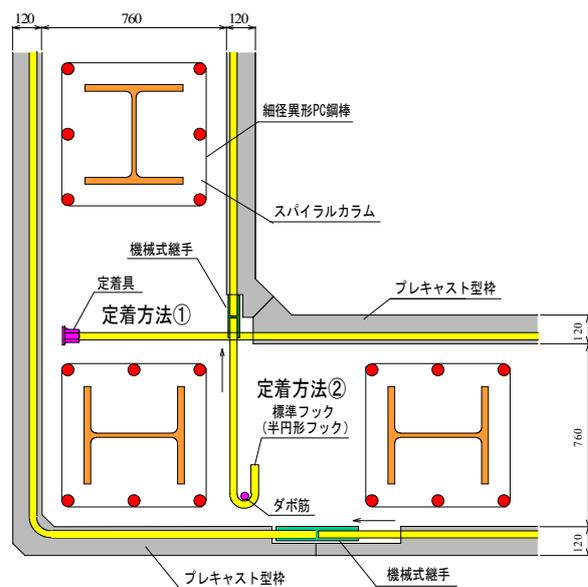


図-5 定着方法の合理化案

3. 定着性能比較実験

(1) 実験概要

鉄筋定着部の試験は、土木学会の鉄筋定着・継手指針⁴⁾で定着体の性能評価基準ならびに性能評価方法が示されている。指針の評価方法では定着体を除く部分の鉄筋のみをアンボンドとしている。一方、本合理化案は一般的な定着方法の組み合わせで構成されているため、指針の評価方法では全てのケースで鉄筋の母材破断となり、定着方法による差異が不明確となるおそれがある。そこで、定着部に沿ったひび割れ発生時⁵⁾の定着性能を明らかにすることを念頭に実験を計画した。

(2) 定着方法

実験の定着パターンを図-6に示す。定着体は180°フック、ダボ筋、機械式定着具を組み合わせで構成している。鉄筋はSD390のD22のねじふし鉄筋を使用した。180°フックの形状はコンクリート標準示方書⁶⁾に準拠して設定し、フックの先端直線部は4φ(=88mm)とした。試験体の形状は実際の中空橋脚を例として壁厚から内外のプレキャスト型枠の厚さを除いた場所打ち部の寸法の実大規模の試験体としている。定着部、ダボ筋の設置位置はスパイラルカラムとの位置関係を考慮して決定した。図-6の①~④はひずみゲージの貼付位置である。機械式定着具Aおよび機械式定着具Bは、定着筋のねじふし鉄筋をねじ込み後に、端部孔からエポキシ樹脂を充填するタイプである。

(3) 試験体

定着鉄筋に沿ったひび割れ面は、定着鉄筋位置でコンクリートを打ち継ぎ模擬ひび割れ面とした。実際、打ち継ぎ面の上下で定着鉄筋の付着強度は大幅に異なると考えられるが、実施工においても鉄筋下部の付着低下など同様の現象が生じていると考え、打ち継ぎ面を模擬ひび割れ面として仮定することとした。定着鉄筋とダボ筋にひずみゲージを貼付し、定着鉄筋のアンボンド区間は鉄筋横ふし間はパラフィンを充填した。

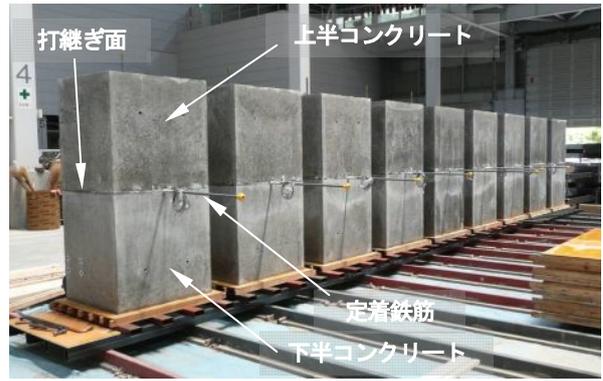


写真-1 型枠脱型後の試験体

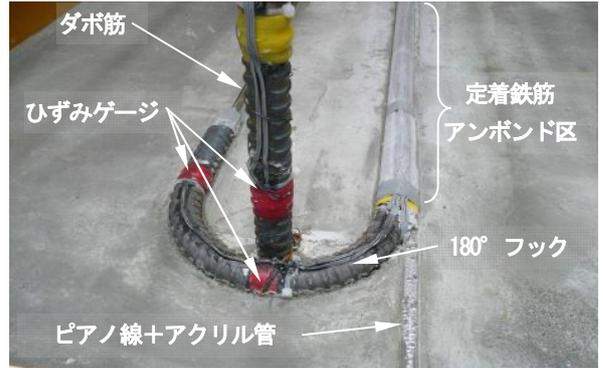


写真-2 下半コンクリート打設後の定着部の状態
(180°フック+ダボ筋)

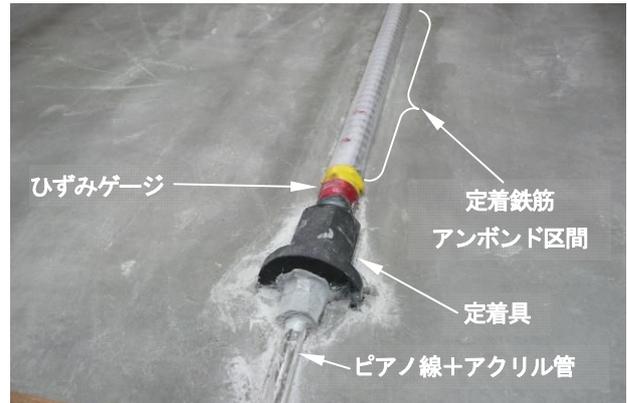


写真-3 下半コンクリート打設後の定着部の状態
(機械式定着具A)

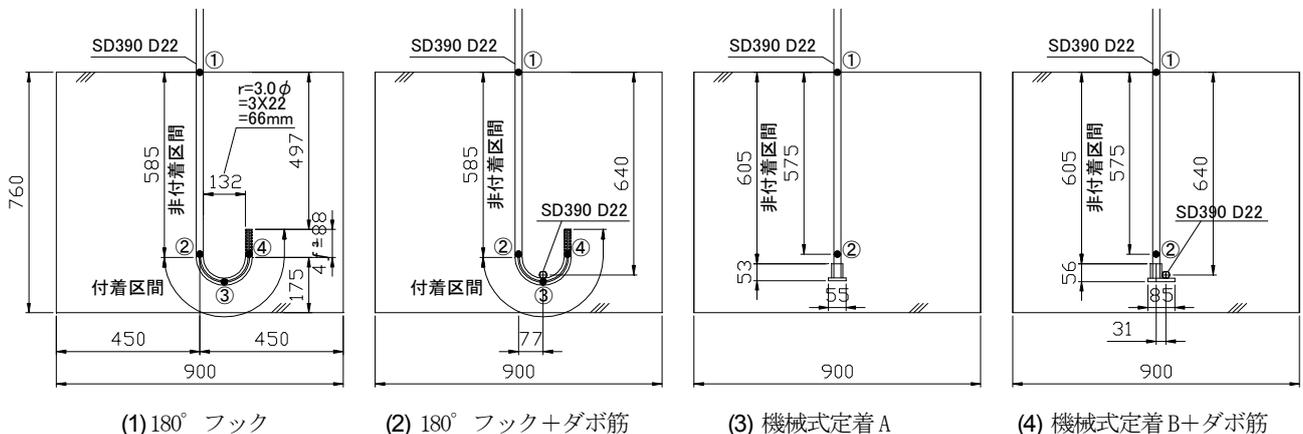


図-6 定着方法 (模擬ひび割れ面の試験体断面)

定着鉄筋の抜け出し量は、定着筋の端部と180°フックの場合は折り曲げ開始位置とフック先端に細径ピアノ線を固定しインバー線を設置して計測した。またピアノ線の付着を切るためにアクリル管を設置した。型枠への鉄筋の設置は、端部にダボ筋のない試験体は釣り糸で、ダボ筋のある試験体は結束線により仮固定した。まず、コンクリートを定着鉄筋の鉄筋径の半分まで打設した。コンクリート硬化後、模擬ひび割れ面および定着鉄筋のアンボンド区間にグリースを塗布し縁切りを行った。その後、上半分のコンクリートを打設した。写真-2、写真-3に下半分のコンクリート打設後の定着部の状態として2例(180°フック+ダボ筋、機械式定着 A)を示す。また、上半分のコンクリートを打設し、型枠脱型後の試験体を写真-1に示す。

(4) 使用材料

表-1~2に使用材料の強度特性を示す。コンクリートは JIS コンクリート (24-18-20-N) を使用し、2週間あけて2回打設した。コンクリートの強度試験は、上半、下半ごとに、実験シリーズの始めと終わりに実施した。圧縮強度は 36~39N/mm²、割裂強度は 3.2~3.5 N/mm²であった。鉄筋は SD390 の D22 のねじふし鉄筋であり、降伏強度 459.9N/mm²、引張強さ 652.8 N/mm²であった。機械式定着具は球状黒鉛鋳鉄品であり、メーカー規格値は引張強さ 600N/mm²以上、降伏点 370 N/mm²である。

表-1 コンクリート強度試験結果

打設ブロック	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	割裂強度 (N/mm ²)
下半 (先行)	50	36.2	2.59	0.17	3.2
	65	39.1	2.68	0.20	3.3
上半 (後行)	35	35.5	2.51	0.17	3.4
	50	38.2	2.58	0.19	3.5

表-2 鉄筋引張強度試験結果 (D22,SD390)

公称鉄筋径(mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	降伏時ひずみ (×10 ⁻⁶)	弾性係数 (×10 ⁹ N/mm ²)
22.2	459.9	652.8	2,426	2.00

注)鉄筋断面積:387.1mm²、降伏荷重178.0kN、最大引張荷重:252.7kN

(5) 実験ケース

実験ケース一覧を表-3に示す。前節の定着方法のパターンと定着鉄筋に沿ったひび割れの幅をパラメータとして設定した。ひび割れ幅は、0mm, 1mm, 1.7mm, 4mm の4種類とした。なお、1.7mm はダボ筋降伏相当であり、実験時に模擬ひび割れ面近傍のダボ筋のひずみをモニタリングして決定した。ダボ筋がないひび割れ幅を有するケース (No.3, No.9) は、ダボ筋降伏時相当のひび割れ幅として、事前に実施した結果からひび

割れ幅 1.7mm を目安にひび割れ開口を行った後に定着鉄筋の加力を行った。180°フックの加工方向は、鉄筋の横ふしがフックの内外となるように曲げ加工している。No.2, No.3は、ふしの方向による影響を確認するために、ねじふし鉄筋のフラットな面がフックの内外となるように加工した。

表-3 実験ケース一覧

No.	ダボ筋	せん断補強筋の定着部端部形状	初期ひび割れ幅 (mm)
1	なし	180°フック	0.0
2		180°フック	0.0
3		(ふし横面)	1.7
4	あり	180°フック	0.0
5			1.7
6			1.0
7			4.0
8			機械式定着具B
9	なし	機械式定着具A	1.7

(6) 計測

試験体の計測位置を図-7に示す。ダボ筋のひずみゲージの貼付位置は、フック等の定着部が接触する中央を除き@100mm の9カ所とした。定着筋のひずみゲージは、図-6に示す丸番号の2~4カ所とした。定着鉄筋の引き抜き荷重はセンターホールロードセルで、抜け出し変位は定着鉄筋に設置したインバー線(ピアノ線)に接合した変位計で計測した。ひび割れ幅は、模擬ひび割れ面の4隅の変位計で計測した。

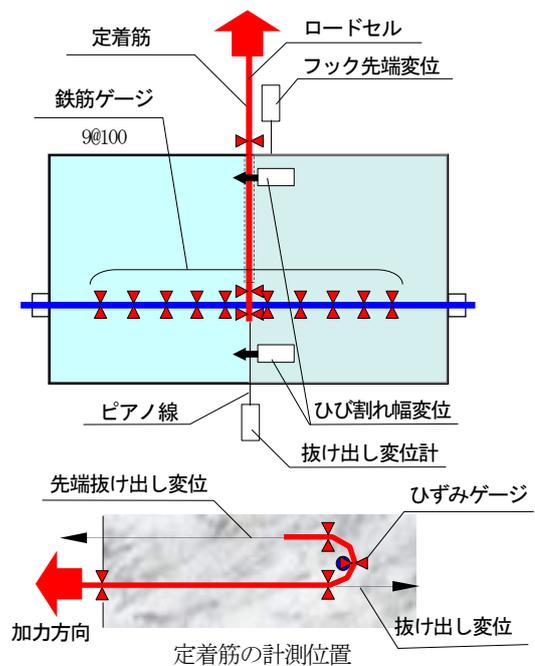


図-7 計測位置

(7) 実験方法

実験装置図の概要を図-8 に示す。加力前のひび割れ幅は、ひび割れ開口用のジャッキを用いて所定のひび割れ幅となるよう制御し固定した。定着筋の引き抜き時には、ひび割れ幅を一定値に制御することは困難であるため、引き抜き過程で逐次変化するひび割れ幅を制御することは行っていない。ひび割れ幅がダボ筋降伏時に相当する 1.7mm は、ダボ筋中央部のひずみが、鉄筋の引張試験結果から得られる降伏時のひずみ $2,420 \times 10^6$ を目標にひび割れの開口を行った。定着筋の引き抜き試験は、地震時の性能を確認するために全て高応力繰り返しとした。加力方法は土木学会 鉄筋定着・継手指針⁴⁾に準拠した。本実験は、ひび割れ面と平行に存在する定着体の構造性能に関する試験であるため、評価基準フックを No.1 試験体 (180° フック、ひび割れ幅=0mm) と定義した。加力サイクルを図-9 に示す。載荷荷重は鉄筋の規格降強度 f_m (390N/mm²) を基準として、上限応力 $0.95f_m$ と下限応力 $0.02f_m$ で 30 回繰り返しした後、最大耐力が確認できるまで引き抜きを行った。

4. 実験結果

実験結果一覧を表-4 に示す。表中には高応力繰り返し時の 1 回目と 30 回目の抜け出し変位量を示している。初期に設定したひび割れ幅は、定着筋の引き抜き過程で変動するため、最大耐力とともに、最大耐力時のひび割れ幅も示している。また、それぞれ基準試験体である No.1 (180° フック、ひび割れ幅 0mm) に対する比を示している。

(1) ふしの向きの影響

No.1~No.3 の比較では、ふしがフック内外の向きである No.2 は No.1 より最大耐力は 33%低下、繰り返し載

荷の抜け出し量は 26%増加した。またダボ筋はないものの、ひび割れ幅を 1.7mm 開口させた No.3 は、繰り返し加力時に $0.95f_m$ (143.4kN) まで到達できなかったため、単調載荷に切り替え変えた。最大耐力は No.1 より 49%低下した。

(2) ひび割れ幅の影響

No.4~No.7 の 180° フックのケースでは、ひび割れ幅 0mm の No.4 は耐力が No.1 より 5%増加し、抜け出し量は 81%減少した。これは、ひび割れ幅が No.1 と厳密には同条件ではないが、ダボ筋がひび割れ開口の変動を抑制する効果により定着性能向上が期待できる。

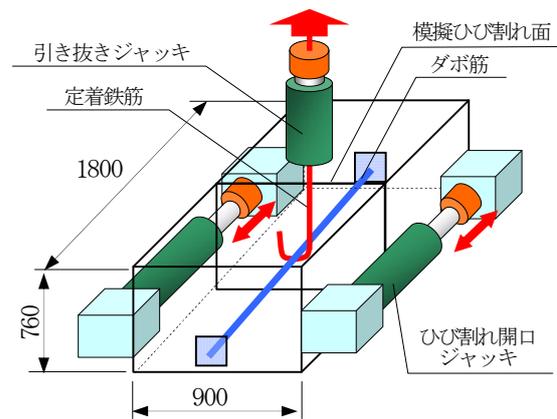


図-8 実験装置概要

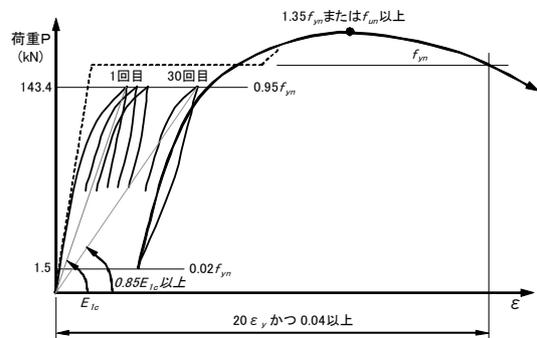


図-9 加力サイクル⁴⁾

表-4 実験結果一覧

No.	ダボ筋	せん断補強筋の定着部端部形状	初期ひび割れ幅 (mm)	高応力繰り返し 上限応力時の抜け出し量					最大耐力時			
				1回目 (mm)	30回目 (mm)	差分(30-1回目) (mm)	差分比(30-1回目) 対基準(No.1)	1回目加力のピーク時ひび割れ幅 (mm)	(kN)	比率 (ノ.1)	ひび割れ幅 (mm)	抜け出し量 (mm)
1	なし	180°フック	0.0	2.77	6.32	3.55	1.00	0.35	238.5	1.00	1.14	22.43
2		180°フック (ふし横面)	0.0	4.03	8.51	4.48	1.26	0.87	159.5	0.67	1.08	9.29
3		1.7	規定荷重に到達不能 → 単調加力					137.6	0.58	1.56	24.49	
4	あり	180°フック	0.0	1.10	1.78	0.68	0.19	0.16	250.4	1.05	0.59	7.35
5			1.7	14.30	22.06	7.76	2.19	2.22	177.3	0.74	2.38	24.28
6			1.0	3.14	6.85	3.71	1.05	1.26	176.2	0.74	1.44	14.41
7			4.0	35.10	46.89	11.79	3.32	4.65	196.6	0.82	4.92	60.07
8	なし	機械式定着具B	1.7	1.13	1.82	0.69	0.19	2.02	254.0	1.06	2.21	2.62
9	なし	機械式定着具A	1.7	1.67	2.81	1.14	0.32	1.94	250.2	1.05	2.11	4.02

No5~7 のケースでは、ひび割れ幅の増大とともに最大耐力は対 No.1 で 18~26%低下し、繰り返し時の変位は対 No.1 で 5~332%まで増加した。

なお、180° フックは実構造物内では必ずしも発生ひび割れと平行に配筋されている場合だけではないため、今後、ひび割れに対して傾斜配置した場合、複数本の定着体に引張力が作用した場合など、更なる検討が必要であると考えられる。

(3) 荷重～変位関係

a) ふしの向きの影響

図-10 は横ふしの向きによる影響を検討したものである。初期のひび割れ幅が 0mm の No.2 の場合、180° フックの横ふしの向きを変えることで繰り返しによる抜け出し変位が増加していることがわかる。さらに No.2, No.3 はともに鉄筋母材の降伏荷重に到達しなかった。No.1, No.2 はふしの向きに関係なく载荷前のひび割れ幅を 0mm で引き抜きを開始しても、最大荷重時にはともにひび割れ幅約 1mm となった。同じひび割れ幅であってもふしの向きで異なる性状となることから、ふしの機械的なかみ合いに依存する定着方法では横ふしの向きを慎重に検討する必要があると考えられる。

b) ダボ筋、ひび割れ幅の影響

図-11 で 180° フックのみの No.1 とダボ筋を加えた No.4 を比較すると、ダボ筋ありの No.4 の方が繰り返し 1 回目の剛性は高く、繰り返し後の伸び変位が小さい。最大荷重時の変位がダボ筋ありで半分程度となることから、ダボ筋により引き抜き時のひび割れ幅拡大が抑制されたためと考えられる。一方、No.1 と No.6 (ひび割れ幅 1mm) は繰り返し 30 回までの荷重～変位関係が類似しているが最大荷重、最大荷重時のひび割れ幅が No.1 : 1.14mm, No.6 : 1.44mm と異なっている。今回使用したねじふし鉄筋においては繰り返しによる抜け出し変位よりも、ひび割れ幅のほうが最大耐力に与える影響は大きいことが推察される。また、No.6 の最大時のひび割れ幅から、今回使用したふし高さ 1.9mm の鉄筋の付着限界ひび割れ幅が 1.5mm 前後であると推察される。

c) 180° フックと定着具の比較

図-12 に機械式定着具とフック試験体の比較を示す。機械式定着具を使用した No.8, No.9 はひび割れ幅 1.7mm 前後で開始したにも関わらず、No.1 のフック試験体よりも抜け出し変位が著しく小さく、最大耐力は鉄筋母材の引張強さとほぼ同じ値となった。特にダボ筋を併用した No.8 は最も小さい変位で最大耐力を示した。機械式定着具は鉄筋のふし高さよりも高い突起を有しており、ひび割れ幅が突起高さを超えるような状態までは、安定した構造性能を発揮するものと考えられる。

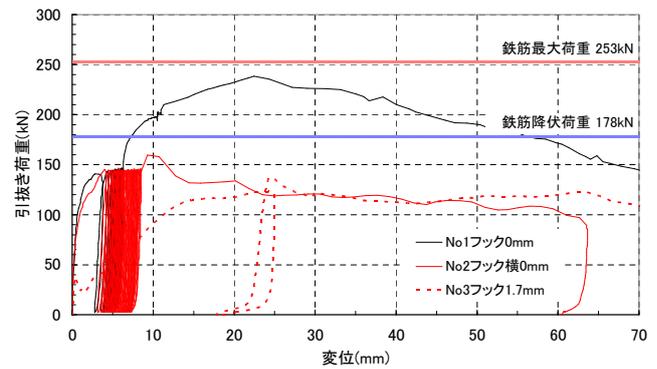


図-10 荷重～変位関係 (180° フック, 横ふしの向き)

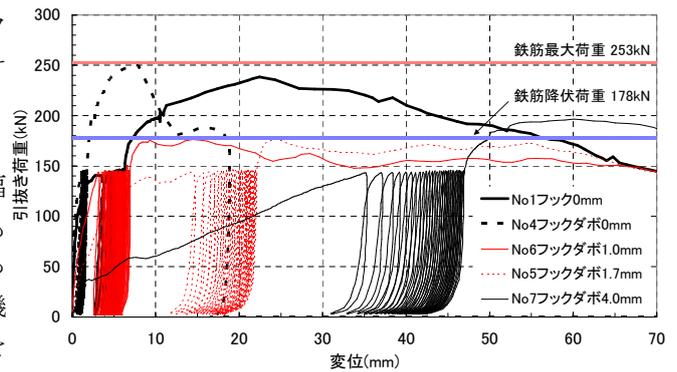


図-11 荷重～変位関係 (180° フック, ひび割れ幅)

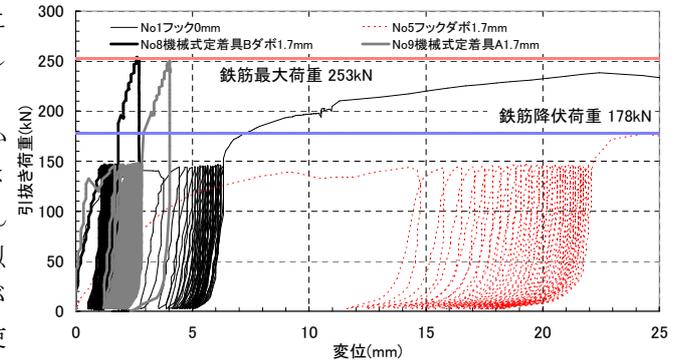


図-12 荷重～変位関係 (180° フックと定着具)

(4) 鉄筋のひずみ

a) 定着筋

図-13, 図-14 にフック試験体 No.1 と定着具試験体 No.9 の荷重と定着筋のひずみの関係を示す。No.1①, No.9①, ②の位置では、ほぼ鉄筋母材と同様の履歴を示している。No.1 の 180° フック近傍の②~④の位置では曲げ加工による残留ひずみの影響が懸念されるものの、ひずみの大小関係は②>③>④であり、定着力の分担がフック先端にかけて急激に減少していることがわかる。特に②では载荷 1 回目から残留ひずみが残り、ひずみの絶対量も最も大きく、フックの中で最も厳しい位置にあるといえる。

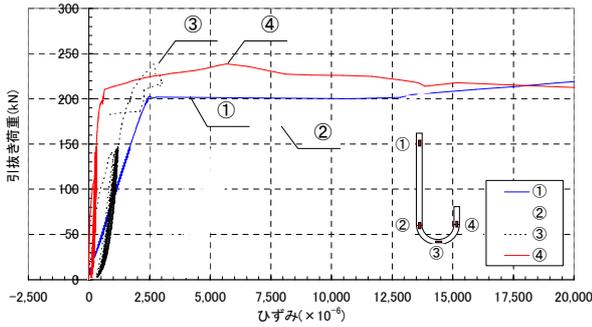


図-13 定着鉄筋ひずみ
(No.1 : 180° フック, ひび割れ幅 0mm)

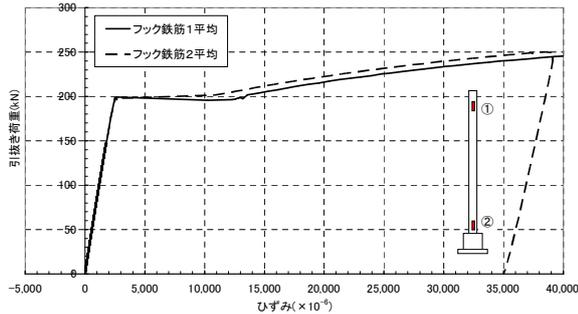


図-14 定着鉄筋ひずみ
(No.9 : 定着具 A, ひび割れ幅 1.7mm)

b) ダボ筋

図-15、図-16 にダボ筋のひずみ分布の例としてフック試験体の No.5 と No.7 を示す。これは、ひび割れ幅が 1.7mm と 4mm の違いを示したものである。ひび割れ開口から定着筋引き抜きまでの過程でのダボ筋のひずみ分布は模擬ひび割れ面から±150mm の範囲で大きく増加している。また模擬ひび割れ近傍における引き抜き過程以降のひずみ増分は 3500×10^6 程度であり、ひび割れ幅の差は認められなかった。この分布傾向は、他の実験シリーズでも同様であり、有為な差はなかった。

(5) 最大時のひび割れ幅

定着筋の加力によってひび割れ幅が変動することを考慮して、加力途中でのひび割れ幅で整理した。

図-17 に最大耐力時のひび割れ幅と最大耐力の関係を示した。180° フックのダボ筋ありの場合、ひび割れ幅 1.5mm 前後に変曲点があると思われる。

図-18 に 30 回の高応力繰り返し時の抜け出し量と 1 回目ピーク時のひび割れ幅の関係を示した。これは 1 回目の加力時に大幅に変動することを考慮して、30 回繰り返しによる安定性を確認することを意図した。定着条件により水準は異なるものの一定の相関が認められる。

(6) 定着部の破壊状況

通常の定着試験では、定着体周辺コンクリートの破壊状況は、定着体の露出はつり作業を伴うことにより目視観察が困難であることが多い。本実験では、模擬ひび割

れ面で試験体コンクリートを分割可能であるため、試験後の定着部を損傷させることなく観察が可能であった。コンクリートの分割方法は、試験体底部から片側コンクリートブロックのコンクリートを一部はつり、露出させた付着切れしたダボ筋をガス切断し試験体を分離した。

試験後の定着体の状況を写真4~7 に示す。No.1 (写真4 : 180° フック, ひび割れ幅 0mm) は、フックに沿ってコンクリートがずれたひび割れが認められる。フックの抜け出しによりフック内側表面は、横ふし間のモルタル分とともに黒く平滑になっていた。

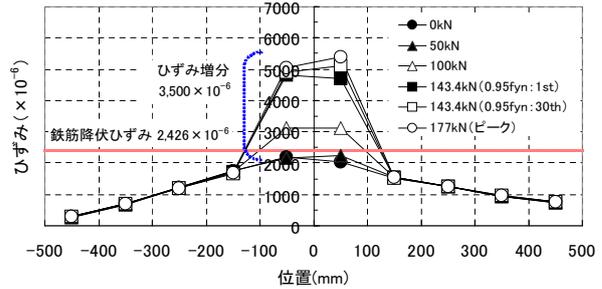


図-15 ダボ筋ひずみ分布
(No.5 : フック+ダボ, ひび割れ幅 1.7mm)

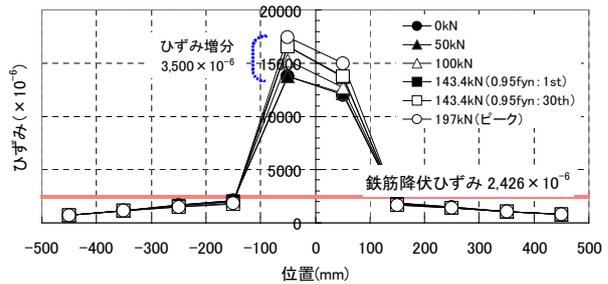


図-16 ダボ筋ひずみ分布
(No.7 : フック+ダボ, ひび割れ幅 4.0mm)

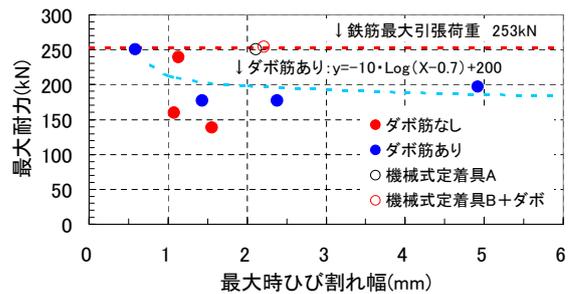


図-17 最大耐力時のひび割れ幅と最大耐力

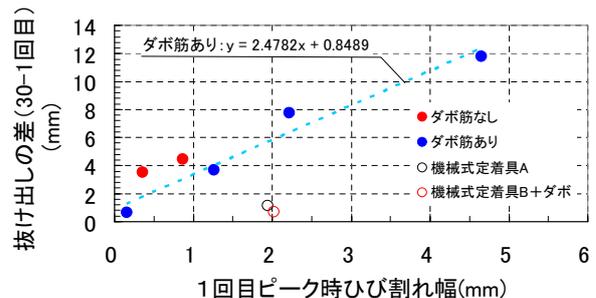


図-18 1回目ピーク時ひび割れ幅と繰り返し時抜け出し量の差

No.6 (写真-5: 180° フック+ダボ) は、ダボ筋を下端としフックに囲まれる円形のコンクリートがコーン状に破壊し、フック先端の抜け出しも確認できる。No.8 (写真-6: 機械式定着具 B+ダボ) は、ダボを中心としたコンクリートの破壊であり、突起と反対側のコンクリートは損傷が軽微であった。一方、No.9 (写真-7: 機械式定着具 A) は、定着具の上方のコンクリートが近傍のみ破壊していた。

5. 結論

主鋼材をスパイラル筋で座屈拘束した SRC 中空橋脚のせん断補強筋定着部の合理化案を検討し、定着鉄筋に平行なひび割れを有する鉄筋定着体の引き抜き試験により以下のような結論が得られた。

- (1) 180° フックはひび割れの幅の増大に応じて耐力は低下し、抜け出し量も増加する。
- (2) 180° フックにおいて、ひび割れの幅と耐力の関係には、横ふしの高さに応じた機械的な付着が影響すると考えられ、今回使用したねじふし鉄筋では最大耐力発生時のひび割れ幅 1.5mm 前後がふしの高さによる定着の限界値であると考えられる。
- (3) 定着鉄筋に引張力が作用したときのダボ筋の影響範囲は、初期に導入したひび割れ幅の程度に関わらず ±150mm 程度で、ひずみ増分は 3500×10^6 であった。
- (4) 180° フックの定着体近傍の観察により、鉄筋表面にはすべった形跡が認められる。また、ダボ筋があるケースでは、ダボ筋を包括したコーン破壊を伴う。
- (5) 定着鉄筋と直交するダボ筋は、定着を低下させるひび割れ幅の抑制により、定着性能向上が期待できる。
- (6) 機械式定着具を使用した定着体は、抜け出し量がほとんど発生しなかった。
- (7) ひび割れを考慮した本実験から、せん断補強筋の定着位置は外周のせん断補強筋との位置関係に依存しないため、本提案の定着方法は採用可能である。

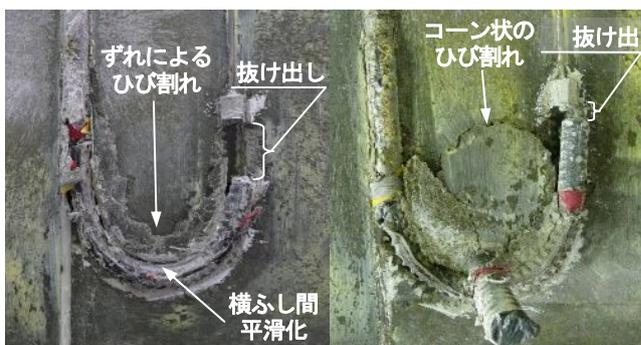


写真4 No.1 試験体
(180° フック)

写真5 No.6 試験体
(180° フック+ダボ筋)



写真6 No.8 試験体
(機械式定着具 B+ダボ筋)

写真7 No.9 試験体
(機械式定着具 A)

参考文献

- 1) 3H 工法研究会：プレハブ・複合部材を用いた山岳部橋梁の下部工の設計・施工技術の開発に関する共同研究報告書—研究開発報告書—, 1999.4
- 2) 福井次郎・園田宣昭・松田哲夫・本蔵耕治・渋沢重彦・伊藤誠：新技術「3H 工法」による飯牟礼 2 号橋下部工の設計と施工, 橋梁と基礎, 2003-3, pp19~24, 2002.3
- 3) 東邦和・福井次郎・橋本万多良・長澤保紀・原夏生, 「スパイラル筋を用いた SRC 橋脚構造の耐震性能」, 第 2 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, 1998.12
- 4) 土木学会：鉄筋定着・継手指針 [2007 年版] 2007.8
- 5) 玉井真一, 島弘：縦ひびわれが生じる場合の鉄筋とコンクリートの局所付着応力—すべり関係, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 5 部, pp.262-263, 1987.10
- 6) 土木学会：[2002 年制定] コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, pp.123-124, 2002.3

AN EXPERIMENTAL STUDY ON ANCHORING STRENGTH OF SHEAR REINFORCEMENT FOR HOLLOW CONCRETE ENCASED STEEL BRIDGE COLUMN

Katsunori HIRANO, Terukatsu SASAYA, Satoshi MATSUOKA, Hiroyuki NITTA and Hiroshi SHIMA

In this study, series of experimental tests on anchorage of deformed bars are conducted. The deformed bars are supposed to be used for shear reinforcement of hollow concrete encased steel (SRC) bridge column. Three types of anchorage method, hook, hook with dowel bar and mechanical nut with small flange, are prepared. As a result of high stress cyclic and static pull-out tests with nine test specimens, it is verified that crack width have much effect on anchoring strength in hook type.