

高耐久性埋設型枠を適用した橋梁下部工の急速施工報告

Technical report for the rapid construction of the bridge sub-structures adopting the high durability precast formwork

岡本 将明* 砂田 義邦**
 Masaaki Okamoto Yoshikuni Sunada
 磯部 智泰*** 早川 裕介****
 Tomoyasu Isobe Yusuke Hayakawa

要 約

倉敷立体高梁川大橋下部その9工事では、河川内での施工可能な期間が非出水期（平成28年10月21日～平成29年6月15日）に限定されていたため、高耐久性埋設型枠（SEEDフォーム）を適用したREED工法にて橋脚の急速施工を行った。本工事では、河川敷に広域な作業ヤードを設けることにより、函体を数多くストックし、在来工法による施工と比較して施工日数を短縮することが可能であったために、工期内で工事を完了することができた。本報告では、工事で採用したREED工法に関する特性と施工の概要について報告する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 施工方法の特性
- § 4. REED工法による施工
- § 5. まとめ

§ 1. はじめに

倉敷立体高梁川大橋下部その9工事は、倉敷市内における一般国道2号の交通混雑の緩和および交通安全の確保を目的に4車線化を行う「倉敷立体事業」の一部であり、高耐久性埋設型枠（以下、SEEDフォーム）を適用したREED工法にて、既設橋脚に隣接した4橋脚を新設する工事である。

工事は、一級河川高梁川での河川内工事であるため、非出水期間（平成28年10月21日～平成29年6月15日）に全工事を完了させる必要があった。

本報告では、REED工法に関する特性と施工の概要について報告する。

§ 2. 工事概要

工事件名：倉敷立体高梁川大橋下部その9工事
 工事場所：倉敷市片島町地内
 工 期：平成28年7月8日～平成29年7月31日
 （河川内作業期間：10月21日～6月15日）
 発注者：国土交通省 中国地方整備局
 工事延長：L=350m（高梁川大橋L=714m）

表一 橋脚諸元

橋脚名	高さ (m)	杭長 (m)	杭本数 (本)
P12 橋脚	20.95	10.0	φ2,000, 6本
P13 橋脚	20.40	11.0	φ2,000, 6本
P14 橋脚	19.85	11.0	φ2,000, 6本
P15 橋脚	19.30	10.0	φ2,000, 6本



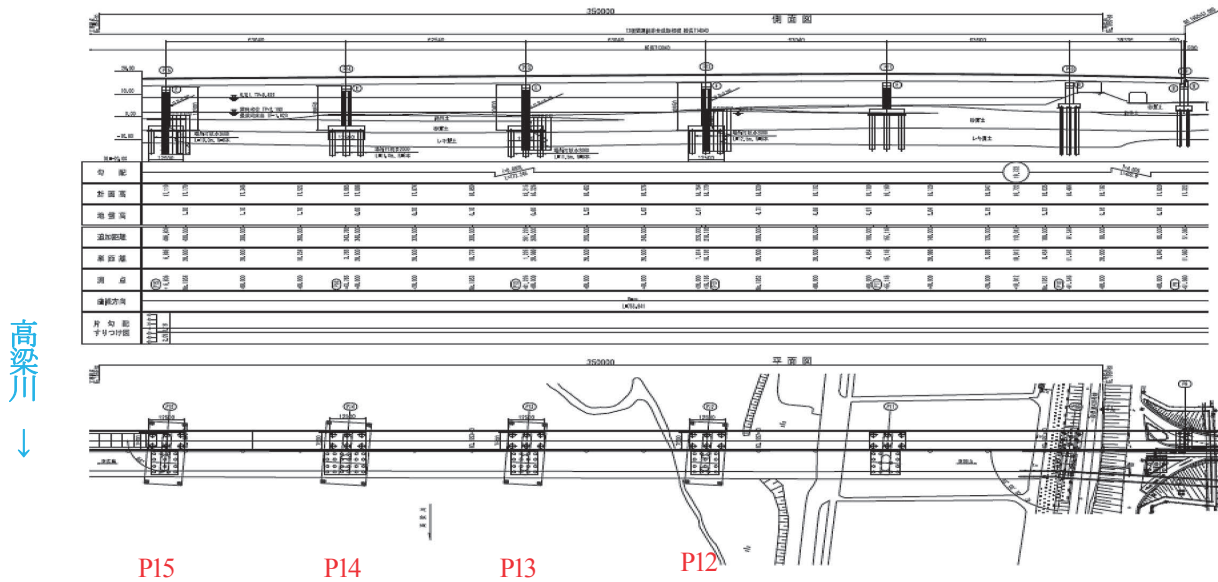
写真一 着工前写真

* 西日本(支)高梁川(出) (現：京都西シールド(出))

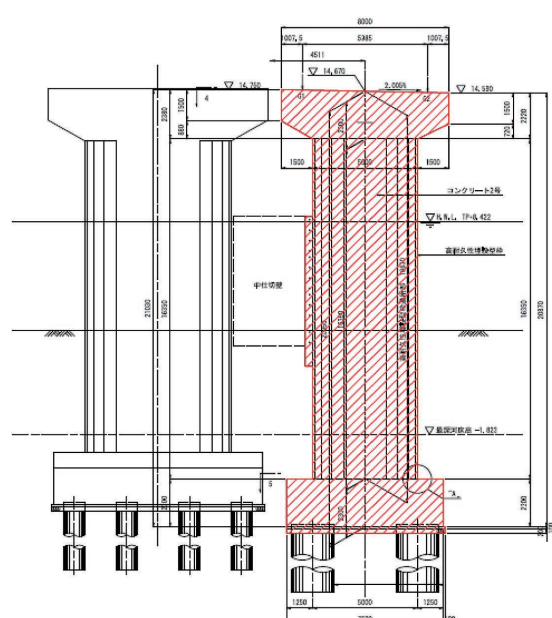
** 西日本(支)高梁川(出) (現：洛西シールド(出))

*** 西日本(支)高梁川(出) (現：竹原火力(出))

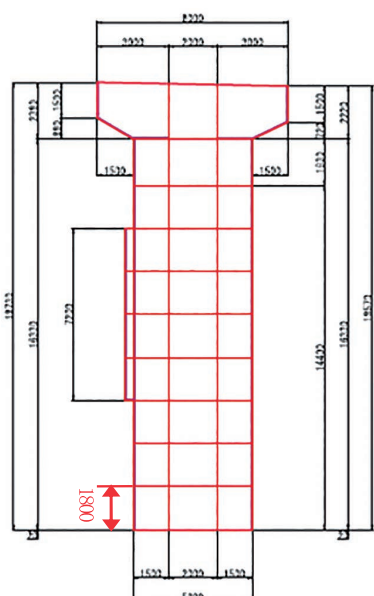
**** 西日本(支)高梁川(出) (現：九州(支)内大臣(出))



図一 施工範囲図



図二 橋脚構造図



図三 SEED フォーム割付図

表一に橋脚諸元、写真一に着工前写真を示す。また、図一に施工範囲図、図二に橋脚構造図、図三にSEED フォーム割付図を示す。

2-1 現場周辺環境

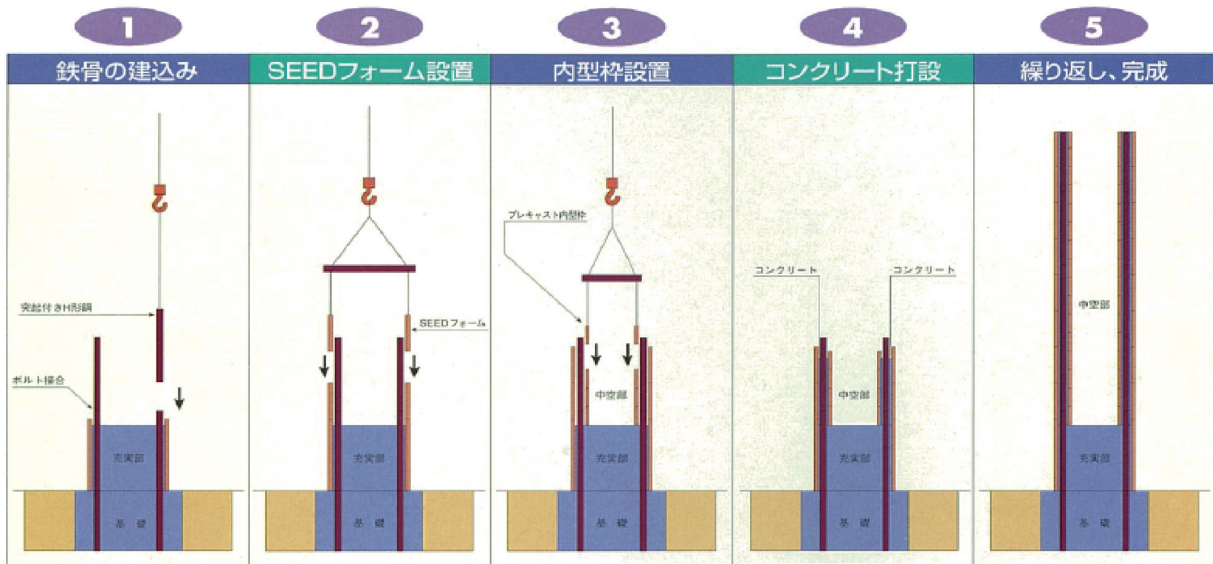
一般国道2号高梁川大橋は、玉島笠岡道路と市街地を結ぶ中心に位置している。朝・夕は車両の混雑がひどく地域住民は、高梁川大橋が早期に複車線化されることを期待している。

2-2 現場状況

工事の仮設ヤードは、高梁川大橋の河川敷を借用した(写真一参照)。また、この仮設ヤードは遊歩道に近接しているため、車両は第三者優先を徹底し、頻繁な搬入出がある場合は、交通誘導員を配置した。



写真一 仮設ヤード全景



図一4 施工手順

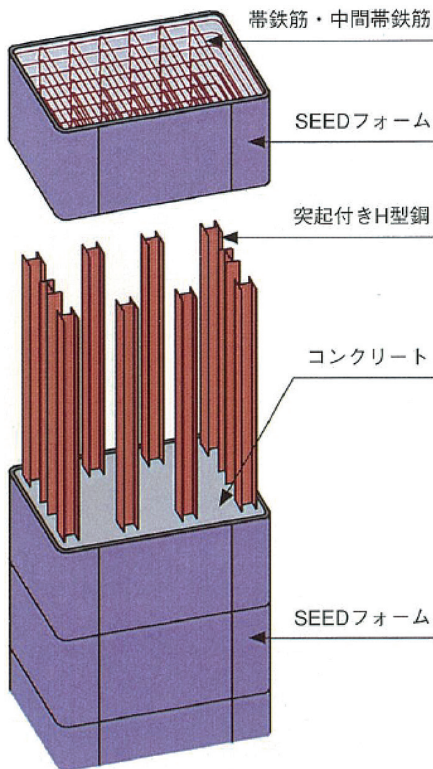
§3. 施工方法の特性

3-1 REED 工法の特性

「REED 工法」は、突起付き H 型鋼と高耐久性埋設型枠 (SEED フォーム) を使用した鉄骨コンクリート複合構造形式の橋脚構築工法である。突起付き H 型鋼は、主鉄筋の代わりに配置して引張力を負担し、また SEED フォームは圧縮力を負担することができる。橋脚の設計は鉄骨を等価な鉄筋に置き換えた鉄筋コンクリート方式で行われる。

REED 工法の主な特性を以下に示すとともに、図一4 に施工手順、図一5 に構造概念図を示す。

- ① 単純化された作業の繰り返しのため省人化、省力化、および工期短縮を図ることができる。(急速施工の実現)
- ② 剛性の高い H 型鋼を使用しているため耐震性が向上する。
- ③ プレキャスト型枠 (SEED フォーム) を橋脚表面に配置しているため美観性が向上する。
- ④ SEED フォームを使用しているため塩害、凍害、中性化などに対する抵抗性が改善できる。(耐久性の向上)



図一5 構造概念図

3-2 突起付 H 型鋼の特性

突起付 H 型鋼は、主鋼材として橋脚に使用し、フランジ面に突起を設けてコンクリートとの付着性能を向上させている。

写真一3 に突起付 H 型鋼の写真を示す。

3-3 高耐久性埋設型枠 (SEED フォーム) の特性

SEED フォームは、低水セメント比の高強度モルタル



写真一3 突起付 H 型鋼

を基材とし、ビニロンファイバーを補強材として混入することで、構造物の耐久性とひび割れ分散性を大幅に向上させたプレキャスト型枠である。

SEED フォームの背面は、打継ぎ面処理剤と高圧ジェット水洗浄により目荒し処理されているので、コンクリートとの一体性を確保することができる。表一2にSEED フォームの配合表を示す。

表一2 SEED フォーム配合表

空気量 (%)	水セメント比	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			セメント	水	細骨材	ビニロン繊維	減水剤	AE 剤
4.5±1.5	30	100	710	210	1342	26	適宜	適宜

セメント種類：普通ポルトランドセメント
 製品名：SEED フォーム
 適用：モルタルタイプ
 スランプフロー範囲：600±100 mm
 ひび割れ発生強度：6.5 N/mm²
 28 日圧縮強度：60 N/mm²以上

§4. REED 工法による施工

4-1 函体組立

橋脚は、6ピースのSEED フォームを組み立てて1段の函体とし、これを10段積上げて構築するため、地組み時の水平性不良によって、ねじれや段差が生じると、橋脚の出来形品質（鉛直性、形状および平面位置精度、目違いの発生）が低下する。また、函体据付後の不具合は、積上げた函体を撤去し、再度組み立て直す方法で対応することとなるため、次工程に大きく影響を及ぼす。

このため、当現場では、河川敷に広域な仮設ヤードを設け、H型鋼（H-300×300×10×15）を敷材、縦目地ガイド鋼材とする函体組立架台を設置した。（図一6参照）

また、SEED フォーム組立の過程で組立架台が変形すると、SEED フォームの出来形精度が悪くなることから、組立架台自体が変形しないようにH型鋼をコンクリートで一体化させ堅固な架台とした。

さらに、地組みした函体の角欠けや汚れの付着を防止するために、組立架台の下部を緩衝材（硬質ゴム：t=10mm）で養生し、また函体仮置時および施工ヤードへの輸送時には緩衝材（軟質ウレタンフォーム：t=10mm）で養生した。（写真一4参照）



写真一4 SEED フォーム養生

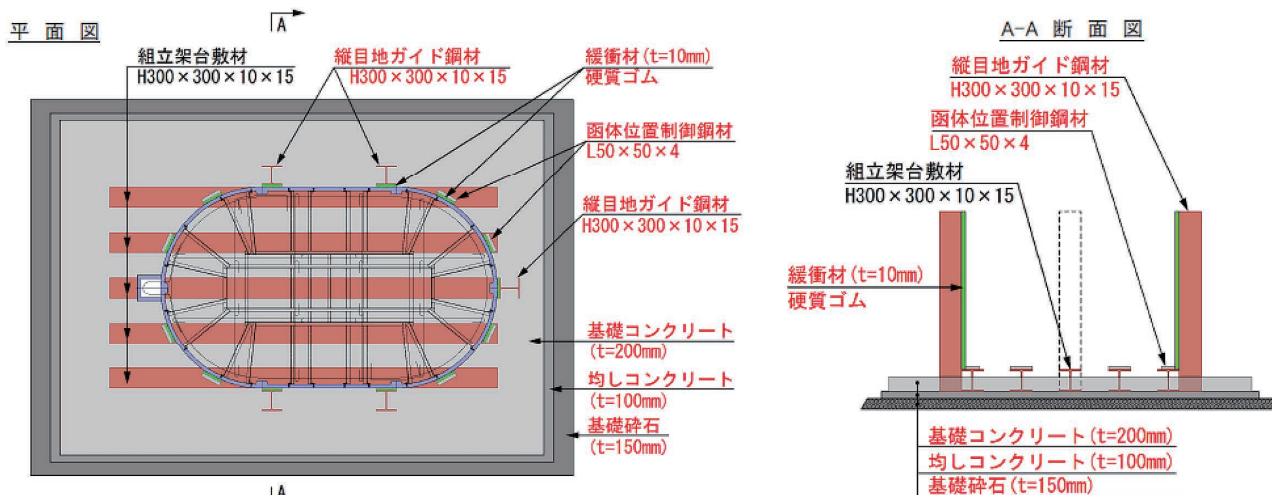
4-2 函体据付とコンクリート打設

本工事では、1橋脚あたり高さ1.8mの函体を積上げて施工を行った。

打設リフトの検討においてはコンクリートの打込み高さ、ポンプ車の配管長を考慮して1リフト3函体を基本とした。（打設高さ約5.2m）

コンクリート打設時には、バイブレータの高振動により、SEED フォームの角欠けおよび変形が懸念されるため、SEED フォーム近傍には、鋼管パイプ付きバイブレータ（写真一5参照）を使用し、高周波バイブレータφ50mmと併用した。この鋼管パイプ付きバイブレータは、突起付H型鋼間等の狭隘なスペースにおいても十分に充填が可能であった。

一回あたりの打設量は60m³程度であるが、SEED フォームの設計耐力より、1時間当たり1mの速度で打設を行った。また、一層の打ち上がり高さを50cmとし、合



図一6 SEED フォーム組立架台

計11層で打設した。

図-7にコンクリート打設時の配置図を示す。適切な配車を行うため、コンクリート打設時には専属の配車管理者を配置した。また、仮設ヤードは、第三者の遊歩道と近接しているため、交通誘導員を配置し適確に車両を誘導した(誘導員A)。



写真-5 鋼管パイプ付きバイブレータ

さらに、コンクリート打設は、他の作業と並行して行われるため、作業構台上の混雑解消及び安全通行を目的に、交通誘導員を配置した(誘導員B)。

4-3 在来工法との工程比較

REED 工法の工期短縮のためには、構築した函体をストックできる広域なヤードが必要であり、当現場では30m×40m=1,200m²のヤードを確保することが工期短縮のための必要条件であった。

表-3に在来工法とREED工法の工程の比較を示す。REED工法については、P12橋脚(柱部3リフト、梁部)の実績である。なお、陸組は実施工程には考慮していない。在来工法は、同じP12橋脚で鉄筋、型枠を組んだ場合の必要日数である。また、REED工法と在来工法を比較する上で、函体の組立と他作業は並行するものとしている。

REED工法の柱部は、作業開始から10日間でコンクリートを打設することができた。これは、あらかじめ函体

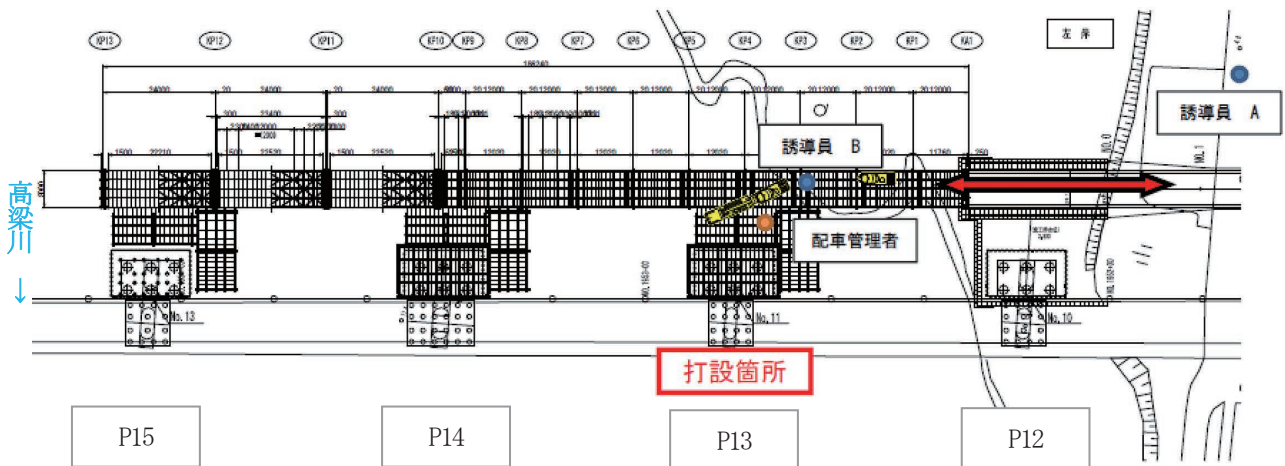


図-7 P13橋脚のコンクリート打設時の配置図

表-3 在来工法とREED工法の工程比較

工法	作業内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
現場打ち工 (在来工法)	鉄筋工 (19t)	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	型枠・支保工 (265m ²)	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	打設	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■			
	養生	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	型枠解体	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
REED工法	鉄筋工 (19t)	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	突起付H型鋼	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	函体搬付	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	型枠・支保工 (265m ²)	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	打設	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
	養生	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	

緑：柱部施工日数
朱：梁部施工日数

を陸組しており、据付には角欠けや目違いのないように細心の注意を払う必要があるものの、クレーンにて揚重するため設置には時間を要さないことが要因である。

一方、柱部の在来工法は、21日間の時間を要する。型枠が曲型枠であることや支保部材の設置に時間を要するためである。

梁部に関しては、REED 工法の方が時間を要した。梁部は柱部と違い、陸組みした梁函体をクレーンにて架設することがクレーンの能力的に不可であり、また、陸組みした場合、沓座部の取合でもクレーンの使用ができなかった。このため、SEED フォーム及び鉄筋はすべて現地で個別に組立てたことにより時間を要したと考える。

P12 橋脚に関しては、作業開始から作業終了まで9日間の工程短縮となった。また、他の3橋脚 (P13~P15) においても同様な結果となった。

写真一6, 7に施工状況写真及び完成写真を示す。工事最盛期には、クレーン4台を使用して、4橋脚すべての施工を同時に行った。



写真一6 施工状況写真 (平成 29 年 3 月)



写真一7 工事完成写真 (平成 29 年 6 月)

§5. まとめ

本工事における施工結果を以下にまとめる。

- (1) REED 工法は、施工条件 (広域なストックヤード) が整えば在来工法と比較して大幅な工期短縮が可能である。
- (2) REED 工法は、工場製作の SEED フォーム (プレキャスト型枠) を用いるため、製品精度が高い。
- (3) SEED フォームは高強度ではあるが、組立時、仮置時、および運搬時には製品の角欠けに細心の注意が必要である。

謝辞。本施工を進めるにあたり、土木設計部を始め西日本支社および中国支店から貴重なご助言を頂戴した。ここに改めて謝意を表します。

参考文献

- 1) 高耐久性埋設型枠(SEED フォーム)：日本 SEED フォーム技術研究会
- 2) REED 工法パンフレット：フジミ工研株式会社