

# 火力発電所における海洋土木構造物の大規模プレキャスト化施工

## 武豊火力発電所リプレース工事

加藤 弘之・井上 政明・野勢 辰也

武豊火力発電所リプレース工事は、地域の安定的な電力供給を目的として石油を燃料とする既存の発電設備を廃止・撤去し、石炭に木質バイオマス燃料の混焼を取り入れた107万kW級の高効率な発電設備（5号機）を新設するものである。そのうち、土木工事は揚炭棧橋をはじめとする燃料受入・石炭灰搬出用の荷役棧橋および受入・払出用コンベヤ設備の基礎を新設する海上工事と、取放水設備および各種陸上設備基礎の躯体構造物、その他構内の外構設備類一式を新設する陸上工事からなる。本工事では、海洋土木構造物において大規模なプレキャスト（以下PCa）化施工を実施して、工程短縮や品質の確保に取組み、発電所の早期運開を達成した。本稿では、その施工内容を紹介する。

キーワード：発電所、棧橋、連絡橋、海上施工、プレキャスト、起重機船

### 1. はじめに

武豊火力発電所は、愛知県知多半島の中央部、三河湾北西部の衣浦湾に面した豊かな自然と温暖な気候に恵まれた環境の中に位置している。1966年に1号機、1972年に2～4号機が営業運転を開始し、中部地域の電力安定供給に大きな役割を果たしてきたが、長期的な電力の安定供給と発電コストの低減、最新鋭の設備導入による環境性の向上を図るため、木質バイオマス燃料の混焼を取り入れた高効率な出力107万kWの石炭火力発電所へとリプレースすることとなり、2018年に現地での工事に着手した。地域の安定的かつ効率的な電力の供給を目的に早期運開が望まれる中、2022年に営業運転を開始した。

土木工事のうち、海上工事は、前面海域の浚渫工、揚炭棧橋、燃料受入・石炭灰搬出用の海上コンベヤ基礎、副資材棧橋、棧橋アクセス用の海上連絡通路橋、深層取水設備の構築工があり、非常に数多くの構造物や多様な工種を含む工事である。

### 2. 工事概要

#### (1) 工事概要

工事名称 武豊火力発電所5号機土木建築工事  
 工事場所 愛知県知多郡武豊町  
 発注者 JERA パワー武豊(同)  
 施工者 大成建設(株)

契約工期 2017年12月13日～2022年5月31日

#### (2) 工事内容（海上工事分）

- ・浚渫工：570,540 m<sup>3</sup>
  - ・揚炭棧橋：幅26m×長さ375m（鋼管杭300本）
  - ・副資材棧橋：ドルフィン式棧橋2基（鋼管杭166本）
  - ・海上通路橋：幅6m×長さ25～35m×6橋（鋼管杭18本）
  - ・海上コンベヤ基礎：42基（鋼管杭172本）
  - ・深層取水設備：延長165m（鋼管杭73本）
- 武豊火力発電所の全体パース図を図-1に示す。



図-1 武豊火力発電所全体パース図

### 3. 工事の課題と対応方針

本工事は、早期運開を達成するために以下に示す4つの課題があった。

#### (1) 大規模な構造物且つ大量の施工数量

海上構造物のコンクリート量が約2.1万m<sup>3</sup>と大量であり、コンクリートの海上運搬や現地での打設を軽減する必要がある。

#### (2) 気象・海象の影響を受ける海上での躯体構築

海上での躯体構築では、資材や作業員の運搬、起重機船の揚重作業などが必要であるが、気象・海象の影響を受け、陸上作業に比べて稼働率が低い。これに加え、型枠・支保工などの仮設構造物は、急速に発達する低気圧や台風に伴う高波・高潮により損傷する可能性がある。

#### (3) 他工事との輻輳と引渡し工程の厳守

隣接する他工区の船舶と係留索が輻輳するため、自社の工程を優先した船舶の配置ができない状況下において、設備メーカーへの引渡し工程を厳守する必要がある。

#### (4) 難易度の高い構造

揚炭栈橋には、重量約2,000tの揚炭機が設置される(写真-1)。高い耐震性を確保するため、斜杭式の栈橋構造となっており、杭頭部の型枠支保工が複雑になることから多くの手間がかかる。また、コンベヤ基礎は設備の制約から海上高所での躯体構築となり(写真-2)、施工性や安全性の向上が必要である。

これらの課題を解決するため、海上作業の削減が可能な大規模なPCa化施工が必要であると考え、

- ①揚炭栈橋と海上コンベヤ基礎のPCa化
  - ②海上通路橋の一括架設
- を行い、工程短縮、施工効率の向上、省力化、安全性の向上を目指すこととした。



写真-2 海上コンベヤ基礎

### 4. 大規模PCa化に対する課題と施工内容

#### (1) 揚炭栈橋のPCa化

揚炭栈橋のPCa化には2つの課題があった。

一点目は揚炭栈橋(図-2, 3)が斜杭構造であり、PCa化をどのように実現するかである。斜杭には傾斜角、平面振り角があり、杭頭部はPCa部材の落とし込みが困難(写真-3, 図-4)なため、これまで斜杭構造の栈橋にはPCa化施工が行われなかった。

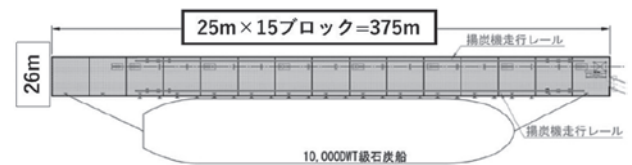


図-2 揚炭栈橋全体平面図

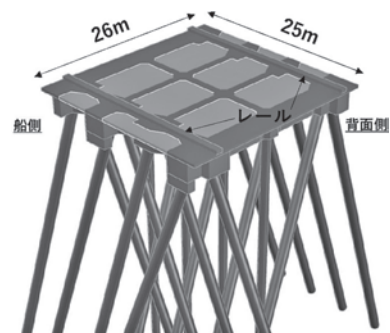


図-3 揚炭栈橋構造図(1ブロック)



写真-1 揚炭栈橋と揚炭機

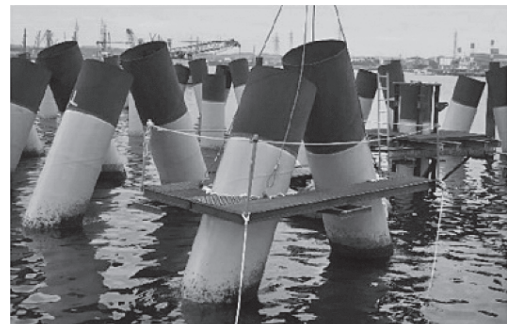


写真-3 揚炭栈橋の斜杭

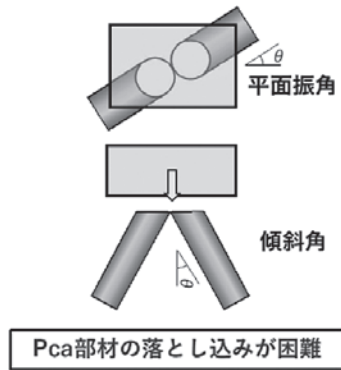


図-4 斜杭部のPCa化

このためPCa化は梁とスラブに限定し、PCa化の難しい杭頭部の施工は場所打ちとした(図-5)。本工事ではPCa化した梁を利用して効率的に場所打ち部の施工を行う方法を考案した。

まず、PCa梁設置用の受鋼材を支保工と一括架設する(図-6、写真-4)とともに、杭頭部の足場を確保する。

また、斜杭部で3方向の梁を安定的に受けられる受鋼材を使用した(図-7、写真-5)。

さらに、PCa梁架設後に受鋼材とPCa梁を利用し、吊支保工として受け替えた(図-8、写真-6)。これにより、潜水作業を排除した効率的な施工を可能とした。



写真-4 受鋼材、支保工、PCa梁架設状況

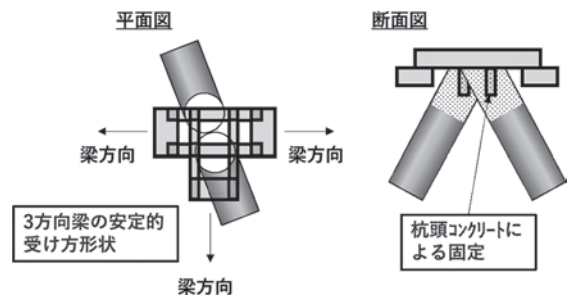


図-7 PCa梁設置用受鋼材の概要図

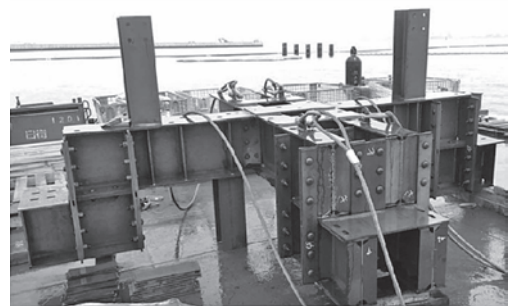


写真-5 PCa梁設置用受鋼材

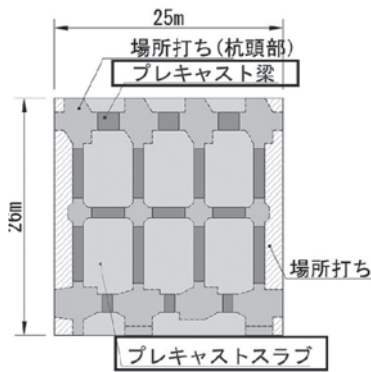


図-5 揚炭栈橋PCa配置図

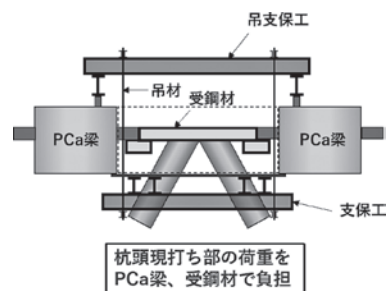


図-8 受鋼材とPCa梁による吊支保工

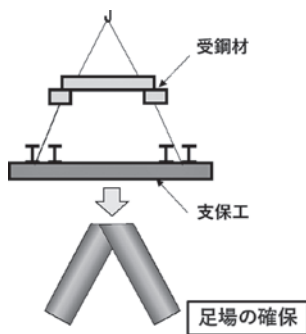


図-6 受鋼材と支保工の一括架設



写真-6 吊支保工状況



二点目は、PCa 梁接続部の品質確保である。梁の接続部は、2,000 t もの揚炭機荷重を受けるため、コンクリートの打継によるせん断耐力の低下や塩化物イオンの侵入による鉄筋の腐食を生じさせない対策が必要である。この課題に対しては、以下の3つの対策により、高耐力、高耐久性を実現した（図-9、写真-7）。

- ①ダウエルバーによるせん断耐力の増強
- ②エポキシ樹脂塗装鉄筋による塩害対策
- ③表面保護材による打継面の被覆

これらの対策により、揚炭機橋のPCa 化が可能となった。施工状況写真を写真-8、9に示す。

### (2) 海上コンベヤ基礎のPCa 化

海上コンベヤ基礎は、4本の斜杭構造が40基あり、躯体は設備の制約により海面上9mと高い位置にあった（図-10）。

そのため、斜杭へのPCa 躯体の架設方法や据付精

度、安全性の確保に課題があった。また、斜杭は打設後、杭頭が内側に傾くため、位置を調整する必要があった。

杭頭位置の調整に関しては、高所への速やかな設置・撤去が可能な足場を考案した。この足場を用いて、杭頭位置の調整や固定を容易に行うことができた（写真-10、図-11）。

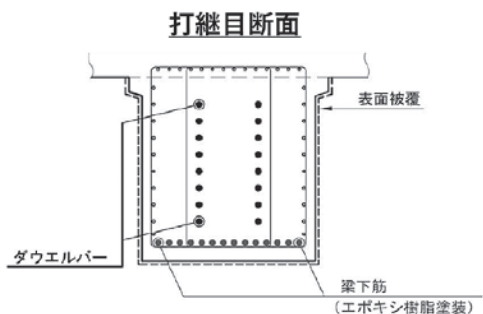


図-9 PCa 梁接続部の対策



写真-9 PCa スラブ設置状況

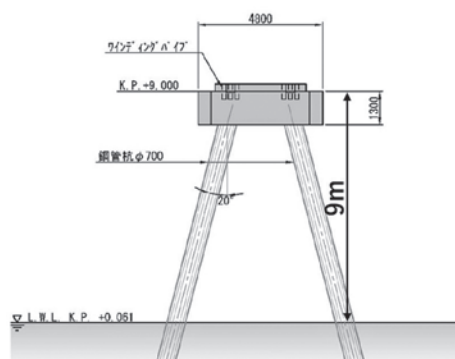


図-10 海上コンベヤ基礎断面図

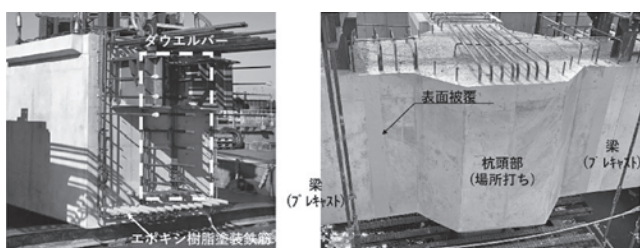


写真-7 PCa 梁接続部対策状況



写真-10 足場設置状況



写真-8 PCa 梁設置状況

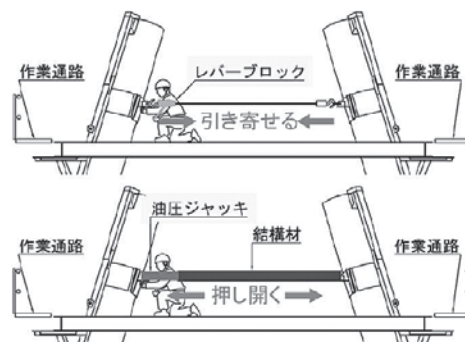


図-11 杭頭位置調整作業要領

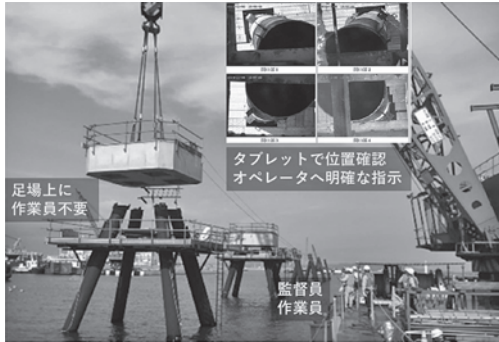


写真-11 カメラ映像を使用したPCa 躯体の無人架設状況



写真-12 海上通路橋全景

据付精度と安全性に関しては、PCa 躯体の架設時に躯体の開口部に取り付けたカメラの映像による無人架設を考案した。監督者と作業員は、開口と杭の位置をタブレットで確認することで、オペレータに明確な指示を出すことができた。架設時は船上からロープで介錯することで、足場上の作業員を不要とした。これにより、安全性と据付精度を確保できた（写真-11）。

(3) 海上通路橋の一括架設

海上通路橋の架設は、従来工法では5個のセグメント桁を連結して1本のPC桁を製作し、これを1本ずつ6本製作して現地に架設した後、PC桁間の間詰コンクリートの打設、PC桁の横締め、地覆の構築までを海上作業で行っていた。そのため、PC桁架設後に海上で行う作業が多く、気象・海象の影響を受けやすいことから、工程の短縮は難しかった。

一方、一括架設工法は橋本体を別のヤードで一体化施工し、起重機船で1橋分を一括架設するもので、架設以外の海上作業を省くことができた。この一括架設工法は、本規模のPC桁コンクリート橋では例を見ないものである（写真-12, 13）。



写真-13 海上通路橋の一括架設状況

(4) PCa 施工の効果

上記のPCa化を実施することで、現場作業を削減し、大幅な工期短縮が可能となった。ヤードの早期引き渡しに貢献し、発電所工事全体の早期運開に寄与することができた（表-1）。

5. おわりに

本工事では、これまで困難とされてきた斜杭構造へのPCa化施工やPC桁コンクリート橋の一括架設など海洋工事における大規模なPCa化施工を積極的に取り入れ、工期短縮をはじめとする様々な効果を実現し、2022年5月に竣工することができた（写真-14）。

表-1 PCa 施工の効果

構造物	対象	数量	工程短縮効果	その他の効果
揚炭機船 副資材機船	梁	310 基	3ヵ月（揚炭機船の場合） （当初20ヵ月→実施17ヵ月）	現場施工数量の4割減 （コンクリート、鉄筋、支保工）
	スラブ	210 基		
海上コンベヤ基礎 （ドルフィン）	フーチング	40 基	14.5日/基 （当初23日→実施8.5日）	作業船拘束期間の削減 高所作業の災害リスク削減
		8 基		
海上通路橋	橋梁上部	6 橋	最大2日/橋の架設	海上足場作業ゼロ達成
放水路	側壁	368 m	6ヵ月 （当初27ヵ月→実施21ヵ月）	土留支保工、仮設足場が不要



写真-14 工事完了写真

これからカーボンニュートラルに向けたアンモニアや水素の入出荷栈橋など、海洋工事が本格的に計画される中で、生産性向上や労働力不足に対する参考の一助となれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたりご指導・ご協力を頂いた関係者の皆様に感謝の意を表します。



[筆者紹介]

加藤 弘之 (かとう ひろゆき)

(株)JERA

O&M・エンジニアリング運営統括部

土木・建築部 土木・建築再生可能エネルギーユニット

課長代理



井上 政明 (いのうえ まさあき)

大成建設(株)

土木本部 土木技術部 海洋技術室

室長



野勢 辰也 (のせ たつや)

大成建設(株)

土木本部 土木設計部 海洋設計室

課長

