

大ブロック・モジュール工法によるABWR初号機の建設

Construction of the First Advanced BWRs with Giant Crawler Crane Module Method

北村一郎* *Ichirō Kitamura*

後田孝一** *Kōichi Ushiroda*

江尻史昭* *Fumiaki Ejiri*



RCCV(鉄筋コンクリート製
原子炉格納容器)内超大型モ
ジュールの搬入状況

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号機の建設状況

大型移動式クレーンを活用した大ブロック・モジュール工法を採用し、建設を進めている。

世界最大級の単機容量1,356 MWのABWR(改良型沸騰水型原子炉)初号機である東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号機の建設が、平成 8 年および 9 年の営業運転開始に向けて順調に進められている。ABWRは、いっそうの安全性、運転性、経済性などの向上を目指して開発されたもので、建設についても新しい工法が採用され、効果をあげている。

日立製作所は柏崎刈羽原子力発電所 4, 5 号機で

実績のある大型移動式クレーンを最大限に活用して、大ブロック・モジュール工法の適用拡大を図るとともに、建設工期の短縮、品質の向上、建設作業の安全確保に努めている。

大ブロック・モジュールの計画、据付けの検討には三次元CADを活用し、建築会社とも設計情報の交換を行い、施工面でも協調を拡大し、効率面、品質面の向上を図っている。

* 日立製作所 日立工場 ** 日立製作所 日立工場 工学博士

1 はじめに

ABWRの初号機である東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機(以下、柏崎刈羽6,7号機と言う)が、平成3年9月と4年2月にそれぞれ着工し、平成8年12月および9年7月の営業運転開始に向けて、順調に建設が進められている。日立製作所は東京電力株式会社の指導のもとに、株式会社東芝、GETSCO社と共同建設体制を組み、6号機ではタービン設備を、7号機では原子炉設備の建設を推進している。

ここでは、柏崎刈羽6,7号機の建設上の特徴と、ABWRの今後の標準となるべき各種の合理化工法を取り入れた建設状況について述べる。

2 柏崎刈羽6,7号機の建設の特徴

柏崎刈羽6,7号機に採用された特徴技術として、従来の原子炉冷却材再循環用の大口径配管および大型ポンプに替え、原子炉圧力容器に内蔵するインターナルポンプを設置することにより、建屋の縮小化を図ったことがあげられる。また、原子炉格納容器は建屋と一体構造の銅製ライナ付きRCCVで、原子炉建屋と並進して建設工事が可能であることから、建設工期も短縮されている^{1),2)}。

このような短工期を達成するため、(1)建築の建屋工事後、従来の一般型枠工法よりも機械の据付け工事に早く取りかけられるデッキプレート工法を先行機に比べて大幅に拡大、(2)機器、配管を搬入するための建屋仮開口を復旧するときに、建築、機械作業の干渉を防止するため、機器、配管の先入れを拡大、(3)据付けエリアでの作業を削減し、工事の並進化が可能になるブロック・モジュールの大型化、(4)機械・建築の共同モジュール化などに重点をおいた。

大ブロック・モジュールの計画設計、製作、据付けの検討には三次元CADを活用し、建築会社とも設計情報の交換、施工面での協調を拡大し、効率面、品質面の向上を図った。

3 建設工程

柏崎刈羽6号機は、平成4年6月に循環水配管の据付けに着手し、平成6年10月に天井クレーン稼動後、タービン、発電機の組立、配管の据付け中であり、平成7年6月にタービンについて、通商産業省(ロ)項使用前検査を受検予定である。着工から営業運転を開始するまで62.5か月、原子炉建屋の岩盤検査からは、52か月の計画

年度	平成3	4	5	6	7	8	9
6号機	▽ 着工	▽ 岩盤 検査		▽ タービン本体 据付け開始		▽ 燃料 装荷	▽ 運転 開始
7号機		▽ 着工	▽ 岩盤 検査		▽ RPV つり 込み	▽ RPV 水圧 試験	▽ 燃料 装荷

図1 柏崎刈羽6,7号機の建設計画工程
原子炉建屋の岩盤検査から運転開始まで52か月の建設工程を計画している。

である。

7号機は、平成5年10月にRCCVの据付け開始、平成7年5月にRPV(原子炉圧力容器)つり込み、平成8年11月燃料装荷、平成9年7月に営業運転を開始する予定である。着工から営業運転を開始するまで65.5か月、岩盤検査からは52か月を計画しており、柏崎刈羽サイトの先行機である柏崎刈羽4号機に対し、おのおの4か月の工程短縮を目指している。建設工事の計画工程を図1に示す。

4 建設工法

機械設備搬入のための大型揚重機として、柏崎刈羽6号機では130tジブクレーンを、柏崎刈羽7号機では最大つり上げ能力925tの大型移動式クレーンをそれぞれ利用して、今後のABWRの建設の標準となる大ブロック・モジュール工法を推進中である。

建設工法の具体例について以下に述べる。

4.1 柏崎刈羽6号機タービン建屋の建設工法

(1) 復水器モジュール

タービン建屋の建設工事では、復水器周辺の配管工事が建設のクリティカルパスを形成している。このため、復水器の据付けと建屋工事が干渉しないようにするため、復水器ホットウェル、下部胴のモジュールを、タービン発電機架台梁(はり)工事前に上部から直接搬入する方式を採用した。ホットウェルは2分割、下部胴は3分割の大きさに工場で製作し、130tジブクレーンで搬入した。下部胴の搬入状況を図2に示す。

建築所掌のタービン発電機架台梁工事を一般型枠工法で施工すると、型枠を下から支える支保工が、搬入した復水器と干渉する。このため、支保工なしで建築工事が可能になるように、架台梁に銅製型枠を使用した無支保工工法を採用した。

(2) 発電機固定子

柏崎刈羽4,5号機では、発電機固定子の据付けは、大

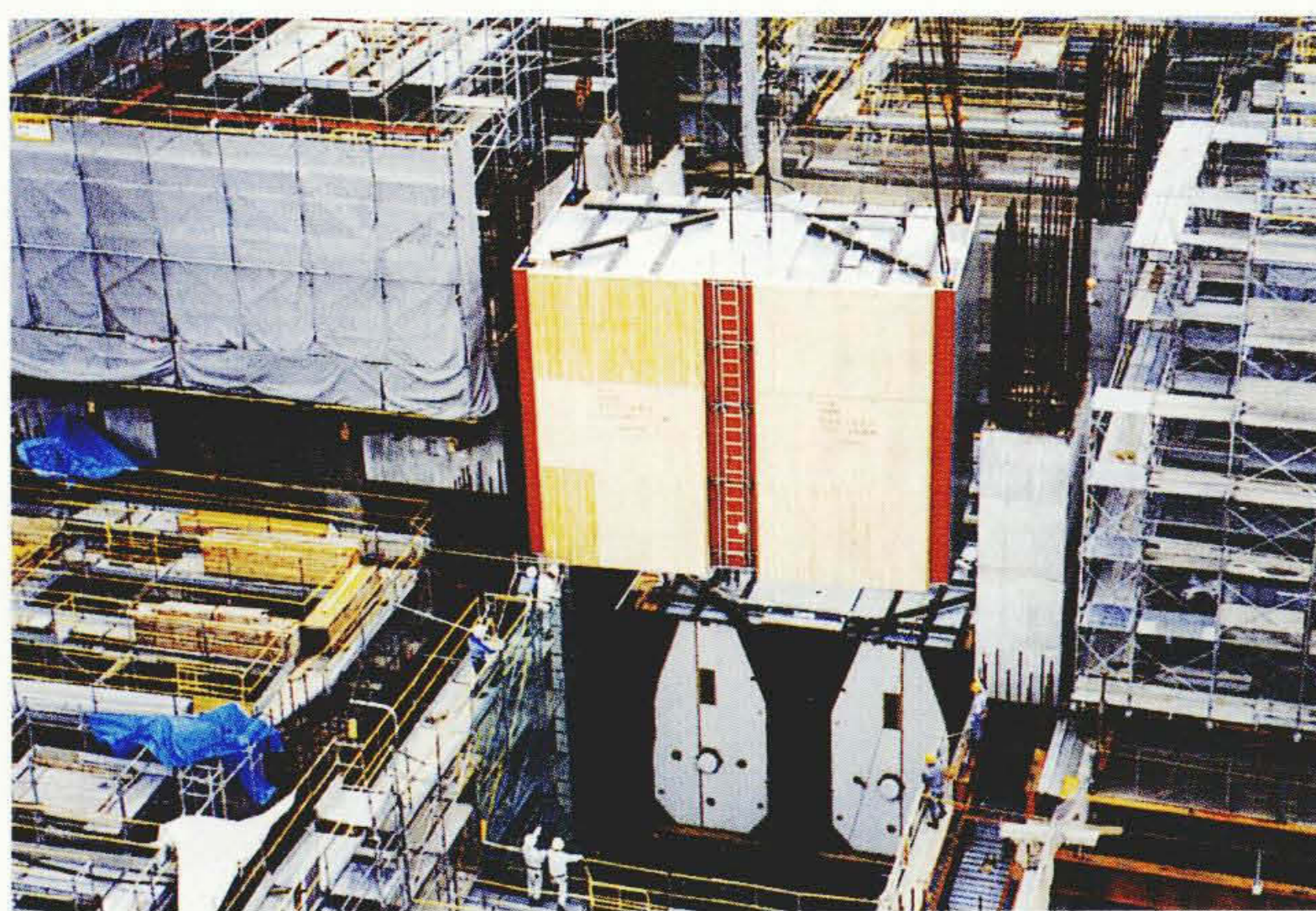


図2 復水器下部胴の搬入

1 胴3分割したブロックで工場製作し、130tジブクレーンによってタービン発電機架台上部から搬入した。

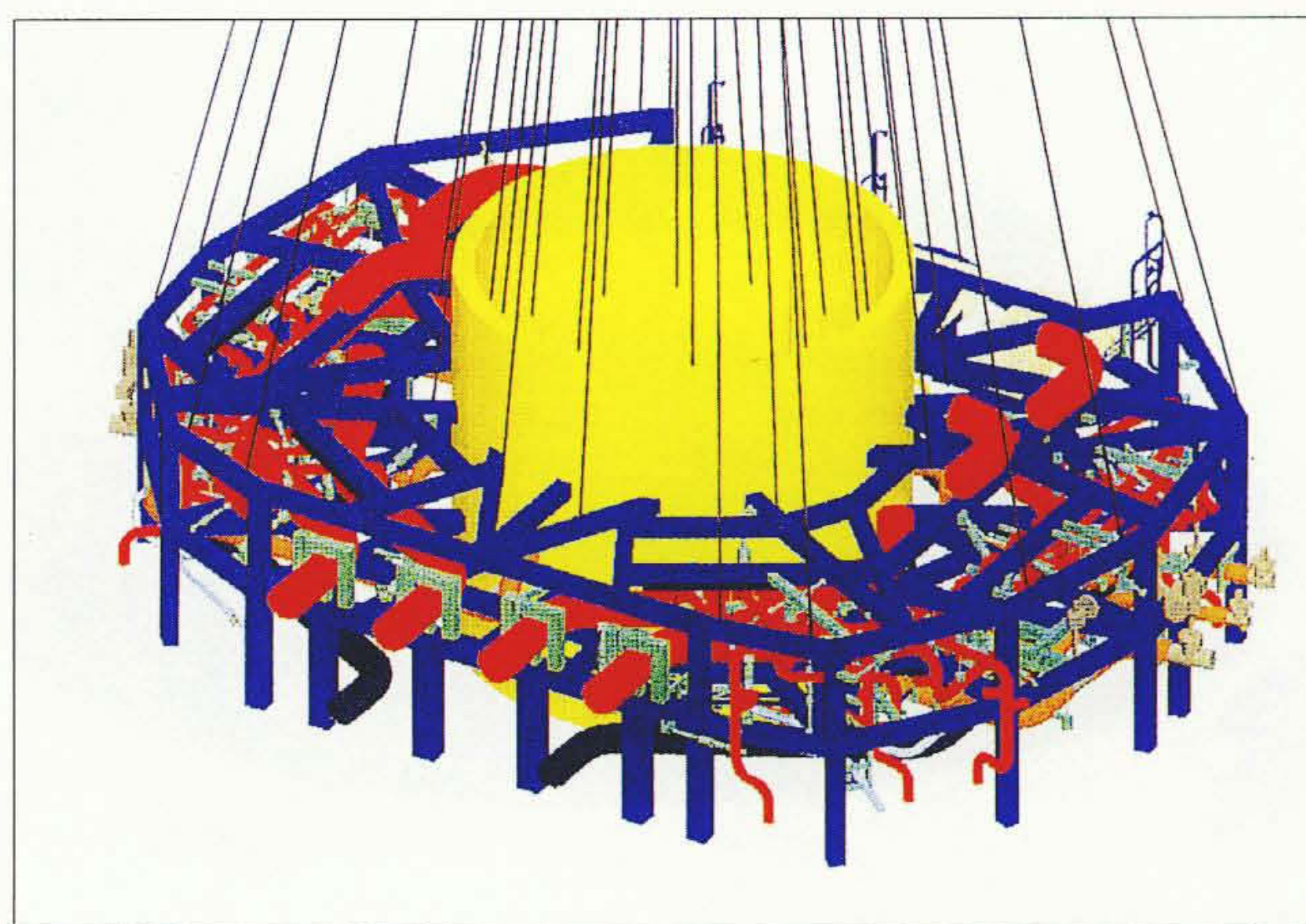


図4 RCCV内モジュールの搬入シミュレーション(三次元CAD)

放射線遮蔽体、鋼構造物、機器、配管などの大型モジュールを、シミュレーションで確認後、大型移動式クレーンで搬入した。

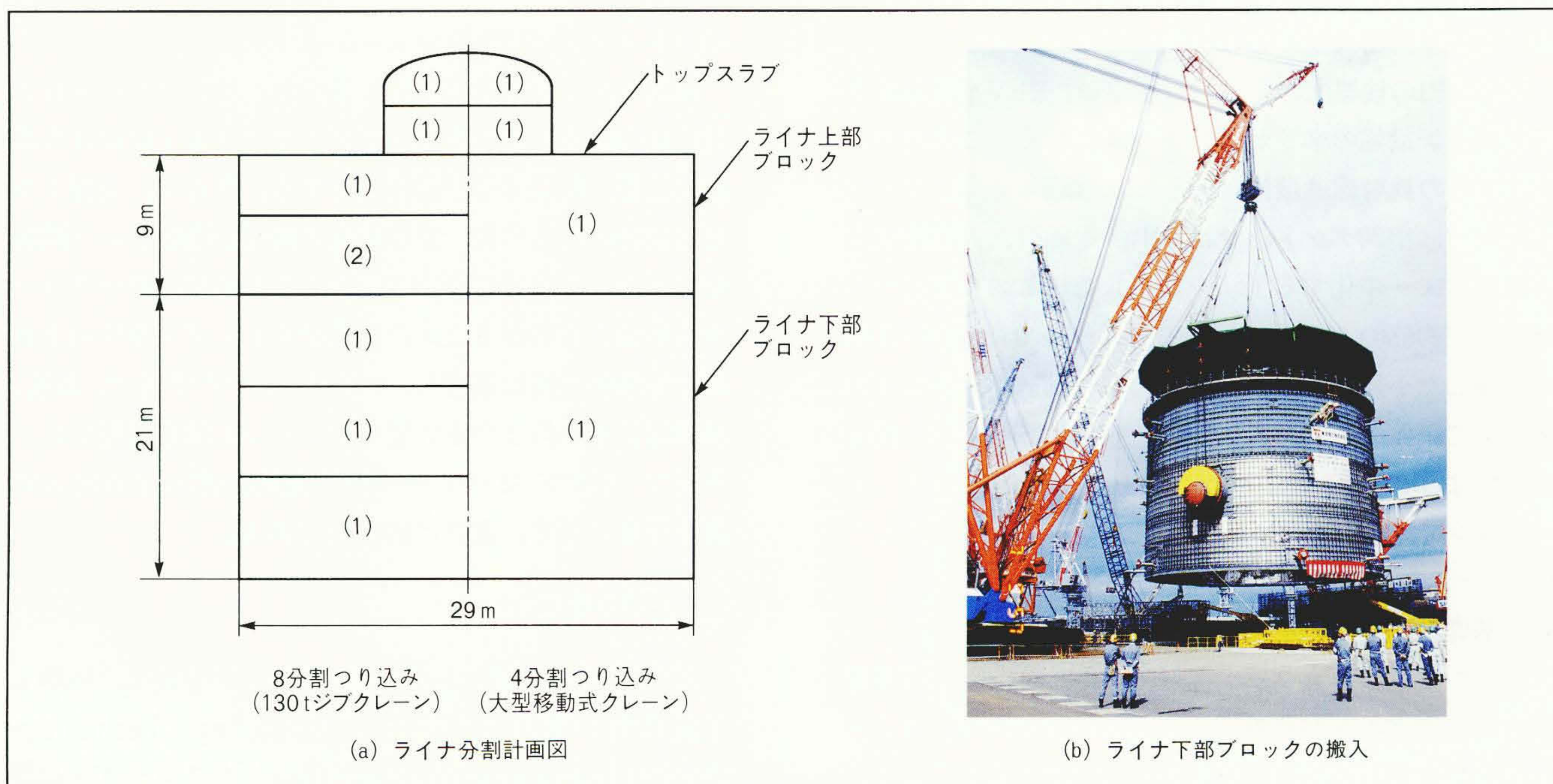


図3 RCCVライナの分割計画と搬入状況

工場で製作したセグメントを現地でリング状に組立し、大ブロックにして大型移動式クレーンで搬入した。

型移動式クレーンを採用していたが、柏崎刈羽6号機タービン建屋は大型移動式クレーンの稼動範囲外となっている。このため、原子力プラントでは初の経験となる本設の天井クレーン稼動後、2台のクレーンを利用した相つりによって搬入、据付けし、建築側との干渉削除、作業性の向上を図った。

4.2 柏崎刈羽7号機原子炉建屋の建設工法

(1) RCCVライナ大ブロック

RCCVは、耐圧部材である鉄筋コンクリートと耐漏洩

(えい)部材である鋼製ライナで構成されているが、工事面ではライナ据付け後の鉄筋コンクリート工事がクリティカルパスとなる。このため、ライナを大型化して、直接搬入、据付けることによって、建築側との取り合いを極力少なくするように、ライナを大ブロックにする工法を採用した。ライナ本体は、工場で製作したセグメント状部材を大型移動式クレーン下の定盤でリング状に大ブロック化し、通商産業省(イ)項使用前検査を受検後、搬入した。ライナ下部ブロックは、直径29m、高さ21m、重



図5 基礎ボルトとマットの鉄筋モジュール

建築の鉄筋とRPV基礎架台の基礎ボルトを地上で一体化し、搬入した。

さ430 t, ライナ上部ブロックは、高さ9 m, 重さ290 tである。RCCVライナの分割例と搬入状況を図3に示す。

(2) RCCV内超大型モジュール

RCCV内の機器配管の据付け工事は、RPV水压試験までの原子炉設備のクリティカルパスになる。このため、RCCV内の放射線遮蔽体、鋼構造物、機器、配管、ケーブルトレイ、空調ダクト、サポート、電線管、計装配管を大型モジュール化する工法を採用した。このモジュールは重さが約650 tの最大規模のモジュールであるが、工場で製作した小規模ブロックを、大型移動式クレーン下の定盤上で一体モジュールにした。搬入に際しては、図4に示すように事前に三次元CADを用いた搬入シミュレーションで確認した後、大型移動式クレーンで搬入した(19ページの写真参照)。

(3) 基礎ボルトとマット鉄筋モジュール

原子炉建屋の中央マット部は、建築の鉄筋とRPV基礎架台の基礎ボルトが複雑に組み合わされており、設定シーケンスはきわめて複雑なものとなっている。そこで、この個所を土木側工事と並行して大型移動式クレーン下の組立エリアで大型モジュール化し、直接搬入することによって建設工期の短縮を図った。

基礎ボルトとマット鉄筋の大型モジュールを図5に示す。重さは約460 tである。

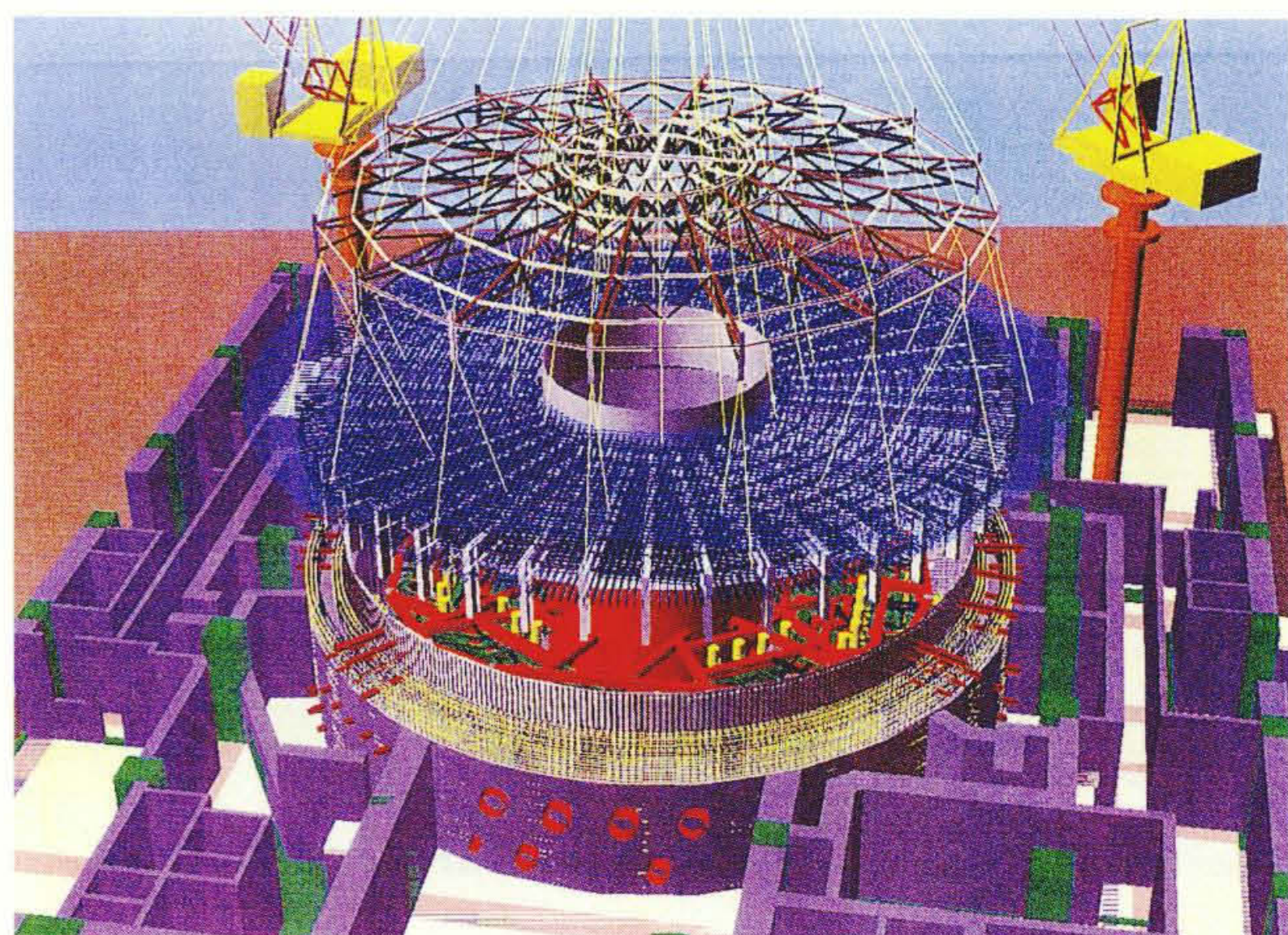


図6 トップスラブモジュールの搬入シミュレーション(三次元CAD)

トップスラブライナと鉄筋を一体に組立し、大型移動式クレーンで搬入している状況を示す。

(4) トップスラブモジュール

RCCVトップスラブの施工に際し、コンクリート打設荷重を支えるための支保工をダイヤフラム上に設けた場合、機器、配管との干渉が発生する。さらに、支保工など仮設材の搬出の際、搬出経路の確保が困難という問題があった。これらの問題を解決するために、コンクリート打設荷重を受けるための支持梁をトップスラブの上鉄筋と下鉄筋の間に設置し、トップスラブライナ、鉄筋、埋設配管を一体とする大型モジュール工法を開発した。トップスラブモジュールの三次元CADによる搬入状況を図6に示す。重さは約550 tである。

5 おわりに

ABWRの初号機である柏崎刈羽6, 7号機は、「地球と子供たちの明日のために、“Advancing Technology through International Cooperation”」をスローガンに建設を推進中である。平成8年12月および9年7月の運転開始に向けて、東京電力株式会社殿のご指導を賜りながら、株式会社東芝、GETSCO社と協力して全力をあげて建設を推進していきたい。

参考文献

1) 山田, 外: ABWR初号機・東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機の着工, 日立評論, 74, 10, 751~756(平4-10)

2) 堀内, 外: ABWR主要設備の設計と技術確証, 日立評論, 72, 10, 1003~1010(平2-10)