



2010年10月の供用を目指し工事が進む「羽田空港D滑走路」。現空港沖に建設するため埋立・栈橋組合せ構造という世界にもあまり例のない構造を採用。加えて埋め立てを伴う滑走路建設工事を「設計・施工一括方式」で行うというのは初めての試みだ。短工期のうえ中に一部航空制限の規制がかかる区域での作業など厳しい条件下での工事を強いられた埋立工区。埋立工事の概成を機に、工事を担当した各企業がこの難工事にどう挑んだかをレポートする。  
(12～15面に各工区長らによる座談会)

短工期、航空制限など厳しい作業環境を克服

# 羽田空港D滑走路工事・埋立部が概成

— 2010年10月供用目指し工事進む —

写真提供：羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体

## ●年間発着能力は40.7万回に●

羽田空港は、国内航空旅客の約60%が利用する国内航空輸送ネットワークの要であり、同空港への国内外の航空需要は、今後さらに増大することが見込まれている。しかし、すでに現空港の能力は限界に達していることから、現空港の沖合に新たに長さ2500m、幅60mのD滑走路を新設することになった。

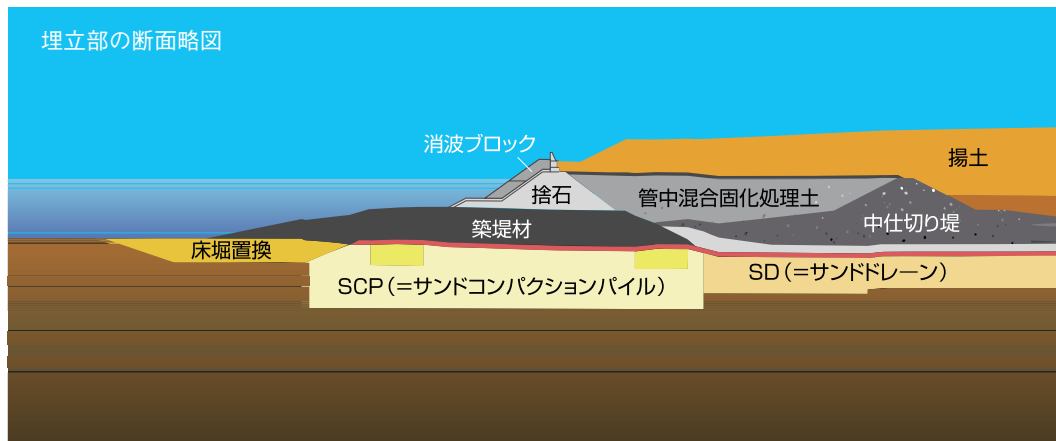
D滑走路の完成により、羽田空港の年間発着能力は、現在の30.3万回から40.7万回に増える。これにより発着容量の制約が解消され、多様な路線網の形成、多頻度化による利用者利便の向上が図られるほか、将来の国内航空需要に対応した発着枠を確保しつつ国際定

期便を受け入れることが可能になる。

## ●初の設計・施工一括方式●

羽田空港再拡張の動きは、首都圏第3空港建設の議論に絡み浮上し、2000年から本格的な検討が始まる。(表＝羽田空港D滑走路建設の経緯参照)。2001年には羽田空港の再拡張が決められ、2002年には新滑走路の工法を検討する羽田空港再拡張事業工法評価選定会議が設置された。当時、同会議では工法として「栈橋工法」「栈橋・埋立組合せ工法」「浮体工法」の3方式が議論され、結果的に3工法とも工費・工期について大きな差はないとの結論が出された。さらに同会議の結論として注目されるのは、工費・工期の確実性を担

埋立部の断面略図



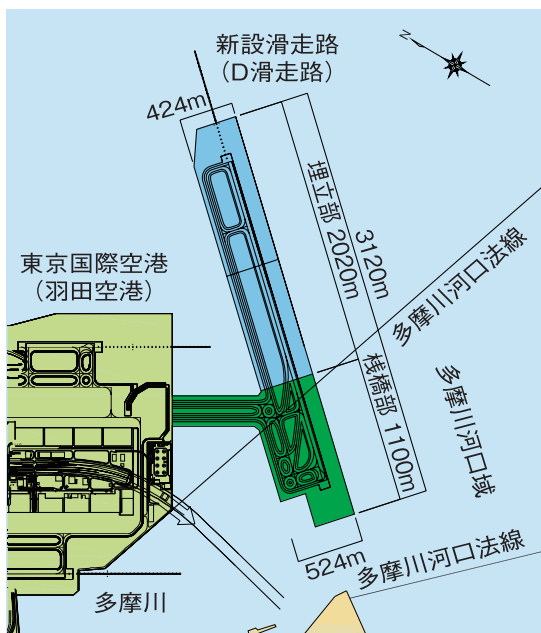
保するため「設計・施工一括方式による発注方式」が提案され、同方式が実際の入札方式で採用されたことだ。2005年の入札で栈橋・埋立組合せ工法を提案した「羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体」（鹿島・あおみ・大林・五洋・清水・新日鉄エンジ・JFE エンジ・大成・東亜・東洋・西松・前田・三菱重工・みらい・若築の15社JV）が落札した。

●珍しいハイブリッド構造の滑走路●

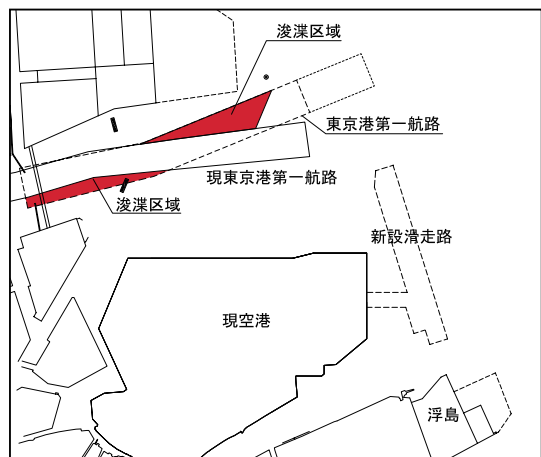
新滑走路等工事は、現空港の沖にD滑走路および連絡誘導路等を新設するほか、滑走路新設に伴う東京港第一航路の移設が含まれる。新滑走路の基本施設は2500mの滑走路と誘導路、進入灯橋梁、保安・付帯施設。さらに空港と新滑走路をつなぐ連絡誘導路の整備となっている。

設計・施工一括方式で請負者が提案した新滑走路の構造は、栈橋・埋立のハイブリッド工法という世界でも希な工法だ。その点について関東地方整備局東京空

港整備事務所は「これまでの海上空港の建設に数多く実績のある埋立構造に、多摩川の通水性を確保するため、多摩川河口法線にかかる部分の栈橋構造とを組み



新設滑走路平面図



東京港第一航路浚渫区域

【D 滑走路建設の経緯】

- 2000年 9月 ・首都圏第3空港調査検討会を設置。羽田空港の再拡張案と公募による他の候補地について検討を開始
- 2001年 7月 ・羽田空港再拡張の優先を調査検討会が決定
- 12月 ・「羽田空港の再拡張に関する基本的考え方」を国交省が決定
- 2002年 3月 ・新滑走路の工法を検討する「羽田空港再拡張事業工法評価選定委員会」を設置。栈橋工法、埋立・栈橋工法、浮体工法の3工法の検討を開始
- 10月 ・選定委員会が「3工法とも致命的な問題はない」との結論。「設計・施工一括発注方式」を提案
- 2004年 6月 ・入札実施方針の公表
- 7月 ・入札公告
- ・埋立・栈橋ハイブリッド工法による入札申し込み／技術提案書(基本設計図書)提出
- 2005年 3月 ・羽田空港D滑走路建設外工事に係る工事請負契約を締結
- 2007年 3月 ・羽田空港D滑走路建設工事着手

【D 滑走路外工事の概要】

- 契約工事名: 東京国際空港D滑走路建設外工事
- 発注者: 国土交通省関東地方整備局
- 請負金額: 〈当初〉JV全体・5,700億円(消費税抜き)
- 請負者: 鹿島・あおみ・大林・五洋・清水・新日鉄エンジ・JFEエンジ・大成・東亜・東洋・西松・前田・三菱重工・みらい・若築異種建設工事共同企業体
- 工事内容: D滑走路および連絡誘導路の新設
  - 埋立部 全長/2,020m
  - 構造/緩傾斜堤
  - 埋立土量/約3,800万m<sup>3</sup>
  - 栈橋部 栈橋部全長/1,100m
  - 基礎杭/1,165本
  - ジャケット/198基 (標準寸法W63m×L45m×H31m)
  - 連絡誘導路部 全長620m
  - 東京港第一航路移設
  - 航路浚渫 183万m<sup>3</sup>

【D 滑走路外工事の施工分担表】

工区名	担当会社
A 護岸・埋立工事(I)	五洋・大成・前田
B 護岸・埋立工事(II)	東洋・清水・みらい
C 護岸・埋立工事(III)	若築・大林・あおみ
D 護岸・埋立工事(IV)	東亜・鹿島・西松
E 接続部護岸・栈橋工事	鹿島・JFEエンジ・東亜・前田
F 栈橋工事(I)	清水・新日鉄エンジ・東洋・みらい
G 栈橋工事(II)	大成・あおみ・新日鉄エンジ・若築
H 連絡誘導路部工事	大林・五洋・西松・三菱重工
ジャケット製作工事	新日鉄エンジ・大林・鹿島・JFEエンジ・大成・西松・前田・三菱重工



合わせた提案になりました」と語る。羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体も「栈橋方式を一部使った空港は世界に 2 カ所ありますが、新設の滑走路に栈橋・埋立組合せ工法を採用するという点では世界初ではないでしょうか」と、羽田空港 D 滑走路の構造上の特殊性を述べている。

#### ● 4 つの異なる構造をジョイント ●

「羽田空港 D 滑走路工事の設計の大きな特徴は、埋立部、栈橋部、その接続部、連絡誘導路という 4 つの異なる構造が組み合わされているということです」（羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体）。そこで大きな課題となるのが、飛行機の走行性を損なうことなく、沈下や地震による変形を吸収しなければならないということだ。特に性状が異なるものをつなげる接続部が設計・施工上の大きなポイントとなった。

接続部の構造は、地盤変形を抑制する鋼管矢板井筒構造の護岸構造が採用された。接続部分の埋立部には管中混合固化処理土、軽量混合処理土を使って沈下を低減。栈橋部の地盤もサンドコンパクション改良し護岸変位を抑制することにした。接続部の上部はスリット柱を用いた消波式護岸構造とし護岸からの反射波を低減する仕組みとなっている。渡り桁で接続される埋立部と栈橋部には伸縮装置を取り付け、地震等の揺れに対応できるよう万全の安全対策をとっている。

#### ● 24 時間 365 日体制で短工期克服 ●

羽田空港 D 滑走路建設外工事の契約工期は 2005 年 3 月 29 日～2010 年 8 月 30 日までだが、本工事の着手（2007 年 3 月 30 日）から工事完成までが短期間のため、「24 時間 365 日昼夜連続施工で工事を進め、計画工程に遅れを生じさせないように努めています。施工者側の提案を設計に反映できる設計・施工一括方式を採用しており、互いに意見を出し合い協力しながら工事を進めています」と関東地方整備局東京空港整備事務所。発注者と JV との調整事項を確認するための連絡会を持ち、全体の流れを常に確認している。

タイトな工期設定の中で、大きな不安要素



埋立部外周護岸の捨石マウンドが概成

2008 年 10 月 29 日撮影



中仕切り堤の内部に陸地が現れはじめる

2009 年 2 月 6 日撮影

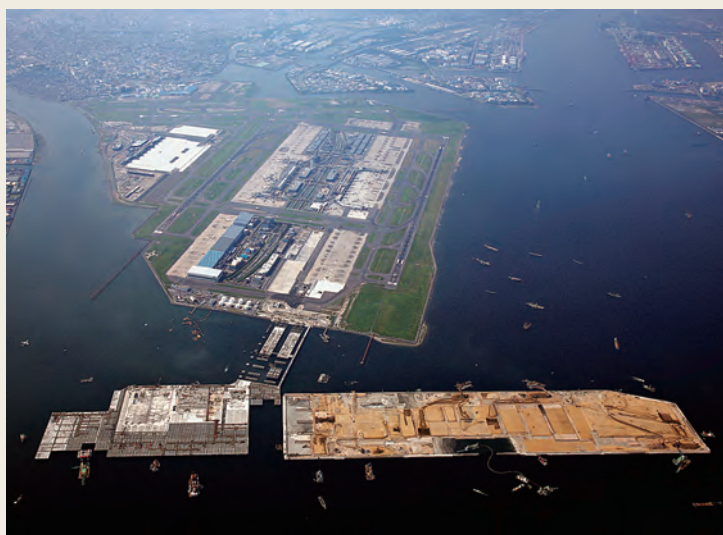


写真提供：羽田再拡張 D 滑走路建設工事共同企業体



順調に埋立が進む

2009年4月27日撮影



残る護岸開口部を締め切りへ。9月に完了し、揚土工事は最終段階へ  
2009年8月23日撮影

は台風等の悪天候の影響だった。台風が来るとなると作業船を近郊の港まで退避させなければならない。直接の影響が1、2日でも退避のための準備と工事再開のための準備を考えれば、退避から復帰まで1週間近くかかり、この間、工事がストップすることになる。自然が相手だから祈るしかないだけに、工事関係者にとっては不安な時期もあった。ただ、幸いなことに台風の上陸が少なく、これまで工期に大きな影響を及ぼすことはなかったという。

### ●航空制限等の制約下で作業●

現空港を使いながらの工事のため、一部工区で航空制限がかかり、地盤改良船など高さのある大型作業船は日中に作業ができず、夜間作業（午後8時45分～午前7時45分）を強いられた。「施工者側の作業は調整を含め大変だったはずですよ」と関東地方整備局東京空港整備事務所は施工者側の苦労を思いやる。

「現空港の脇での工事ということで、やはり神経をとがらせる毎日でした。作業船にGPSを取り付け位置を常に把握したほか、管制とも連絡を密にし、絶対に飛行機の運航に支障が出ないようにしました」（羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体）。航空機だけではなく、東京港には多くの船が出入し、工事現場付近を通る。船舶航行安全対策として、工事期間中は「航行安全・情報センター」を設置、GPSや無線を使用した作業船の運航管理や警戒船の配置による情報の把握と提供を24時間体制で実施している。

### ●無事完成へ官民が協力●

滑走路の完成まであとわずかとなったが、施工各社にとっては依然として気の抜けない日々が続く。「羽田D滑走路工事は、首都圏での大規模プロジェクトであり、構造が珍しいこともあって、社会から注目されている工事です。そのため発注者としても工事の概要や進ちょく状況を積極的に情報の発信を行ってきました。それだけに、今後の工期内での完成まで気が抜けませんが、全力で取り組み無事に竣工したいと思います」（関東地方整備局東京空港整備事務所）。完成に向け官民一体となった挑戦が続いている。





## 24時間、365日の施工で、短工期を克服

新設するD滑走路（延長 2500 m）の埋立作業が今年 2 月にもほぼ完成する。埋立部分は護岸・埋立工事として東側からⅠ～Ⅳの 4 工区に分かれて工事が進められている。埋立部は全長 2020 m、全幅 424 m で、埋立土量は約 3,800 万 m<sup>3</sup>にも達する。2007 年に工事が開始され、わずか 3 年という短工期でここまでこぎ着けた。4 工区の工区長、工事長に工事内容や苦労話などを聞いた。

### 出席者

- 護岸・埋立(Ⅰ)工区 小川郁夫工区長(五洋建設株式会社・大成建設株式会社・前田建設工業株式会社)
- 護岸・埋立(Ⅱ)工区 高橋武一工区長(東洋建設株式会社・清水建設株式会社・みらい建設工業株式会社)
- 護岸・埋立(Ⅲ)工区 丸山正浩工区長(若築建設株式会社・あおみ建設株式会社・株式会社大林組)
- 護岸・埋立(Ⅳ)工区 高橋 功工事長(東亜建設工業株式会社・鹿島建設株式会社・西松建設株式会社)

※施工分担は、9 ページの表を参照



小川 郁夫氏

小川 Ⅰ工区は人工島の東端に位置します。進入表面による制限（航空制限）がなく、隣の工区と接する面が1面で、残る3面が海に面しているというのが特徴です。護岸延長は他工区に比べ約5割増しで、ケーソン護岸も採用されているため、資材の手配や工程管理が大変でした。

特に航路変更の関係で工事着手が他工区に比べ4か月遅れたため、他工区に追いつくように最初から24時間施工で、大量の資材の手配と工程調整には苦労しました。



高橋 武一氏

高橋(武) Ⅱ工区もⅠ工区と同様に航空制限を受けずに工事ができました。工事は原則昼間に行っていたのですが、それには事情があります。地盤改良などは背の高い作業船を使うため、航空制限を受けている工区は制限解除となる夜間にしか作業ができません。それで夜間は制限を受ける工区が優先的に作業船を使い、われわれ制限を受けない工区は昼間に工事を行う。これが当工区の特徴の一つです。

それと作業船や施工機械は定期的な点検や修理が必要となりますが、夜間に修理などはできませんので、

航行管理と安全対策

小川 地盤改良船は各工区が共同で使用していたのですが、国内の大半の作業船が羽田に来ていました。サンドコンパクション船（SCP）が13隻、サンドドレーン船（SD）が3隻、深層混合処理船（DM）が3隻、そのほかにトレミー船など7～8隻が工事にあたっていました。これらの作業船は24時間、365日動き続けている訳ですから、運行管理は大変でした。

高橋(武) 船の運行管理はまず全体の施工工程をつくり、その上で各工区の作業船の配船を決めます。配船は各工区で調整し、奥から順に作業船を入れなくてはならず、その調整は毎日行っています。

丸山 JV内に運航管理部会を設けて、作業船の安全な航行に対応しました。部会では船長への安全教育をはじめ、羽田周辺海域の特殊事情や、工事の進捗に伴い変わっていく現場状況を、その都度説明しました。

航空制限が解除されるのは午後8時45分から午前7時45分の11時間です。この時間内に作業船の出し入れをしなければなりません。このため、いろんな事象を事前検討しました。例えば地盤改良船はケーシングを打ち込みますが、これが抜けない場合、ケーシングを切り、作業船だけは時間内に制限区域から出すことも考えました。幸い、切断するような事態はありませんでした。

高橋(功) 作業船のアンカーの投錨も大変でした。複数の作業船が夜間に隣接して作業を行うため、アンカーも重なり合います。どの作業船がどのようにアンカーを投錨しているのかが分かるように、投錨管理システムを採用し、対応しました。これにより重なり合っているアンカーを上から順序よく上げられることができました。

短工期・天候

丸山 工期の短縮に向け、設計段階での工夫を検討しました。中仕切り堤の拡大や液状化対策の変更など、工程短縮が可能な工法などを検討し、展開していきました。

時間軸ではなく、セツト数で工期を短縮  
国内の大半の作業船が羽田に集結

小川 郁夫 工区長

高橋 武一 工区長

アンカーの輻輳を投錨管理システムで対応  
あらゆる事前検討を行い、万全な安全対策

高橋 功 工事長

丸山 正浩 工区長

昼間に行く。これが結構、昼間の作業に影響が出る。作業船の点検などを考えた工程を組むのも大変でした。さらに、当工区は他工区に先行して護岸堤などを施工し、その地盤挙動の早期把握に努めることを担当していたこと、作業船が埋め立て内部に入るための開口部を抱えていたことも特徴です。



丸山 正浩氏

丸山 III工区はII工区と同じで、開口部を抱えていました。空港側と沖側の2カ所に開口部があり、自然災害を受けやすいというリスクを抱えながらでの施工でした。昨年9月7日には開口部の

締め切りを終え、管中混合固化処理土や揚土による埋め立てを行ったのですが、開口部まわりと先行して埋め立てたエリアに段差ができ、施工展開には苦労しました。

工区内の半分が航空制限を受け、制限区域は工程が遅れ気味でした。このため、日曜日に作業を行ったり、配船の調整などをしたりし、工程の遅れを取り戻しました。また、当工区は埋立工事のほか、IV工区と共同で第1航路の移設・浚渫工事、西仮防波堤撤去工事も担当しました。

高橋(功) IV工区はC滑走路への飛行機の進入方向に位置しているため、工区内はすべて航空制限を受けています。作業は制限解除の夜間となり、安全面には細心の注意を払いました。夜間の作業はどうしても慎重にならざるを得ない。このため、工程的にはきつい状態が続いていました。



高橋 功氏

当工区は連絡誘導路工区と接続部護岸・棧橋工区とも接していたので、埋立部との調整だけでなく、その二つの工区との調整も苦慮しました。特に埋立部と棧橋部の接続は井筒構造となるため、背面に軽量盛り土（SGM）を施工しなければならず、他工区にはない工種を施工しました。これらが当工区の特徴です。





## 「若い技術者は創造力を身につけてほしい」

不可視部を計測データからイメージする

**高橋(武)** この現場は24時間、365日の施工計画が立ててあるので、残業して遅れを取り戻すという時間軸を使うことができません。そうなると、セット数を増やすしかない。施工部隊の数を増やし、一斉に作業を進める。計画段階から作業船密度が高い状態だったので実施には苦勞しました。

**小川** 台風が余り来なかったこともラッキーでした。台風がくると、作業船を避難させるため、約1週間は作業が止まります。他にも異常気象で集中豪雨も多発していたので、気象面の不安もあったのですが、天候には恵まれたと言えるでしょう。

**高橋(武)** 天候不良での作業中止は過去の気象データをもとに稼働率の中で見ているのですが、この現場の計画稼働率は約0.8でした。週1回休止で稼働率は0.86、週2回休止で0.71です。これらの数字で判断すると、天候不良が続くと、工程がきつくなることが予想されたので、設計や施工手順での工夫、リレー工程ではなく重複(並行)工程で作業ができるような取り組みを官民で実施しました。

### 設計施工一括

**高橋(功)** 設計施工一括発注でしたから、最初に与えられた条件が著しく異なれば設計変更の対象となり

ますが、設計および施工のリスクは原則、請負側のものとなります。また、要求された性能を満たしていれば、工法変更などもできます。その意味では請負業者側の実力が問われたのかもしれませんが。

**丸山** 地盤改良ではSCPで盛り上がり土が想定よりも多く発生したため、この盛り上がり土の撤去量を抑える断面などを採用しました。計画より多くなった盛り上がり土の再利用場所の確保は発注者側にお願いし、協力してもらいました。設計・施工一括発注といっても受・発注者の連携は欠かせないと思います。

### 沈下対策

**高橋(功)** 現場の水深は多摩川に近い工区ほど浅く、遠くなれば深くなります。当工区内でも水深幅は12~20mありました。それを最終的には同じレベル(高さ)にしなければなりません。埋立資材の圧縮、もとの地盤の沈下などで7~8mの沈下が予想されます。それを加味し、これから最終的な調整をしていかなければいけません。

**高橋(武)** 大規模人工島の埋立工事で完成までの一括発注を行ったのが、この工事の特徴です。それぞれの工区が下から上までを造る。そうすると、地盤や水深などの自然条件の違いだけでなく、埋め立て時期な



## 「設計施工一括でも受発注者の連携は不可欠」

盛り上がり土の再利用場所を発注者が協力

# 「沈下量などを考慮し 仕上げ天端を決める」



—— 載荷履歴を確認し、残留沈下量を推測



ども変わってきます。つまり、地盤の成熟度が違うので、それを勘案して天端を合わせるの難しい作業になります。

小川 沈下量を考慮して仕上げ天端をどういう線形にするかは、埋立工区全体で統一して決めることになるでしょう。これまで蓄積した地盤挙動のデータと照らし合わせ、当初考えていた理論計算が合っているかどうか、載荷履歴はどうかなどを確認した上で、各工区の残留沈下量を推測し、天端を合わせていくことになるでしょう。

## 工事を振り返って

小川 若い技術者は国家的大規模プロジェクトに携わったということで、大きな励みになったと思います。若い技術者がここで得た技術や経験を別の現場で生かしてくれることを期待します。

高橋(武) この工事に関係した人の数や付き合いの濃度は、私がこれまで携わったすべての現場での人を合計しても間に合わないと思います。それだけ工事のロットが大きく、多くの人がかかわり、多くの人に支えられて工事が進められてきました。特に協力会社の方々には頑張ってもらい、大変感謝しています。

若い技術者は多くのことを学んだと思います。海洋

工事は不可視部が多く、埋め立て前期は目に見えるものではありません。だから測量や計測データからの判断が必要となります。創造（イメージ）力が求められるのです。その力を若い人たちに身につけてもらいたい。

丸山 技術者の中でも設計担当者は良い勉強になったはずです。自ら設計し、それを自分の目で確認しながら完成まで見届けられる。おそらく心配もあったでしょうが、素晴らしい経験ができたと思います。大変でしたが、やりがいのある仕事だったことは間違いありません。

高橋(功) 当工区は、他の現場では現場代理人になるような技術職員を大量に動員し、着実な現場運営を心がけてきました。各職員が信念を持ち業務を遂行しているため、意見の集約で難しいこともありましたが、世紀の大プロジェクトに対する議論はいい勉強になったはずです。これから残りの工事を進める訳ですが、その間に職員を少しずつ他現場に出して行かなければなりません。ここで蓄積された技術を他の現場でどう生かしていくかが、これからの課題かもしれません。

# 「蓄積された技術を 今後どう生かすか」



—— 世紀の大プロジェクトに携わり勉強になった

