

図2 磁気伝送システムの構成

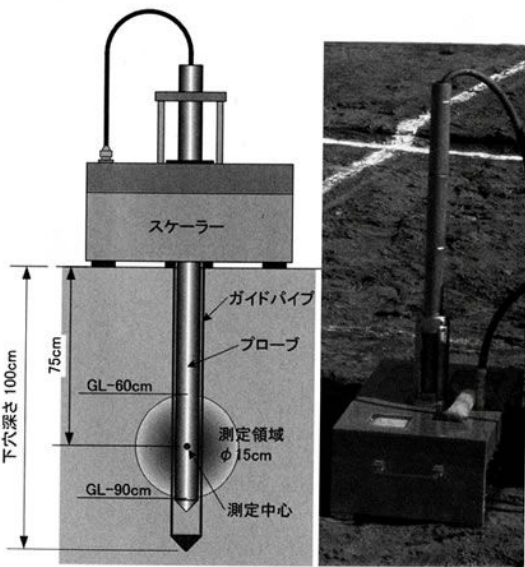


図3 1孔式RIの概要

どのによる実測値を用いて開発システムの沈下予測精度を検証しながら沈下予測を行い、システムの精度を確認した。このシステムは、二次圧密も考慮しており、提示条件である100年後の最終計画高を達成するために、供用期間中の沈下予測値に基づき上げ越し高を考慮して最終施工高を決定した。設計時点での上げ越し高は90cmを設定していたが、HASPによる解析の結果、上げ越し高は70cmであった。埋立部の高盛土工(陸上揚土工)では、その工期から最大200万 $m^3$ /月の急速施工を実施するため、主な埋立材として千葉県上総地区産出山砂の調達を計画したが、使用予定の土源は約30箇所となった。これら山砂

は、ほぼ同程度の土質特性ではあるが、多少締固め特性にばらつきがあった。このため、室内土質試験や実機による転圧試験から締固め特性を把握し、90cm層厚での振動締固めによる(起振力350kNの振動ローラ使用)厚層化施工を導入し、わが国では例のない急速施工を可能とした。盛土の締固め管理には、90cm層厚の深部まで容易かつ短時間に計測可能な1孔式RIを開発した。本計器は散乱型のRI計器で、密度計、水分計、および自然放射線量の計測をするBG計(バックグラウンド計)の3種類のプローブとスケアラからなり、鋼製のガイドパイプ内から盛土の密度を計測できる(図3)。前述の転圧試験で適用性、精

### 多摩川河川流を阻害しない栈橋部

度を確認し、本工事においては定期的な計測しながら高盛土工を進めた。

栈橋部は、河川流への影響を最小とするため杭間隔を30m以下には配置できず、また短工期、高度制限下での施工に加えて、100年間の長期耐久性確保など、多くの制約があり、一般的な杭式栈橋や橋梁構造では成立が困難なことから、空港基盤としては世界初のジャケット構造を採用した。ジャケットは、格子状に配置された桁高さ2~2.5mの鋼桁と、鋼管径φ700~φ2000mmの鋼管トラ

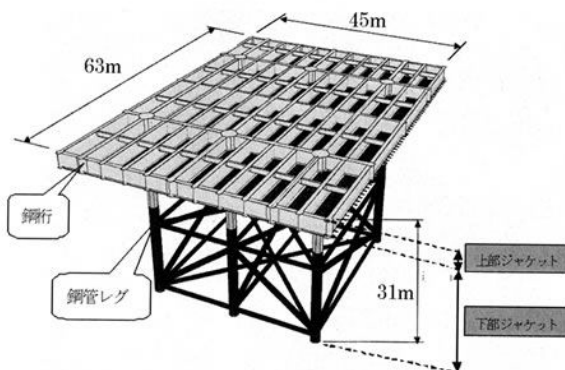


図4 ジャケット構造図

スからなる下部ジャケットおよび、直径φ1300~1600mmの鋼管杭からなる(図4)。河川流を阻害しないように、海面付近より上には柱材(レグ部)のみを31.5m×15mピッチで設置し、地震などの水平力に対して必要なトラス部材は水中部だけに設置した。上部鋼桁は、最大560tに及ぶ航空機荷重の繰返し走行に対しても疲労耐久性を確保できる構造とした。鋼材の腐食対策としては、長期供用や広大な面積の施設であることを考慮し、適切な維持管理を行うことで、大規模な補修が不要な防食システムを採用した(図5)。床版を支持する鋼桁の下面と外周全体には、雨水や

塩分の進入防止と点検時の足場機能  
をあわせ持つチタンカバープレート  
を設置し腐食環境を大幅に改善した。  
さらに、カバープレートで覆われた内  
部空間には除湿機や送気ダクトなど  
からなる除湿システムを設置し、相対  
湿度を50%以下に管理することで結  
露を防止し、鋼桁塗装寿命を大幅に  
延長できるシステムを採用した。ま  
た、干満・飛沫帯の鋼管の防食には、従  
来の重防食塗装などよりも耐衝撃  
性、耐摩耗性が高く、一般のステンレ  
ス鋼よりも耐食性に優れた耐海水性ス  
テンレス鋼(SUS312L)の薄板  
0.4mmで覆うライニング工法を用い

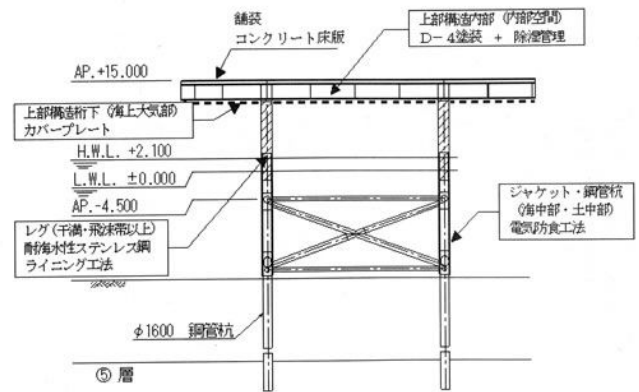
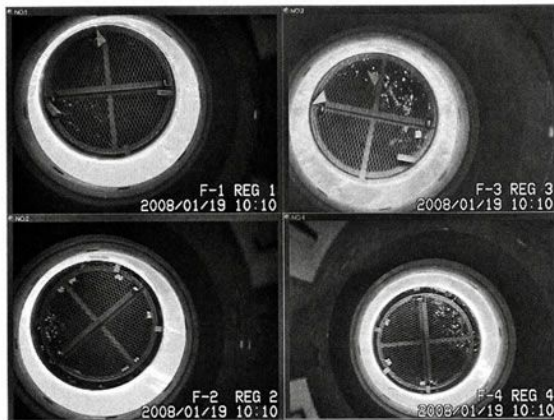


図5 ジャケットの防食仕様

た。鋼管への溶接は、一般のTIG溶  
接では困難な0.4mmの薄板を高効率  
で安定的に鋼管へ溶接できるインダイ  
レクト抵抗溶接とプラズマ溶接による  
自動溶接工法を開発することで短工  
期の大量施工に対応した。

ジャケット据付工は、制限表面下での  
施工や工程的な制約から、先行して打  
設した基礎杭にジャケットを挿入して  
据え付ける「先行杭方式」とした。基  
礎杭（全数量1165本）のうち  
931本は、短期間  
施工に対応するた  
め、1600t吊級  
杭打船による80  
90mもの長尺一本  
杭打設とし、A滑走  
路制限表面下につい  
ては、310t吊級  
杭打船を使用し継  
杭で昼夜間施工を  
行った。杭施工に当  
たつては、ジャケット  
1基当たりの杭6  
本の相対位置を精  
度よく確保するた  
め、平面方向ガイド  
となるバイルキー  
パー6台を導材台  
船に配備し、GPS

写真1  
低頭起重機船によるジャケット  
据付写真2  
レグ内カメラによるジャケット  
据付モニタリング画面

で杭の位置決めを行った後打設した結  
果施工誤差は3cm程度と非常に高い  
精度を確保することができた。ジャケッ  
ト据付には3000t吊級起重機船  
を使用し、異形ジャケット以外のものは、  
制限表面による施工への制約を最小に  
するため、3000t吊級起重機船  
を本工事にジブを改造した低頭式  
起重機船（2400t吊級、高さ+49  
4m）を用いた（写真1）。なお、制限表面  
高さを超える範囲については、滑走路の

運用を停止した夜間に施工した。  
ジャケットの据付は測量誘導を行  
い、吊フックを巻下げながら、ジャケット  
を杭に挿入した。その際、ジャケットレ  
グと基礎杭との相対位置をリアルタ  
イムに把握でき、レグの杭への挿入を効  
率的に行うため、レグ内カメラおよび  
RTK-GPSを使用したジャケット  
誘導据付システムを採用した（写真2）。  
航空機が走行する滑走路や誘導  
路を含む栈橋中央エリア約31万㎡に



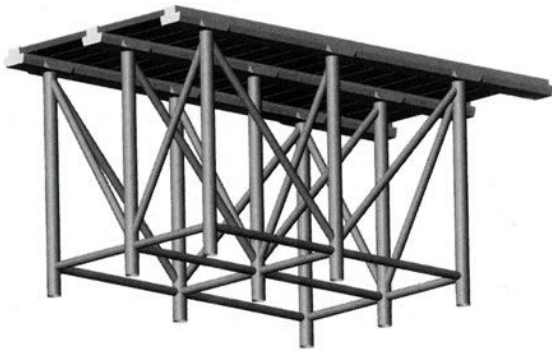


図10 ジャケット式栈橋のイメージ図

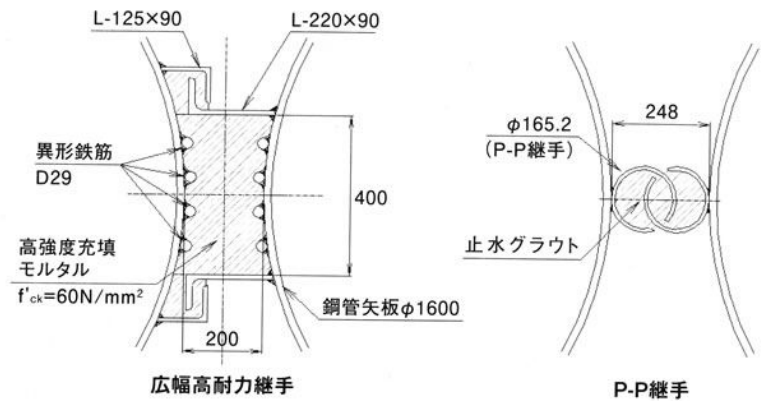


図9 広幅高耐力継手の断面形状

鋼管矢板に異形鉄筋を溶接して充填モルタルとの付着力を得ることによって、継手のずれに対する抵抗力を高めることにより、背面の土圧による護岸変位を抑えている。

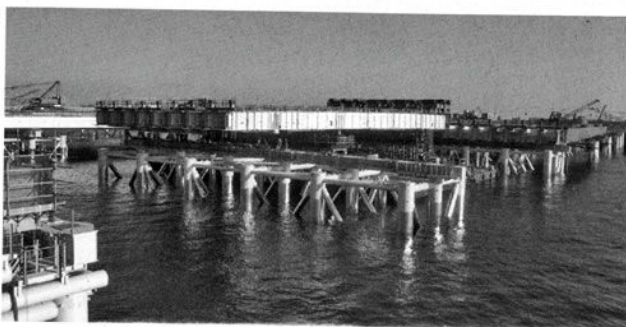
接続部護岸の上部構造は、円形スリット柱を用いた消波護岸である。これは、暴風時に栈橋部のチタンカバープレートに波が当たらないよう反射波を低減させるためのもので、水理実験の結果スリットの開口率を33%としている。また、海洋環境下で100年の長期耐久性が求められること、現場作業を軽減して工程短縮を図るといった目的から、円形スリット柱は遠心成形による高強度プレキャストPC部材を用いた。

消波護岸の上部には、埋立と栈橋という異種構造物間に生じる変位差を吸収するために、±60cmの相対変位に対応可能な伸縮装置を設置した。この伸縮装置はローリングリフ型といわれるもので、ピンで連結された短冊状のプレートが曲面形の架台上を滑らかに動くことにより相対変位を吸収するものである。この伸縮装置はイタリアのメーカーから調達しており、今回D滑走路に適用するにあたっては、実機と同仕様の試験体を製作し、動的加振実験などの性能確認試験を実

施したうえで採用した。接続部の護岸は埋立部からの土圧によって施工中から水平変位が発生することから、伸縮装置の設置位置を決めるにあたっては、護岸の動態観測データをもとに弾塑性FEM解析による護岸変位の予測解析を行い、その予測変位の分だけ伸縮装置をオフセットした位置に据付けた。

## 滑走路と現空港を結ぶ 連絡誘導路部

連絡誘導路部は、南北2本の連絡誘導路(幅員63m)とその両側の場周道路(幅員10.8m)により構成されている。連絡誘導路の構造形式は、現空港側に位置する、栈橋部と、D滑走路側に位置する、橋梁部に分かれる。

写真3  
連絡誘導路栈橋部施工状況写真4  
連絡誘導路橋梁部架設状況

現空港側は、海面との高低差が小さいため暴風時に床版に作用する揚圧力を考慮した栈橋構造を、D滑走路側は小型船舶の航路(幅50m×2本)を確保した橋梁構造を採用した。

連絡誘導路栈橋部の上部構造は、設置高さが低く厳しい塩害環境に対して耐久性を確保するため、ひび割れ制御が可能なプレストレストコンクリートの梁スラブ構造とし、また、短期間での施工を可能にするため受梁、床板、横梁の3種類に分割しプレキャスト化している。下部構造はジャケットの上部桁をなくし、PC梁スラブと一体化した世界でも初めてのPC複合ジャケット構造とした(図10)。杭及びジャケットレグと受梁の接合は、事前の実物2分の1モデル実験を実施して、ジャケット部で鉄筋コンクリート構造、直杭部でリブ付き二重鋼管構造を採用した。また、狭隘な部分への充填を確実にするため高流動コンクリートに打設し一体化した。プレキャスト受梁(重量120t)は、大幅員に対応できるように横方向に大移動させる過去に例を見ないエレクションガーターを開発し架設を行った(写真3)。

連絡誘導路橋梁部の上部構造は、φ4径間連続桁(支間長44m+70m+70m+44m)と、渡り桁

(同28m)により構成され、幅員63mのプレキャスト・PC床版を17本の鋼桁で支える鋼・コンクリート合成桁構造としている。なお、鋼桁は栈橋部と同様にカバープレートで覆い除湿管理することにより防食工のライフサイクルコストの最小化を目指している。橋梁の架設は、東京湾内のヤードにて分割地組立されたブロック(最大1400t)を潮位の干満差を利用したポンツーン架設により実施した(写真4)。

### 本工事に適用された技術について

D滑走路建設工事は、前述したように大量・急速施工、船舶の輻輳海域および運用中の空港に隣接した作業と、さまざまな制約のもとに実施された。本稿では誌面の関係で建設工事を支えた技術の一部しか紹介できなかつたが、これらは建設上の数々の制約を解決するために、過去の建設工事で蓄積されてきた技術や他分野での技術を、D滑走路建設のために改良・改善して対応してきたものである。これらの適用された技術が、今後の土木技術のさらなる発展の一助になれば幸いである。

## トピックスを終えて...

主査 8月号担当 編集委員 松良精三、宮田正史  
9月号担当 編集委員 武部篤治

2007年3月に着工されたD滑走路建設工事も、本年10月予定で供用が開始される。15社JV、契約額約6000億円という近年稀にみるこの超巨大プロジェクトについて、土木学会誌としても取り組んで紹介すべきではないか、というのが本企画の始まりであった。

月号は、D滑走路建設工事の概要、各工区の工事を支えた新技術、という点に着目して整理し、事業の全容を幅広く読者に提供することを心がけた。

D滑走路建設工事は、最新かつ高度な技術が取り入れられた難易度の高い建設工事であり、当初、これらの技術に特化した特集を組むことを考えていた。しかし、企画関係者、委員会会議で議論を重ねるうちに、工事における技術・経験の重要性を伝えるだけでなく、事業全体に視野を広げ、かつ航空事業、物流など多角的な切り口、視点で取り組む必要があることに気づかされた。紹介すべき内容が増えたため2ヶ月にわたり特集を組ませていただき、8月号は、羽田空港再拡張事業の概要、羽田空港拡張の意義、国際化と物流、9

企画趣旨で記した「後世への継承の一翼を担う」ところまで貢献できたかどうかはわからないが、なぜこの事業が必要と判断されたのか、どのように計画されて進められてきたのか、空港拡張によりどのような未来像が描かれているのか、工事に関する技術的な課題、その対策はどのようになっているのか、などの疑問に対して、読者の方々に理解していただく特集となっていると幸いである。

最後に、大変お忙しい中、原稿の執筆をご快諾いただいた皆様方、ならびに編集にご尽力いただいたすべての関係者の方々、またこのようにトピックス編集の機会を与えていただいた土木学会に感謝の意を表して本特集の結びとする。(武部篤治)