

# 東京オリ・パラにむけた 東京国際空港A滑走路南側保安施設用地整備について

関東地方整備局 東京空港整備事務所 第六建設管理官室  
植村 昌央

## 1. はじめに

羽田空港は、国内航空交通の中心として国内 49 空港との間に 1 日約 500 往復、国際航空交通では海外 31 都市との間にネットワークが形成され、国内・国際の総旅客数で年間約 8,000 万人の人が利用する空港である。

2010 年に 4 本目の滑走路の整備により増便が可能となり、国際定期便が再び就航しており、都心から近く 24 時間オープンしている空港として、日本の成長、地域の発展に重要な役割を果たしている。



図-1 羽田空港施設概要図

現在、人口減少や少子高齢化が進む中、子や孫の代まで日本の経済・社会を維持・発展させていくためには、国際線の増便により、今後より一層、諸外国との結びつきを深めることが必要である。国際線の増便は、首都圏の国際競争力強化、国際線と国内線を結ぶことによる地方創生、外国人観光客の増加、2020 年に開催される東京オリンピック・パラリンピックの円滑な開催といった効果が期待される。

一方、羽田空港は現在、深夜・早朝時間帯を除いてフル稼働しており、これ以上国際線を増やすためには、滑走路の使い方と飛行経路を見直す必要がある。

## 2. 滑走路の使い方と飛行経路の見直し

### (1) 現在の滑走路の使い方と飛行経路

航空機が安全に離発着するためには、風に向かって飛ぶ必要がある。そのため羽田空港では、図-2に示すとおり、南風と北風の風向きに合わせて、2通りで滑走路を使っている。また、離発着する航空機の経路は、騒音の影響を減らすため、東京湾上空を有効に使うて設定されている。

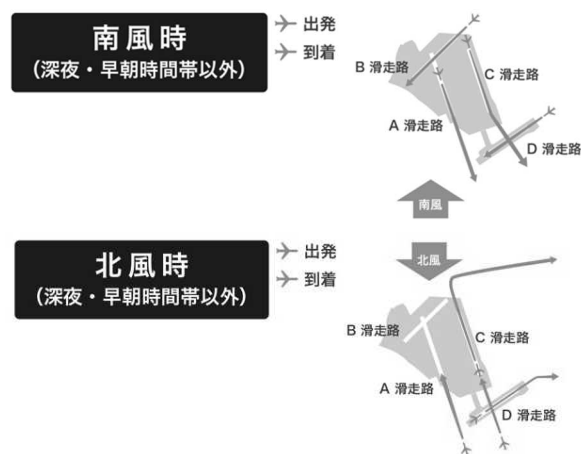


図-2 現在の滑走路の使い方

### (2) 新しい滑走路の使い方

南風時の滑走路の使い方において見直されたのは、A滑走路とC滑走路の北側といった都心上空側から航空機を着陸させることで、効率的な運用を図る。この滑走路の使い方に合わせた、都心部上空を通る飛行経路を設定する必要があり、国際基準に従って設定すると1時間あたりの離発着回数を現行の80回から90回まで増やせる試算となる。

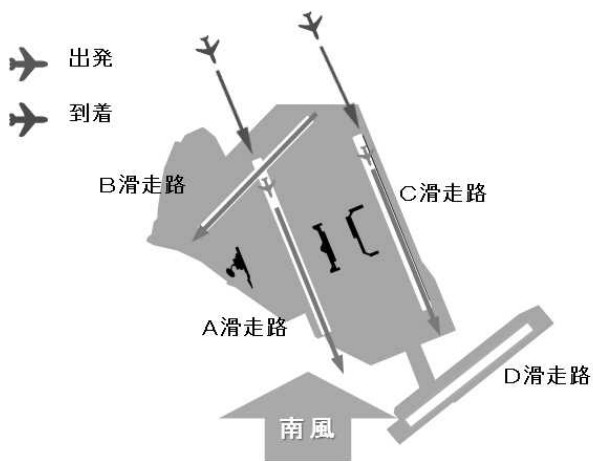


図-3 南風時の新しい滑走路の使い方

北風時においては、海側から着陸、海側へ出発する現在の滑走路の使い方が最も効率的であり、見直しする余地はない。ただし、C滑走路から出発する航空機の飛行経路について、都心上空を通る経路に見直すことで、1時間あたりの離発着回数を現行の80回から90回まで増やすことが可能である。

### (3) 国際線の増便

滑走路の使い方と飛行経路を見直すことにより、深夜・早朝時間帯以外の国際線について、最大で年間約3.9万回の増便が可能となる試算であるが、そのためには新たな施設整備等が必要となる。

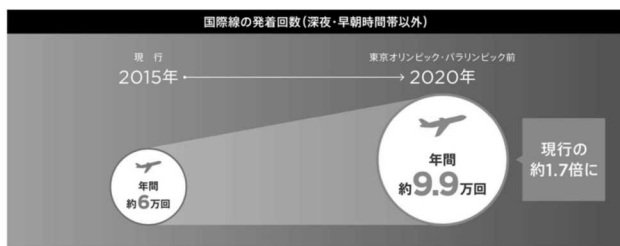


図-4 国際線の発着回数

具体的には、航空保安施設や誘導路の整備、増加する国際線に対応するためのターミナルの拡充を行う。

その一例として、南風時におけるA滑走路の北側からの着陸について、航空機の精密進入を可能とさせるための航空保安施設の用地整備検討を行ったので、報告する。

## 3. A滑走路南側保安施設用地整備について

### (1) LOC施設用地概要

今回検討を行った施設は、A滑走路南側に設置するILS (計器着陸装置) のLOC (ローカライザー) 施設用地であ

る。ILSとは、着陸のため進入中の航空機に対し、指向性のある電波を発射し滑走路への進入 (コース、角度、距離など) を指示する無線着陸援助装置であり、LOCは進入コースを示すための電波を発射する施設である。現状ではA滑走路南側にこの設備が不足しているため、悪天候等で視界不良となった際に北側からの進入を誘導できない状態である。



写真-1 ローカライザー

### (2) LOC用地の必要性

A滑走路北側の都心上空側から航空機を安全に着陸させるため、A滑走路の南側にLOC用地を設置するが、A滑走路南側は海上でありLOCを設置する用地が無い。

また、LOCから発せられる電波は、多方向に発射されるため、LOCの運用には反射波が一定に保たれるように電波を反射する平坦な用地が必要となる。

そのため、電波反射用地を含むLOC設置用人工地盤を築造する必要がある。

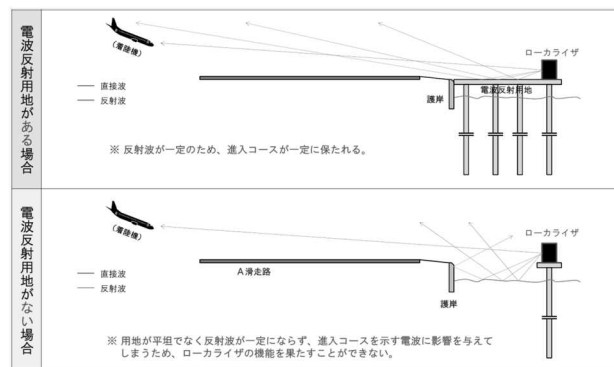


図-5 ローカライザーの電波イメージ図

### (3) LOC 用地検討の検討位置

人工地盤を築造する A 滑走路の南側は、多摩川の河口域で水深の浅い水域であることに加え、供用している A 滑走路の延長上に位置していることを考慮する必要がある。

また、2020 年に開催が予定される東京オリンピック・パラリンピックまでに整備することを目標として検討を行った。

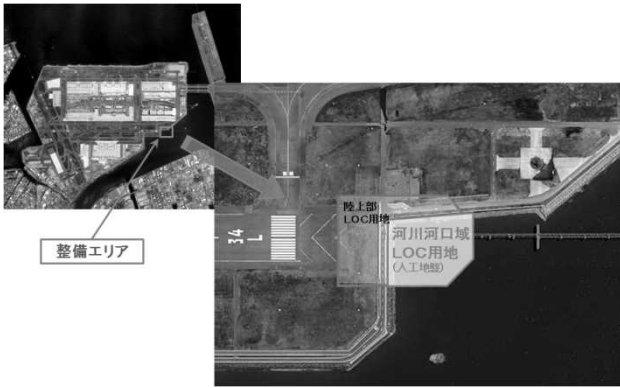


図 - 6 LOC 用地整備位置図

#### 4. 構造形式の選定

構造形式は、埋め立てと栈橋形式が考えられる。埋め立ては、多摩川の河口域であるため河川の流れに影響があることが考えられる。そのうえ、埋立護岸を築造するための作業船が作業する水深確保に必要な浚渫土処理が課題となった。結果的には、東京オリンピック・パラリンピックの開催までに供用することを考慮すると、土砂の浚渫やその処理に時間を要し、供用目標時期を満足できないことから、埋立形式は不採用となった。また栈橋形式においても、埋め立て形式と同様に作業船の水深確保の浚渫土の課題から、陸上施工による栈橋形式を採用した。

栈橋の構造は、杭と桁を剛結したラーメン構造であり、杭を打設した後に、桁の架設と PC 床版設置を行い、人工地盤の築造を行う。杭は、支持層までの打ち込みを考えると、5本の継ぎ杭で長さ70mとなる構造となる。また、そのほとんどの杭は、現地盤からだど打設ができない位置であるため、築造した栈橋本体から打設するために、広範囲に作業が可能である 750tクローラークレーンが必要であり、その荷重に耐えられる構造とする必要があった。

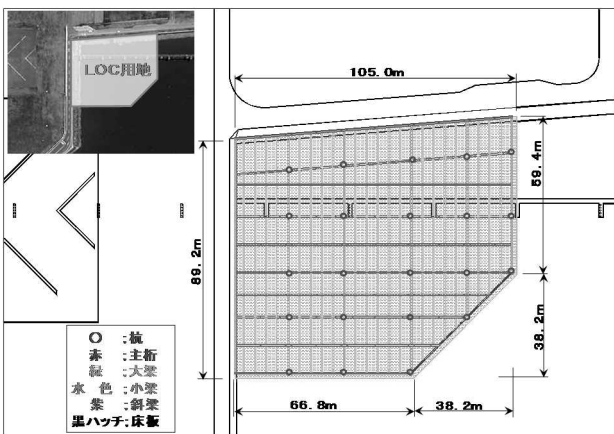


図 - 7 LOC 用地構造平面図

今回は、供用中の空港での施工であるため、制限表面の影響が最も大きい、杭の打設が課題となった。

#### 5. 供用中空港における施工の課題

##### (1) 制限表面下における施工

空港工事を行う場合には、航空機が安全に離発着できるように空港周辺の一定の範囲を無障害の状態にしておく必要があり、制限表面（進入表面、転移表面または水平表面）に突き出る物件の設置を禁止していることを遵守しなければならない。

当該施工箇所は、A滑走路の進入表面、転移表面下での施工となることから、重機などの高さが制限表面に接する作業は、滑走路供用中には行えない。そのため、当該施設の施工は、深夜から早朝のA滑走路閉鎖時（メンテナンス時）での限られた施工時間内で作業を行う必要がある。

また、施工中以外においても、駐機している作業用重機が制限表面に抵触しないことを考慮した計画が必要となる。そのため、杭打設に必要なクローラークレーンなどの重機は、滑走路からある程度離れた位置に駐機することとなり、日々の施工において施工箇所まで移動する必要がある。

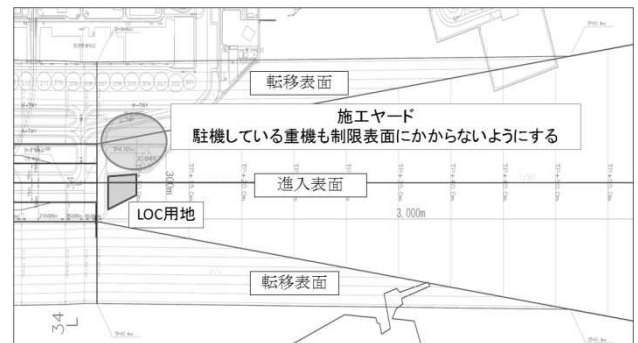


図 - 8 施工位置と制限表面の関係図

##### (2) 空港運用を考慮した日々の施工手順

杭の打設の日々の施工手順は、施工準備から重機の退避までをA滑走路閉鎖中に行う必要があることに加え、重機の退避が遅れるとA滑走路を利用することができなくなり、空港運用に支障を与えることに繋がり、社会的影響が非常に大きい。

そのため、日々の施工を確実にを行うため、①鋼管杭の接合方法、②杭打設に用いる重機の移動方法、③施工時間の確保に関して工夫を行った。

## 6. 空港運用に配慮した施工方法の検討

### (1) 鋼管杭の接合方法

鋼管杭の接合方法は、素管を5本継いだ構造となるが、各素管との接合は溶接ではなく、機械式継ぎ手を採用することで施工時間の短縮を図った。

機械式継ぎ手とは、予め鋼管杭に簡易に接合できる継手を溶接しておき、現地で容易かつ短時間で施工ができる工法である。通常の溶接だと現地で接合するのに約2時間を要するが、機械式継ぎ手とした場合は約30分となり、大幅に施工時間を短縮することが可能となった。

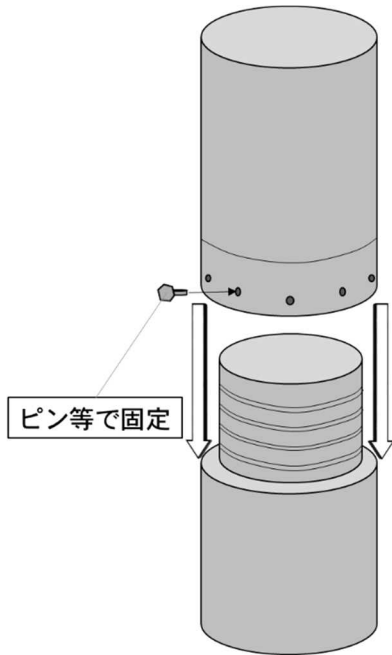


図-9 機械式継手構造一般図イメージ

### (2) 杭打設に用いる重機の移動方法

次に、重機の移動方法について検討を行った。杭の打設は750 tのクローラークレーンを使用するが、制限表面に抵触しない位置のヤードから施工箇所までの長い距離を日々移動することとなる。

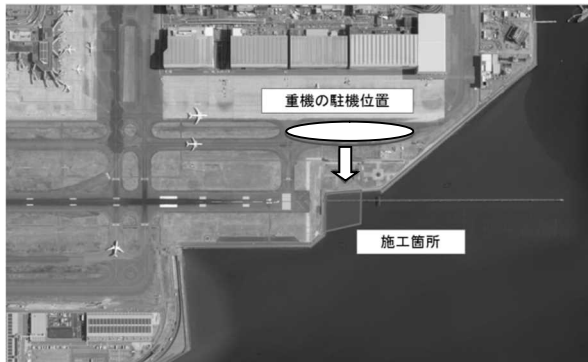


図-10 クローラークレーンの移動経路イメージ

しかし、クローラークレーンは小範囲の移動が基本となるため、長期間長距離の移動を行った際の負荷による故障の有無や安全性について保障されていない。そのため、複数軸を有する多軸式特殊台車に載せてクレーンを移動することで、自走距離を短くすることを検討した。

運搬方法は、クレーン本体を左右2台ずつの4台、ブームを1台の計5台の台車で運搬する形となるが、経路には、カーブや勾配が存在する。本体とブームとの「ねじれ」などクレーンにかかる負荷を最小限に抑える工夫として、クレーンの旋回ブレーキとブームをフリーの状態に運搬することとした。

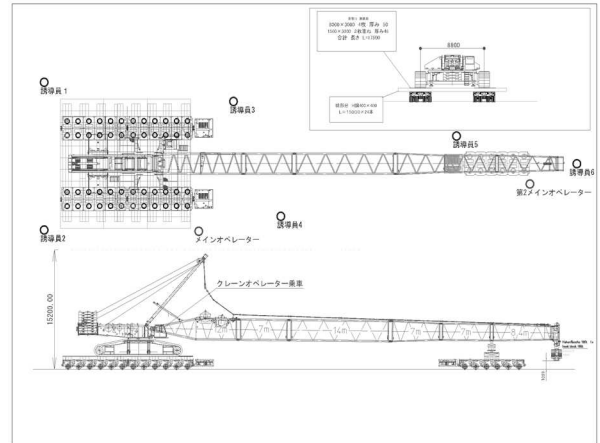


図-11 多軸式特殊台車による運搬配置図

### (3) 施工時間の確保

最後に施工時間の確保について、本工事の施工に必要なA滑走路閉鎖時間の拡大等を行う調整を空港管理者である航空局と行った。本事業は、東京オリンピック・パラリンピックまでに完了させる必要があるが、現在の閉鎖時間（A滑走路の閉鎖は週4日23:30～6:00）では、供用に間に合わなく、施工時間の延長が必要となった。

しかし、羽田空港は深夜・早朝を除いた時間帯はすでにフル稼働している状態であるため、安易に滑走路の閉鎖延長をすることはできなく、最低限の運用制限とする必要があった。そのため、前述した施工条件などを整理し、必要不可欠の施工条件にて図-12の2つの運用制限の調整を行った。



図-12 本事業に伴う空港運用制限

1つ目は、重機の駐機場所として、施工箇所から最も近く、かつ、供用中の転移表面に抵触しない位置であるA誘導路の一部を施工期間中閉鎖することである。2つ目は、日々の施工を確実にを行うために、A滑走路の閉鎖日と時間を週4日23：30～6：00から週5日23：00～6：30とすることである。結果、閉鎖時間の拡大等は可能となったが、実際の施工や閉鎖にあたっての調整を続けていく必要がある。

## 7. クローラークレーンの移動操作確認

前項で記載したクローラークレーンの移動方法については、国内では同様の運搬方法を実施した例はなかったが、海外ではウエイトを外して運搬した実績はあった。ただし、今回のように斜面をフル装備のクローラークレーン(重量約600 t)を運搬した実績は無かったため、人工地盤の施工前に移動方法の操作性及び走行性について確認・検証しておく必要があった。

今回、北海道室蘭市においてクローラークレーンの移動操作確認を行ったので概要を報告する。

### (1) 確認方法・内容

北海道室蘭市において、実施工で最も厳しい条件下となる勾配4%での移動方法の操作確認を行った。確認した内容は、フル装備のクレーンを搭載した際の多軸台車の重心位置、斜路走行時の荷重の偏りに対する安全性、クレーン搭載時の走行可能な速度、運搬時のクレーンブームの旋回可能角度、及び機械トラブル発生時の復旧時間の確認に分けられる。

運搬用の多軸台車は前述のとおりクレーン本体部とクレーンブーム部に分かれて全5台配置されていたが、本体部は同調機能を有した多軸台車を使用したため、多軸台車のオペレーターは各部一名ずつで操作を行った。



写真-2 750 t吊クローラークレーン全景

### (2) 結果と考察

まず、クローラークレーンを搭載した際の多軸台車の重心位置の確認についてであるが、これはクレーンを搭載した際の重心を把握し、車両の配置に問題がないかを検証するために行った。多軸台車の重心位置をビジュアラ

イザーによって可視化したところ、設計上の重心位置と確認時の重心位置に有意な差は認められず、設計上の車両配置でクローラークレーンを搭載して運搬すれば安全に走行できる事が確認された。

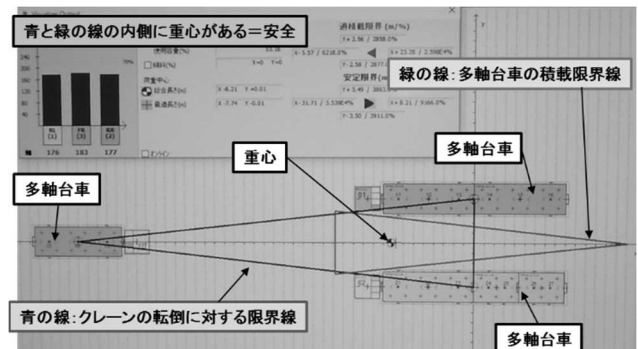


写真-3 ビジュアライザー画面

次に、斜路走行時の荷重の偏りに対する安全性について確認を行った。斜路勾配によりクレーン重量が片側の多軸台車にかかる状態を再現するため、多軸台車の片側をジャッキダウンして架台に勾配を作り、多軸台車の積載能力(油圧能力)を確認したところ、フル装備時において勾配3.36%で最大油圧能力の90%超となったため、その時点で中止とした。これは前述の勾配4%の条件をクリアしない結果となったが、多軸台車のジャッキ操作によってクレーンの傾きを限界勾配以内に収めれば、多軸台車の積載能力を超えるような荷重の偏りを抑えることが可能であるため、実施工ではジャッキ操作をしながらであれば走行に問題ない事が確認された。



写真-4 750 t吊クローラークレーン搭載状況

また、クレーンを多軸台車に搭載した状態での運搬は可能であることを確認したが、計画速度1.0km/hに対し、最大0.57km/hと想定を下回る結果となった。これは、小刻みな方向転換が必要となる運搬ルートのため、速度を上げることができなかったなどの理由が挙げられる。走行速度は半分程度となってしまったが、固縛等の運搬準備にかかる時間は短縮できることを確認したため、運搬時間全体としては大きな差は生じなかった。

運搬時のクレーンブーム旋回可能角度については、計画5°に対して実施は30°まで多軸台車の積載能力を超過せずに運搬できた。これにより、カーブの進入角度を



写真-5 多軸台車走行状況

大きく付けることで小回りが利くため、計画よりもカーブでの走行距離を短くする事が確認された。

最後に機械トラブル発生時の復旧時間の確認についてだが、これは概ね想定時間内に復旧することができた。これについては、多軸台車による運搬からクローラクレーンの自走までを含めた全工程の中でトラブル対応に要する時間を確認するものであり、確認した機械トラブルの中でも復旧に特に時間を要するものは750 t吊クローラクレーンの油圧系統が故障し操作不可能となった場合であった。復旧には、相番機のオールテレーンクレーンに故障クレーンの油圧ホースを接続してオールテレーンクレーンから油圧を供給することで故障したクローラクレーンを一時的に操作可能とする方法を取り、90～120分程度の復旧時間を要すると想定していたが、確認時には80分程度で完了することができた。この結果を踏まえ、機械トラブル発生時にも空港運用へ影響なくヤードへの退避ができるよう作業時間を設定する必要がある。

以上5項目の結果より、超重量のクローラクレーンを多軸台車によって運搬するという方法は技術的にも問題ない事が確認された。

実施工においては、これら確認された事項を加味し、安全かつ確実な施工管理を行う。

## 7. おわりに

本事業は、供用している滑走路付近の厳しい制約条件の中で、東京オリンピック・パラリンピックまでに確実に整備を進めていかなくてはならない。現在はクレーンの運搬エリアの整備や既設護岸の改修を行っている段階で、今後は本格的な栈橋築造が開始されていく。

施工時においては、品質の確保をしたうえでの空港運用に支障を与えない、日々のタイムスケジュール管理が重要である。また、夜間に大型クレーンを使用することでの施工であるため、確実な安全管理を行う必要がある。そのためには、発注者と施工者の密な連携が必要であり、様々な現地での対応について迅速に協議を行っていく必要がある。