

海上空港に迫り来る高潮・高波による越波対策について

鹿田 光¹・高山 英樹¹・石田 毅史¹

¹九州地方整備局 別府港湾・空港整備事務所 保全課 (〒874-0919 大分県別府市石垣東10-3-15)

大分空港は3000mの滑走路を有した海上空港であり、豊かな観光資源や立地上の優位性から、アジア初の宇宙港実現に向けた期待が高まっている。このような状況の中、近年大型化する台風や地球温暖化に伴う海面上昇などの影響により、滑走路などが浸水し、空港機能がダウンする恐れもあり、外周護岸を早期に改良する必要があることから、その越波対策について発表する。

キーワード 海上空港、外周護岸、越波対策、制限表面、海面上昇、地球温暖化

1. はじめに

大分空港は、九州北東部の周防灘に面する国東半島東部(武蔵・安岐町)の地先水面を造成した「海上空港」であり、大分市から約5.2km、別府市から約3.7kmの距離に位置している。1970年3月に漁業補償交渉が妥結され、大分県による海上部分の用地造成が着工された。同年10月からは直轄事務所が陸上部分の用地造成に着工し、供用開始に向け急ピッチに工事が進められ、1971年10月16日に現在の大分空港が開港した(写真-1)。その後、空港需要の高まりや旅客機の大型化に伴い、北側500mの延長に着手し、1982年12月に供用を開始、引き続き南側500mの延長に着手し、1988年10月に滑走路3000mでの供用を開始した。滑走路の3000m化により、大型機による大量輸送が可能となったことから、海外路線も徐々に増え、1995年には乗降客数が200万人を越え、大分県の空の玄関口として、地域経済の活性化に寄与している状況である。このような状況の中、大分空港では近年大型化する台風や地球温暖化に伴う海面上昇などにより、空港

内に越波してくる高潮・高波に備えた護岸改良の対策を進めており、本発表はそれらについて報告するものである。

2. 海上空港の課題

(1) 大分空港の特色

大分空港は、現在、アジア初の宇宙港(写真-2)としての期待が高まっており、その地理的な条件として、打ち上げ用ジャンボジェットが離着陸可能な3000mの滑走路があることや、海上空港であるため、離陸後すぐに洋上に出られることなどの条件が揃っている(図-1)。

また、大分には自動車産業や精密機械産業等の関連企業が集積しているため、ロケットや人工衛星の部品生産やメンテナンスに地元企業の技術を活用できる産業基盤が存在していること、別府温泉や由布院温泉などの観光資源があり、将来的に宇宙港に携わる事業者やエンジニア、宇宙旅行へ向かう旅行者や見学者など、多くの人を引き付ける魅力ある資源が豊富にある。

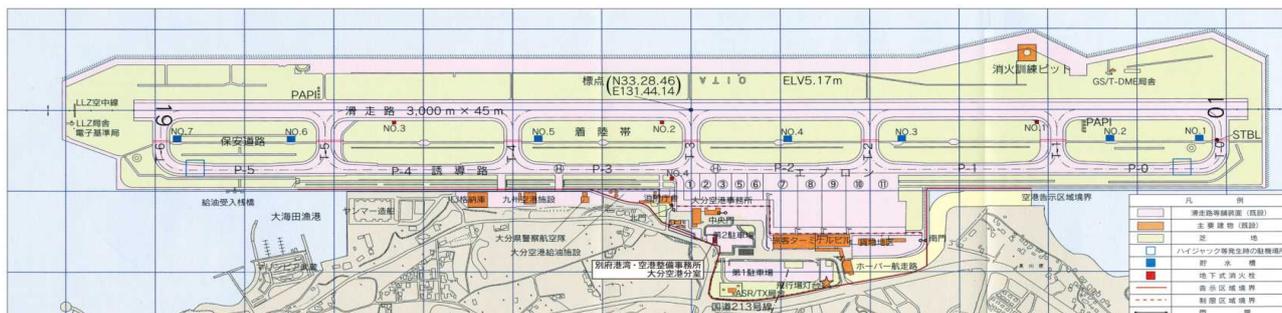


図-1 大分空港計画平面図



写真-1 大分空港全景



写真-2 航空機で人工衛星を打ち上げ
(出所:Virgin Orbit/Greg Robinson)

(2) 大分空港の課題

大分空港の現状の課題は、県中心部である大分市から空港までのアクセスと考えられ、国内の他空港と比較すると著しく時間を要する状況となっている。また、陸路しかないため、事故や天候不良(大雪など)等による道路交通網のトラブル発生時の対応が課題となっている。

また、県内各地域との主要な交通手段は、空港バス、自家用車、レンタカー、タクシーであるため、年末年始や夏期休暇、イベント開催時など一時的に道路駐車場が不足するなどの課題が上げられている。

この対策として、大分県では大分市中心部から大分空港へのアクセス改善や地域経済活性化への貢献策として、ホーバークラフト(写真-3)の運航を計画している。これにより、大分市から空港までの所要時間は最速で25分となり、旅行者には大分の食や観光をより楽しんでもらうとともに、珍しい乗り物であるホーバークラフトそのものを見に来る観光客の増加などが期待され、新たな空港利用需要の創出が図られようとしている。



写真-3 以前運航していたホーバークラフト
(出所：ホーバー継承の会)

3. 海上空港の課題に対する対策

(1) 外周護岸の嵩上げ

2018年9月4日に近畿地方を通過した台風21号により、関西国際空港では滑走路が浸水し、空港が閉鎖され、加えて連絡橋の破損により、最大約8000人が孤立状態となる災害に見舞われた(写真-4)。これを受け、政府による重要インフラ緊急点検が行われ、必要な緊急対策が取り組まれている。また、重要インフラ点検を踏まえた緊急対策にとどまらず、空港の強靱化に資する必要な対策を引き続き、緊急的に整備していくことになり、大分空港では老朽化した外周護岸の健全度評価の結果と設計波高検証による越波対策として、護岸を改良する必要が生じたところである。



図-2 大分空港へのアクセス経路



写真4 関西国際空港のVOR/DME部の護岸転倒箇所
(出所:台風21号越波等検証委員会資料)

(2) 外周護岸を越波する波の対策

大分空港の護岸は、1970年代に建造されており、現況の設計条件は時代と共に変化していることから、最新の条件に見直す必要がある。自然条件となる潮位と沖波の再現期間などを見直した結果、現況護岸の設計条件を越える越波量が発生すると判断され、その対策として三つの構造形式が選定された。

案1は、既設護岸の天端を嵩上げし、消波ブロックを拡幅する対策、案2は、既設護岸の天端をフレア式上部工に嵩上げし、波返し対策を施すこと、案3は、現況護岸の沖側に新たに防波堤を設置する対策が検討され、設計条件を満足し、かつ経済性に優れる案1が採用された。

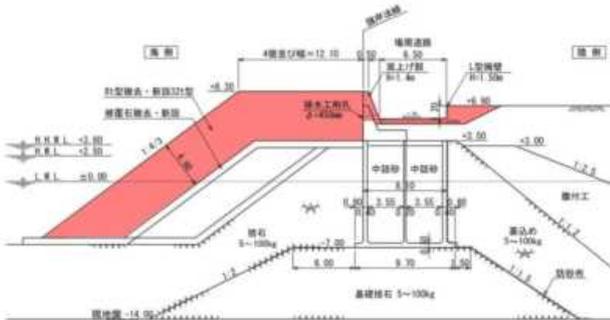


図3 案1-天端嵩上げ・消波拡幅・ポンディング併用

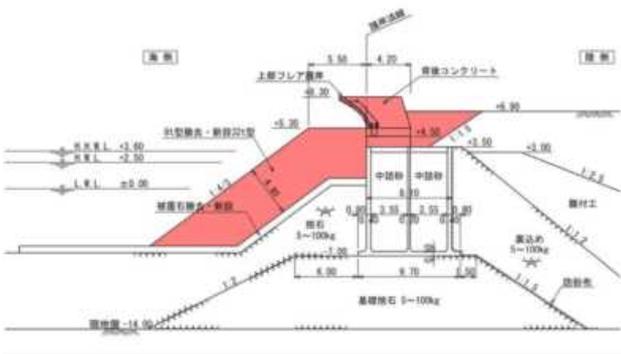


図4 案2-フレア護岸改良対策

(3) 外部からの侵入を防止する対策

大分空港は海上に面していることもあり、外海からの

侵入を防止できる構造形式のフェンス(図-5)が必要とされる。また海上空港の場合、必要最低限の埋立用地が形成されるため、航空機の進入を妨げない転移表面による高さ制限の規定を満足する必要がある。これにより、フェンスの設置高さを考慮した護岸の天端高さを制限することから、容易に護岸天端を嵩上げできない状況にある。

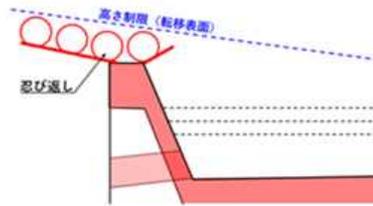


図5 フェンスと制限表面を考慮したイメージ図

4. 施工に関わる空港制限と解決策

(1) 高さ制限の課題

空港には航空機の離着陸に際して、その安全を確保するために突出する物件を制限する規定が設けられている。制限表面を規定する種類も多く、進入表面、転移表面、水平表面、延長進入表面、円錐表面および外側水平表面などがあり(図-6)、これらの制限表面は、着陸帯の等級などによって範囲が異なっている。大分空港の護岸を改良するに当たっては、空港管理者との協議が必要であり、過去に検討された施工事例より、海上基準面からの高さが20mを越える作業は、電波障害に支障が発生すると判断された(図-7)。これにより、護岸を新たに補強する消波ブロックの設置作業に使用する作業船では、この規定の範囲内で作業することが難しい。これは一般的に搭載されるクレーンのブーム長は、できる限り作業半径を大きくすることが望まれるため、長いブームが搭載されている。そのため、自船に積載したブロックを吊り上げるには、ブームを高く持ち上げる必要があり、高さ制限を満足する施工ができない。

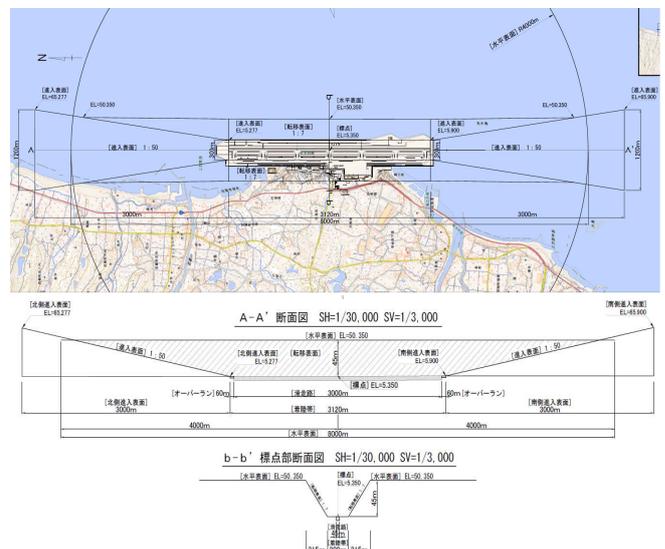


図6 空港制限表面による規定範囲

(2) 現状の施工対策

前述で検討された護岸工事においては、制限高さを管理しながらの施工は難しいと施工者が判断し、航空機の離着陸がない夜間での施工が選択された(写真-5)。これは制限高さを超過し、航空機に影響を与えた場合のリスクがあまりにも大きいからである。それに比べ夜間作業では、航空機に与える影響はないが、水中部の施工となると気象海象条件などにより、視認性が想定以上に低下する場合があります、安全性には細心の注意を払いながら施工が進められた。現在は、ICT施工による技術が向上してきており、海上工事でも水中ソナーの活用により可視化した施工技術や航空制限管理システムなど高さ制限を管理する技術が開発されているので、このような最新技術を活用した施工の効率化が普及していくことが望まれている。

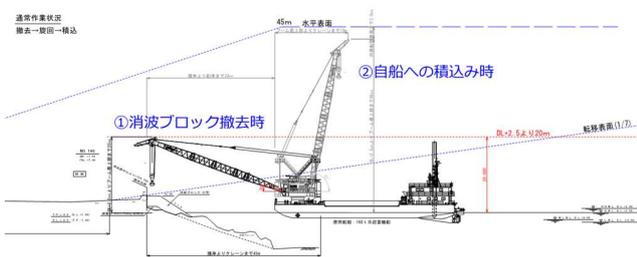


図-7 夜間施工となった護岸改良工事の検討事例

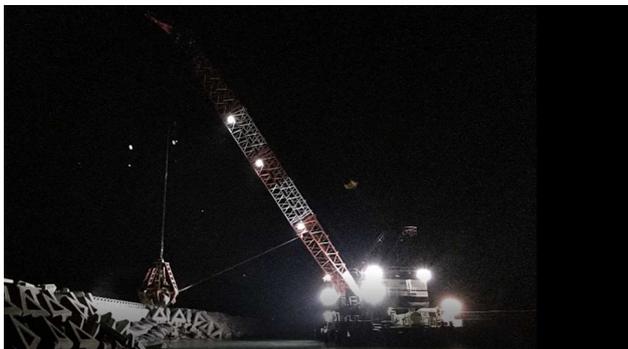


写真-5 夜間施工の状況事例



図-8 クレーン船のブーム高さ制限管理システム
(出所:株式会社アカサカテック)

(3) 新たな技術開発への期待

近年、海上作業を行うことができる作業船の隻数が年々減少してきている。島国である我が国にとって海上作業を行う作業船は、工事で使用するのみでなく、災害時に物資を迅速に海上から輸送することができるなど、その存在を欠かすことはできない。

しかし、大規模な公共工事の減少や老朽化する船舶の維持・管理が困難となり、廃船や海外へ売却されるなど、2001年と比べると隻数が半減している(図-9)。

その一方、新たに建造される船舶は、最新のシステムを備え、乗組員不足を解消する自動化技術が進んでいる。かつて羽田空港のD滑走路は、海上部に増設されることから、ジャケット式により主に大型起重機船(写真-6右)で設置されているが、一部空港の制限表面を越えての施工となる箇所については、クレーンブームを改造する対策(写真-6左)により、工程短縮が図られている。陸上施工でも橋梁下など高さ制限に対応した施工機械が存在することから、海上施工においても同様な作業船の開発や陸上機械を搭載できる船舶が建造されることを期待している。

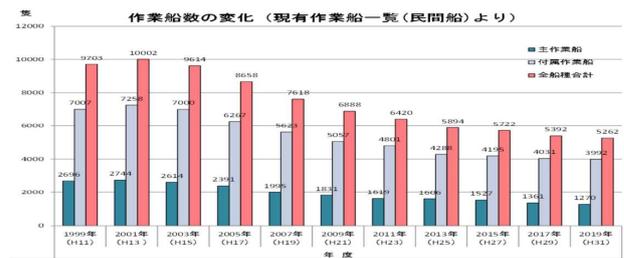


図-9 民間作業船数の推移



写真-6 羽田空港D滑走路建設工事に使用された作業船

5. おわりに

今後宇宙港になることが期待されている大分空港は、日本のみならず世界から注目される空港となる。そのためにも航空機が常に安全に離着陸できるように施設を維持する必要があり、その一つとなる国土強靱化対策に向けた大分空港の護岸改良工事がいよいよ着手されようとしている。海上部となる外周護岸の総延長は約4 kmとなることから、従来からの施工方法を少しでも効率化し、コスト縮減と時間の短縮が求められる。

最後に大分空港は、宇宙ロケットの発射の期待やホーバークラフトの復活など、魅力あふれる空港に生まれ変わろうとしている。その事業に少しでも携わり、今後も益々たくさんの方が訪れる大分県になるよう尽力できればと考えている。

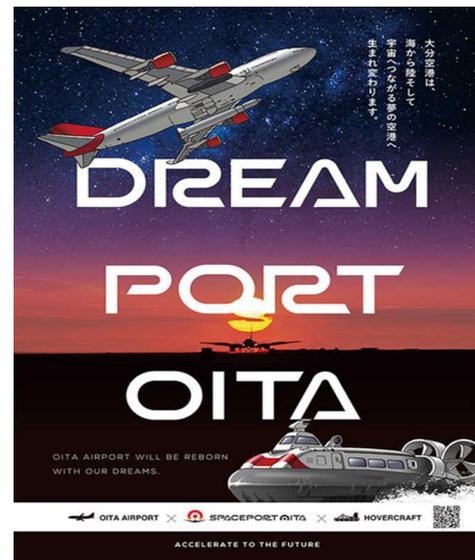


図-10 大分県の広報ポスター