

羽田空港第五(E)滑走路増設に関する研究報告

一般社団法人 日本埋立浚渫協会 技術部会 羽田WG

羽田空港は、平成22年10月のD滑走路の供用によって発着能力が増大し、その一部を国際定期便に割り当てることにより、国際拠点空港としての機能の向上が図られている。一方、首都圏の航空需要は今後とも大幅な増加が見込まれており、近い将来には再び需要が逼迫するとも言われている。一般社団法人日本埋立浚渫協会では、平成22年度から、以上の背景を踏まえ羽田空港の第五滑走路(以下、E滑走路という)の増設について、埋立法を用いた場合の技術課題を抽出することを主な目的として調査研究を行ってきた。本稿は、その研究成果を報告するものである。

1. 研究の目的

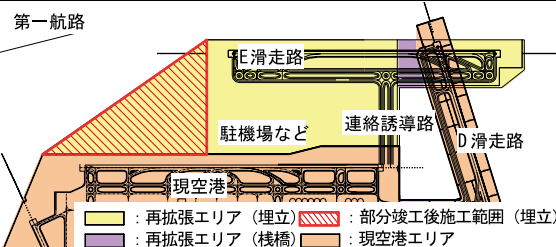
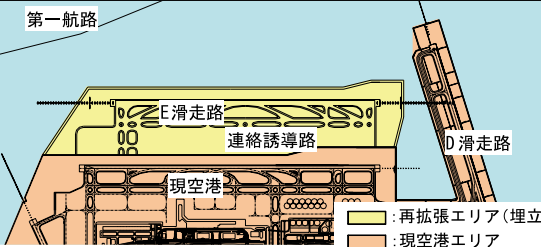
埋立法では大量の埋立材料の確保、埋立後の沈下管理、第一航路に近接することによる作業船の配置スペースの制約、さらにはCラン沖合に整備されている浅場の移設などから施工スピードに一定の制約が生じる。このような技術課題に対し、D滑走路建設の実績等これまで蓄積してきた高度技術・ノウハウを活かし、現時点で考えられる空港用地平面レイアウト案・断面

案等の設定および各工種の施工検討等を踏まえて、技術課題の解決策、供用開始に必要な工期などの検討を行った。

2. 主な検討内容

本検討は、羽田空港に5本目の滑走路(E滑走路:延長3,000m)を埋立法により増設する場合の、設計・施工両面からの技術的検討を行ったものである。本検討

表-1 オープンパラレルとクローズパラレル

検討項目	オープンパラレル	クローズパラレル
平面レイアウト案		
空港用地レイアウト設定	<ul style="list-style-type: none"> 滑走路延長3,000m C滑走路との離隔1,310m 滑走路高A.P. +17.1m~+11.1m D滑走路と交差する。 	<ul style="list-style-type: none"> 滑走路延長3,000m C滑走路との離隔760m 滑走路高A.P. +13.6m~+7.0m D滑走路と交差しない。
浅場の消失と移設	<ul style="list-style-type: none"> 既設浅場は撤去、第一航路側の新設護岸に沿って復旧。 撤去後、護岸工事に合わせて復旧。工程上クリティカルパス。 既設浅場の撤去材料は新設浅場に再利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設浅場は撤去、第一航路側の新設護岸に沿って復旧。 滑走路の早期供用を優先し、浅場の復旧は埋立完了後とする。 既設浅場の撤去材料は埋立柱材に再利用。新設浅場は購入材で復旧。
構造設定	<ul style="list-style-type: none"> 護岸形式は傾斜堤主体。第一航路近接部はケーソン式。 SCP盛上土は撤去し、新設浅場材料に再利用。 D滑走路接続部は通水性及び小型船舶航行の観点から橋梁形式とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸形式は傾斜堤主体。第一航路近接部はケーソン式。 SCP盛上土は原則撤去せず、改良する。
施工・工程検討	<ul style="list-style-type: none"> 全体竣工案と滑走路の早期供用開始を目的とした部分竣工案の2案を検討。 資材供給量の上限および施工能力、船舶機械組数、稼働率等はD滑走路工事実績を参考に設定。 	<ul style="list-style-type: none"> 滑走路の早期供用を目的とし、工期短縮となる施工方法を優先採用。 資材供給量の上限および施工能力、船舶機械組数、稼働率等はD滑走路工事実績を参考に設定。

の主目的は、この再拡張事業を実現するに当たっての技術的な課題を抽出することにある。C滑走路から1,310m 離隔するオープンパラレル案は、760m 離隔するクローズパラレル案に比べ施工数量が多く、またD滑走路と交差するため、施工の負荷が高く技術的課題も多い。したがって、当初(平成22～23年度)はオープンパラレル案を検討対象としたが、その結果として、工期が10年超、工費も膨大なものとなった。

検討結果のまとめとして、

- ・ 工期10年超を短縮する必要がある。
 - ・ D、E滑走路が交差しているため、利用上の制約が大きい。
 - ・ クローズパラレル案は工期、工費の面で有利となる。
- 以上から、平成24～25年度では、主に工期短縮を目的としてクローズパラレル案の検討を詳細に行った。表-1にクローズパラレルの検討内容をオープンパラレルと比較して示した。以下、クローズパラレル案について述べる。

3. 空港用地レイアウト設定

クローズパラレル案は、図-1に示すように、C滑走路との離隔が760mと小さく、C滑走路およびE滑走路の離発着が、相互に制約を受ける案である。オープンパラレルと比べ、第一航路との離隔が大きいので、滑走路天端高は低く抑えることができる(A.P.+13.6m～+7.0m)。さらに、再拡張エリアの面積は約290haであり、水深の浅いエリアの埋立となるので、施工数量が少ないため、施工期間は短く、工費も安くなる案である。

平面計画および天端高は以下の方針で設定した。

- ◆ D滑走路側のE滑走路端位置はC滑走路延伸工事後の端部に合わせる。

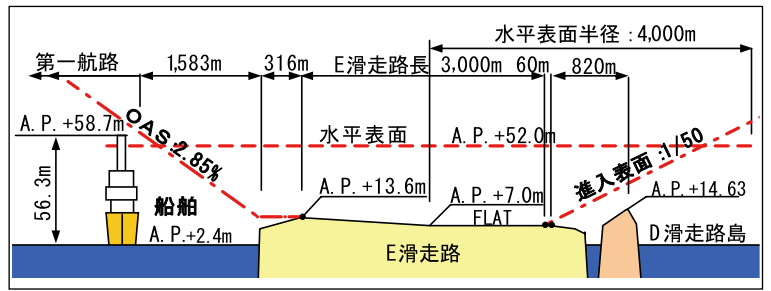


図-2 第一航路と滑走路天端高の関係

- ◆ 滑走路端安全区域は過走帯端から240m確保する。
- ◆ E滑走路の城南島側の天端高は、図-2に示すように、OAS(無障害物評価表面:2.85%)が第一航路航行船舶の許容高(A.P.+58.7m)に抵触しないように設定する。なお、OASはE滑走路端から316m前方で立ち上がるものとする。
- ◆ 滑走路中央部からD滑走路側端部の天端高は、経済性および利便性を考慮し、極力天端を下げる方針で設定し、C滑走路計画天端高に合わせ、A.P.+7.0mとした。

4. 浅場消滅問題

C滑走路沖側に延長約7km、造成面積250haの浅場が造成されているが、既存浅場の一部は拡張事業の範囲内にある。このため拡張事業により延長約4km、面積約140haの浅場が消失することになる。

本検討では原則埋立により消滅する既存浅場は、それと同等の機能を有する新設浅場を工事区域内に設置するものとした。

浅場移設海域は基本的に第一航路や小型船航路を侵さない範囲で、水深が比較的浅い箇所が適している。図-3に示すTYPE-A1、B2護岸は水深が-7m、-11mと比較的浅いが、TYPE-C護岸は-15mと深い。また、TYPE-D、E護岸は閉鎖海域状態に近く、環境面で問題がある。し

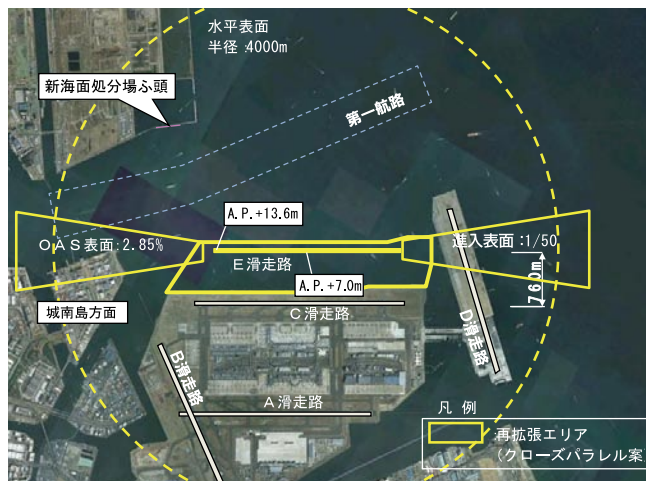


図-1 再拡張エリアおよびE滑走路高さ

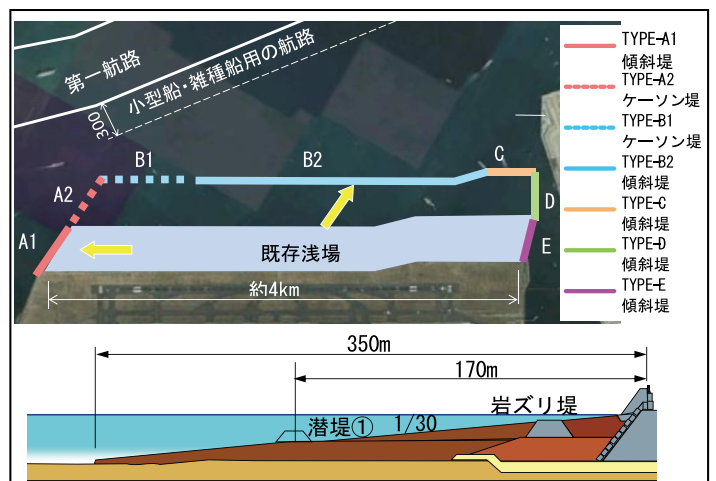


図-3 浅場移設範囲と浅場断面

たがって、浅場移設海域はTYPE-A1、B2 傾斜堤護岸の前面部を選定する。また、浅場断面は図-3 に示すように、既存浅場と同一断面で復旧するものとした。

5. 構造設定

E 滑走路護岸に用いる護岸形式は、D 滑走路護岸で実績のある傾斜堤を主体とした。構造の特徴は以下のとおりである。

- ◆護岸部は低置換サンドコンパクション(以下SCPという)改良(30%)、埋立部はサンドドレーン(以下SDという)による地盤改良を行う。
- ◆築堤は岩ズリおよび捨石で構成する。
- ◆護岸の安定性向上のため、背面に管中混合固化処理土、前面に床掘置換を組み合わせる。
- ◆SCP 盛上り土は工期短縮のため原則撤去せず、盛上り部分も SCP 改良する。
- ◆第一航路近接部は小型船航路の確保のために、工事区域を狭めることができるケーソン堤を採用する。

図-4 にケーソン堤護岸、図-5 に緩傾斜堤護岸の標準断面を示す。

6. 施工検討

以下の前提条件で施工方法の検討および工期・工費の算出を行った。

- ◆資材供給能力の上限はD滑走路工事实績を参考に設

- 定し、山砂 120 万 m³/月、岩ズリ 60 万 m³/月とした。
- ◆使用船舶・機械の施工能力、最大組数や各工種の稼働率はD滑走路工事实績を参考に設定した。
- ◆C滑走路護岸付近の施工は制限表面(転移表面)の影響を受けるため夜間施工とする。夜間施工となる工種(船舶機械)は、SD工(SD船)、SCP工(SCP船)と浅場撤去工(グラブ浚渫船、クレーン付き台船)である。夜間施工日数は最低週2日の夜間C滑走路使用を想定して、週5日とした。
- ◆フライトチェックの期間として6カ月を考慮する。

護岸部、埋立部それぞれの施工手順を図-6 に示す。なお、図中の番号は施工順序を示すとともに、図-4、5の各部位の番号に対応している。

オープンパラレル案では、全体工期が10年超と長くなった。D滑走路の3.1倍におよぶ埋立土量の多さがその主な原因であるが、新設浅場への再利用を前提とした既存浅場材の撤去・仮置工も全体工期が延びる大きな要因となった。

そこで、工期短縮を主目的としたクローズパラレル案では、滑走路の早期供用開始を優先し、浅場撤去、造成



図-6 護岸部・埋立部の施工手順

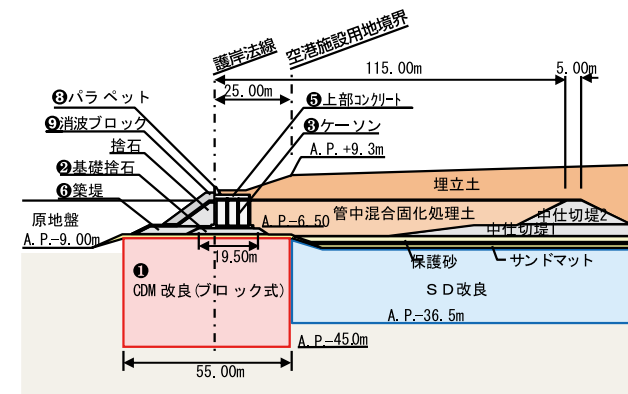


図-4 ケーソン堤護岸の標準断面

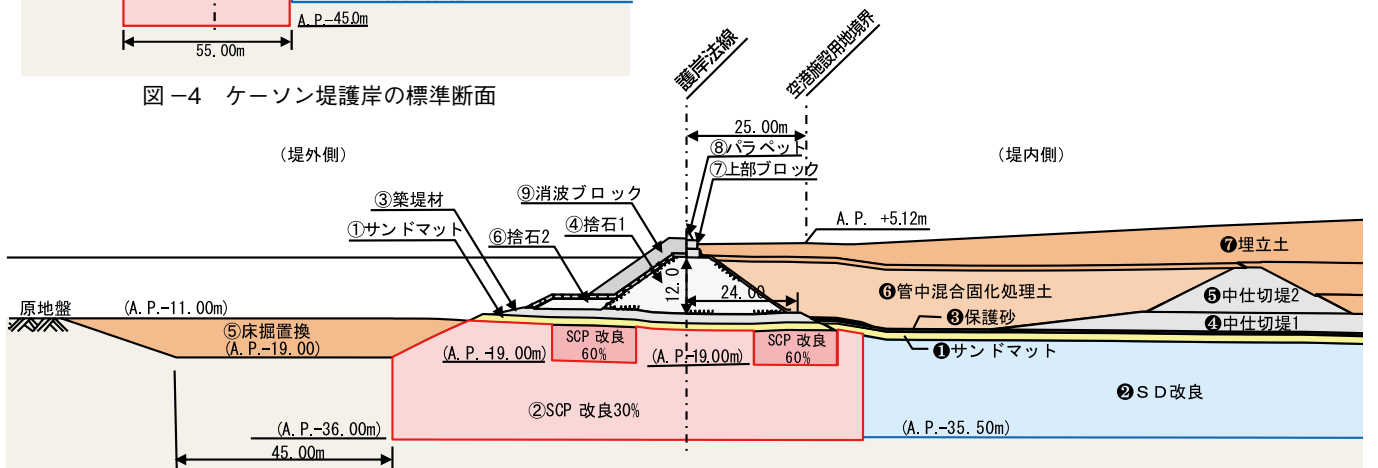


図-5 緩傾斜堤護岸の標準断面

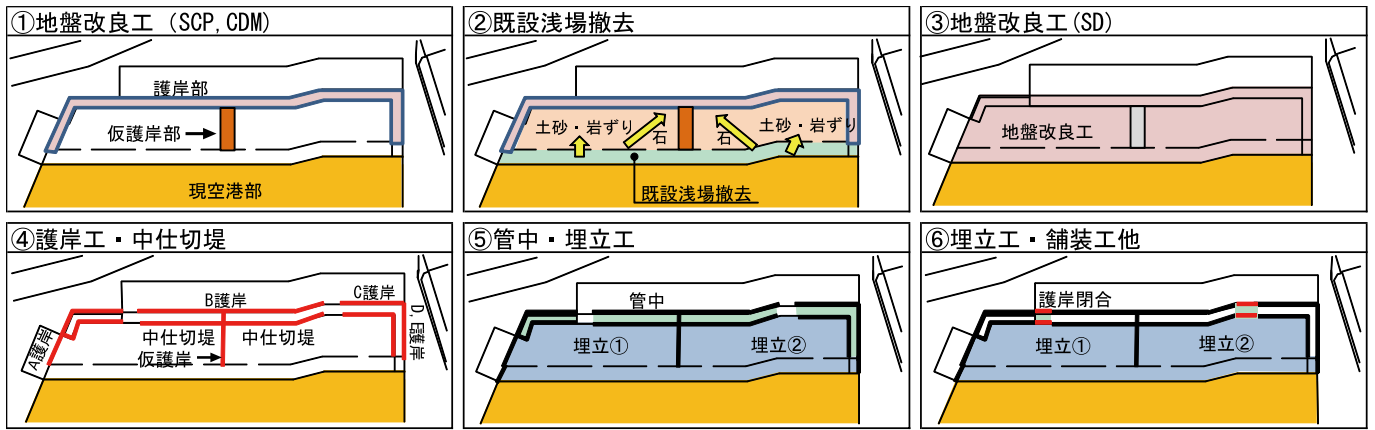


図-7 クローズパラレル案の施工展開

がクリティカルパスとならないよう計画した。具体的には、浅場撤去材は仮置きではなく、直接埋立柱として再利用し、新設浅場には購入材を使用する。また、新設浅場は空港島の埋立がほぼ完了してから造成するものとし、一時的(数年間)に浅場の消滅を許容する計画とした。

その結果として、クローズパラレル案ではフライトチェック(6ヵ月)を含めると工期6.3年でE滑走路供用開始となった。図-7、8にクローズパラレル案の施工展開および工程を示す。なお、フライトチェックを舗装工と同時並行に行えば、E滑走路供用開始まで実質5.8年で完了できる。

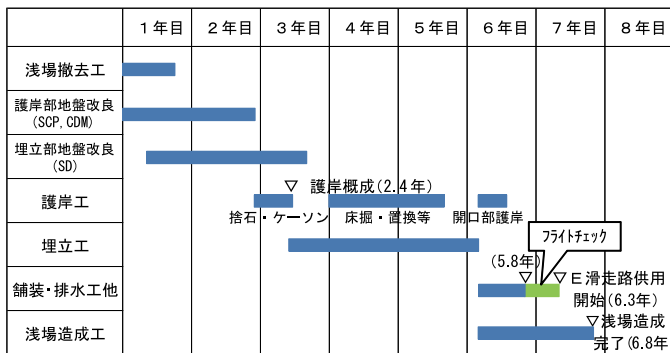


図-8 クローズパラレル案の工程

比較的安いコストで広大な土地を造成できる点が埋立柱工法の最大の長所である。その広大な土地は、E滑走路等基本施設だけではなく、駐機場やターミナル用地として活用可能である。

また、本検討の課題として、主に以下が挙げられる。

- ①本計画はE滑走路供用を優先して施工するため、結果的に浅場が約6年間消失することになり、環境面の懸念が残る。
- ②埋立柱の施工期間中、山砂および岩ズリの供給量の限界(山砂120万m³/月、岩ズリ60万m³/月)が約2年間続くことになる。材料の最大供給能力が工程上のクリティカルとなり、資材の枯渇等を考慮すると、場合によっては新たな土源開発も必要となる。

なお、本検討は構造形式や施工方法・能力等はD滑走路工事の実績を準用しており、詳細な検討は行っていない。将来の事業化に際しては、資材供給、船舶機械の調達・配置・待機、浅場消滅問題等、克服すべき課題は多い。本検討で行った検討内容が将来の滑走路再拡張事業検討の際の一助となることを期待する。

7. D滑走路建設工事との比較

表-2に、今回検討したE滑走路建設工事とD滑走路建設工事の比較を示した。クローズパラレルの場合、E滑走路の埋立面積はD滑走路の約3倍になるが、平均水深がD滑走路より浅く、空港島の平均天端高も低いことから、埋立土量は約1.7倍となる。結果的にこの比率が工期に反映されており、3.5年で完成したD滑走路に対し、E滑走路は5.8年となった。

一方、工費はD滑走路が埋立・栈橋複合構造であったのに対して、E滑走路は全埋立構造なので、クローズパラレル案ではD滑走路より安価(約0.8倍)となった。

表-2 E滑走路とD滑走路の比較

項目	D滑走路		E滑走路	
	実績	(比率)	クローズパラレル案	(比率)
造成面積	埋立部	94ha (1.0)	288ha	(3.1)
	栈橋部	67ha	—	—
	合計	161ha (1.0)	288ha	(1.8)
埋立土量(※1)	5,300万m ³	(1.0)	9,010万m ³	(1.7)
資材供給能力(※2)	山砂 120万m ³ /月	—	山砂 120万m ³ /月	—
	岩ズリ 60万m ³ /月	—	岩ズリ 60万m ³ /月	—
工期(※3)	3.5年	(1.0)	5.8年	(1.7)
工費		(1.0)		(0.8)

(※1)埋立土量は護岸部分、埋立部分、扱い総数量である(地盤改良材も含む)。
 (※2)資材供給能力は埋立柱のピーク時の数値である。
 (※3)準備工は除く。E滑走路は供用開始までの工期。

(文責 五洋建設株式会社 梯 浩一郎)