

## D滑走路 航空保安施設・付帯施設の設計

～国内初の栈橋式空港における空港施設～

J V 工務・設計監理 Gr 清水正巳 窪田剛 岡田隆 西川伸之

キーワード：滑走路縦横断計画、航空保安施設、付帯施設、栈橋式、床版構造

### 1. まえがき

羽田空港D滑走路は、約 1/3 が多摩川河口域に計画され、河口域においては多摩川の通水断面を確保するため栈橋構造を採用している。その栈橋部はジャケット式基礎構造に上部工及びコンクリート床版が設置された構造であり、空港施設の主要部分はその床版上に直接設置される国内初の空港である。特に、床版構造における空港施設の設置方法は、安全性を含め十分な検討が必要となる。本文では、床版構造を考慮した滑走路縦横断計画、床版構造上に設置される航空保安施設及び付帯施設設計の特徴について述べたものである。

### 2. 滑走路縦横断計画

#### 2-1 計画条件と計画高設定手順

D滑走路は、現空港の南東の位置に、真方位 42°、長さ 2,500m、幅 60m にて計画されている。航空機が安全に離発着及び移動でき、かつ就航率を現空港と同程度確保するため、表 2-1 に示す要求水準書に記載されている表面形状（勾配等）、視距離、平坦性、段差等の使用性に関する性能要件を満足させた。計画高の設定手順は図 2-1 に示すように、提示条件により規定される制約条件の中で最適となる計画高及び縦横断勾配を設定した。

表 2-1 基本施設の計画条件（主要）

施設	条件		
滑走路	天端高	23側	AP+17.1m以上
		05側	AP+15.0m以上
	縦断勾配	23側天端高さ以下かつAP+13.0m以上	
		変化点	1箇所かつ滑走路中心より05側
誘導路	天端高	末端から625m	0.64%以下(部分勾配を含む)
	縦断勾配	上記以外	0.8%以下(部分勾配を含む)
	横断勾配	1.0～1.2%(部分勾配を含む)。センタークラウンとする	
誘導路	天端高	平行誘導路は平行する滑走路より低くする。	
	縦断勾配	1.2%以下	
	横断勾配	1.0～1.2%	
着陸帯	縦断勾配	2.0%以下(ショルダー)	
	横断勾配	1.2%以下(GS用地,LLZ用地は除く)	
着陸帯	縦断勾配	中心から75m	2.0%以下
	横断勾配	上記以外	4.0%以下(GS用地,LLZ用地は除く)
誘導路帯	横断勾配	開業を設けてはならない範囲	4.0%以下
		上記以外	5.0%以下

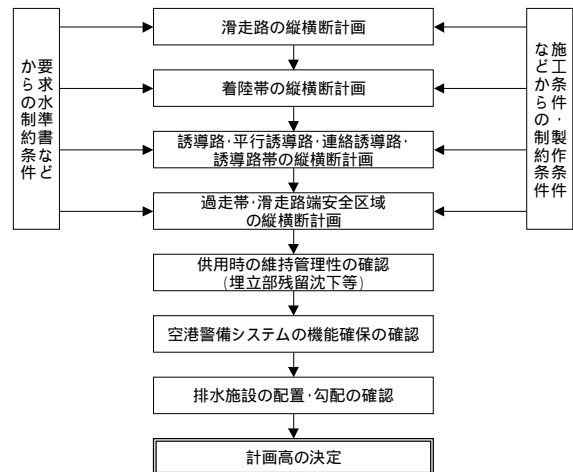


図 2-1 計画高設定手順

#### 2-2 滑走路縦断計画

滑走路の計画高、勾配変化点位置及び縦断勾配の制約条件を満足する範囲内で、経済性を追及して滑走路の計画高が可能な限り低くなるよう図 2-2 のように設定した。

D滑走路の基盤施設は、約 2/3 が埋立構造、残り約 1/3 が栈橋構造により構成され、その構造上の特徴から埋立部には供用期間において残量沈下が発生し、栈橋部には残留沈下が発生しない。そのため、埋立部においては、供用期間中における栈橋部との擦り付け等の勾配修正が極力少なくなるよう上げ越しを縦横断計画に考慮する。設計時点では、沈下計算の結果より埋立/栈橋接続部上部工背面の位置を擦り付け点として埋立部を 30 年間の予想沈下量である 90cm の上げ越しを行う計画とした。なお、この上げ越し量は、施工時動態観測の沈下傾向により沈下計算の見直しを図り、計画高(30年後)の確認を行い、再設定を行う計画である。

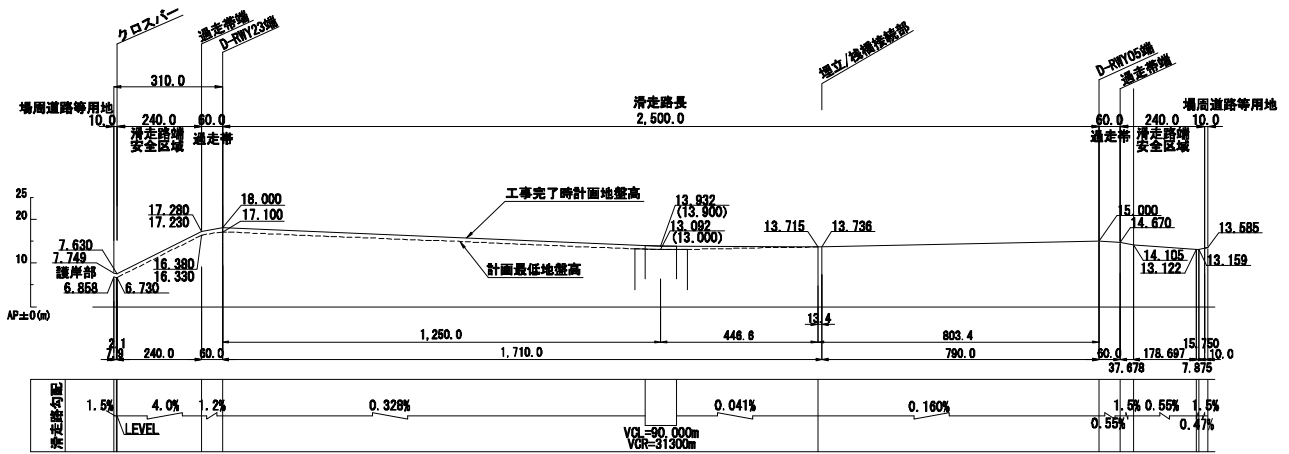


図 2-2 滑走路縦断計画

## 2-3 床版構造部の横断計画

床版構造部の横断計画は、性能要件を満足させつつ以下の構造上の留意点より、図 2-3 のように設定した。

縦横方向に自由に变化する表面高さを桁構造で速やかに吸収することは構造上難しく、かつ桁上面にねじれが発生する構造では施工性が著しく劣るため、桁構造の縦断勾配を一定、横断勾配・形状も極力同一とした

桁構造にて設定できない基本施設のため必要な部分的な勾配変化は、床版及び床版上の舗装にて行う

最低天端高は、栈橋に波浪が作用しないよう波峰高を考慮して設定する

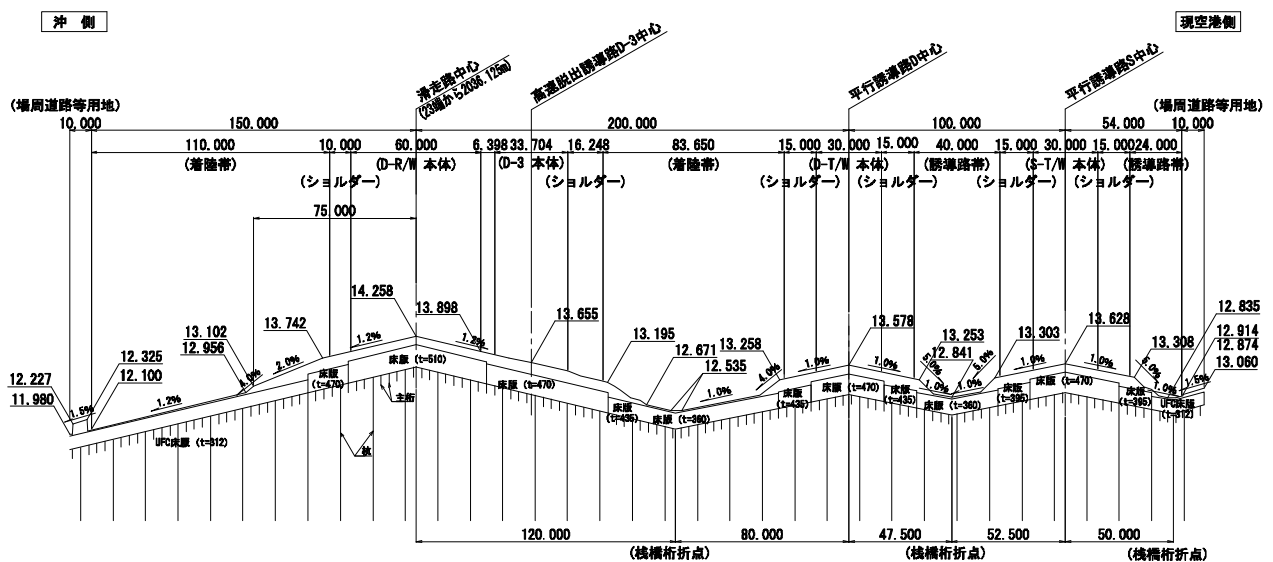


図 2-3 床版構造部における横断計画 (滑走路 23 端から約 2,000m の位置)

### 3. 床版構造上の航空保安施設

#### 3-1 設置される航空保安施設

D滑走路に設置される航空保安施設は、無線施設、航空灯火施設、電源施設、気象施設、幹線ダクトであり、そのうち航空灯火施設、幹線ダクト、各施設基礎（無線・気象・電源）について、設計上の特徴を述べる。

#### 3-2 航空灯火施設

航空灯火施設は航空機の航行援助システムを構成する極めて重要なシステムであり、視覚を通じて航空機に情報を伝達する施設である。本工事で設置する航空灯火施設は、灯火の基礎部となる基台とケーブルを接続するための支線管路である。床版構造上の灯火基台及び支線管路の設置方法は、従来の埋立部における方法とは異なるため、以下に示すような床版構造に配慮した構造とする。

従来の埋立による空港と同様な使用性、維持管理性を確保する

床版構造の構造特性、耐久性、施工性及び維持管理性を考慮し、基台や支線管路を床版本体に埋め込みまたは貫通を極力避ける設置断面とする

上記より、図3-1に示すように

灯火基台等は床版上の舗装内に設置することとし、床版の高さや表面の勾配により、支線管路配置やハンドホールの設置位置等を工夫した。また、ハンドホールは、床版上舗装内に設置すると従来の埋立による空港にて設置されていた時の深さが確保できないため、必要機器が収納可能であるか、維持管理性が同等であるかを、実物大の模型により確認した。

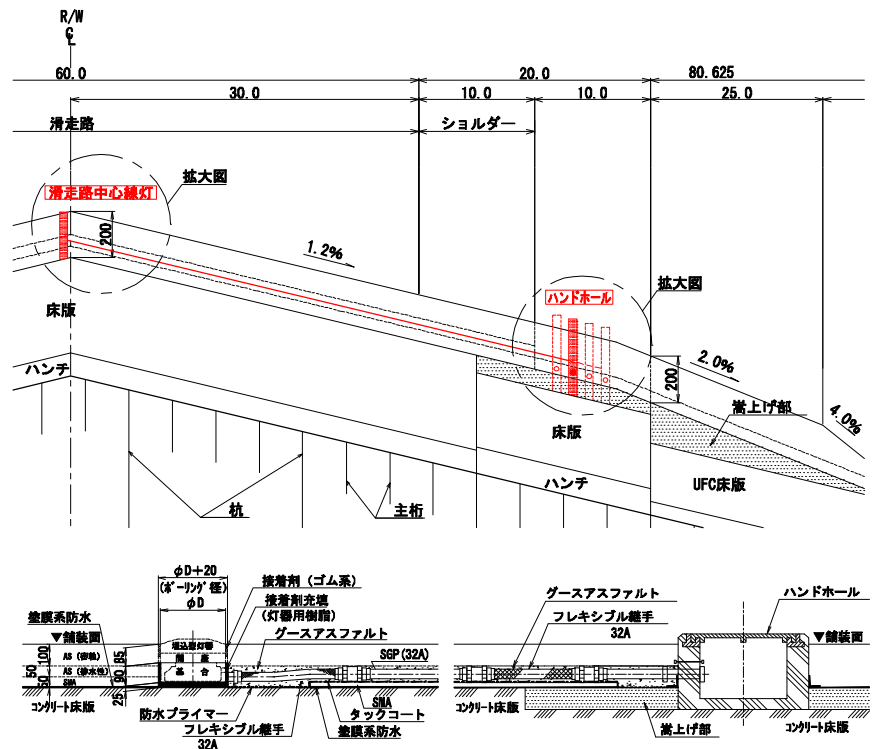


図3-1 灯火基台・支線管路の設置方法

#### 3-3 幹線ダクト

幹線ダクトは、航空保安施設等への電源供給やデータ通信ケーブルを接続するためのダクトを供給する施設であり、管路であるダクトと所要の間隔にて設置されたマンホールがある。

埋立部に設置される幹線ダクトは、供用期間中の残留沈下に対応できるよう、地盤変形への追従性の高い難燃性波付硬質合成樹脂管（FEP）を使用し、沈下差が発生する箇所には伸縮可とう管を設置した。

床版構造に設置されるマンホールは、床版構造に適用させるため以下の点に留意して設計した（図3-2）

マンホール内の必要作業エリアを確保し、地表面からアクセスできるように床版上面に出入り口を設け、維持管理性を確保する

床版下の上部工鋼製桁により囲まれた区画によりマンホールを構成し、合理化を図る

上部工の腐食環境改善のために設置した除湿空間に影響を与えないよう、マンホール内と除湿空間を分離させ、マンホールに入った雨水等は速やかに外部に排水できる構造とする

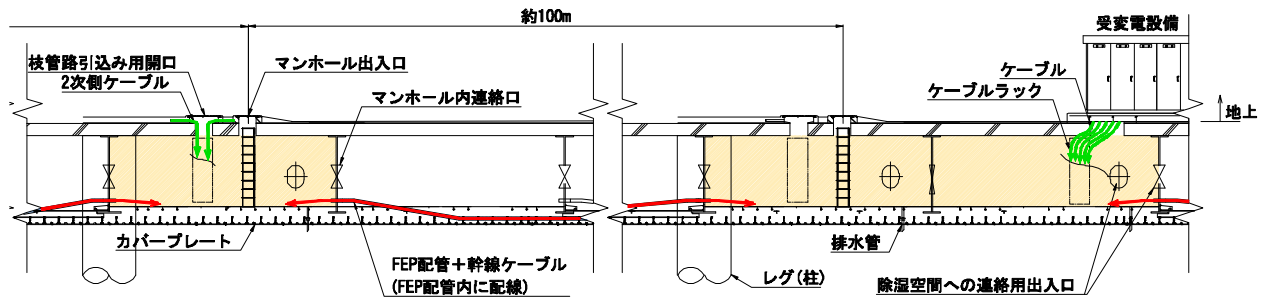


図3-2 幹線ダクト・マンホールの設置方法

幹線ダクトは、マンホール間を難燃性FEP管により接続し、上部工鋼製桁とカバープレート間に布設、固定した。また、埋立/棧橋接続部と棧橋間、及び連絡誘導路に設置される伸縮装置部には、両側の基盤施設が異種構造であるため温度変化や地震時に相対変位（ダクト軸・軸直角水平方向）が生じる。そのため、接続部を横断する幹線ダクトは、図3-3に示すように伸縮管を設けることにより発生する相対変位を吸収する機構とし安全性を確保することとした。

### 3.4 無線・気象・電源施設基礎

床版構造上に設置される航空機の航行援助を行う無線施設（マルチラレーション施設）気象観測を行うための気象施設、航空保安施設等への電源供給を行う電源施設の基礎の設置方法は、

- 設計荷重を確実・安全に床版及び基礎構造に伝達する
- 従来と同様な使用性・維持管理性を確保する
- 床版構造特性・耐久性・施工性及び維持管理性を考慮する

に留意し、床版から鉄筋または固定ボルトと鋼製プレートを介して基礎コンクリートを直接床版に伝達する構造とした。また、基礎の舗装面からの突出高さが大きいと航空機逸走に対する安全が損なわれるため、突出高さは提示条件に従い、構造上突出高さが大きくなる一部の基礎については、周囲の表面勾配を規定勾配内で擦り付けることにより、安全性を確保することとした。

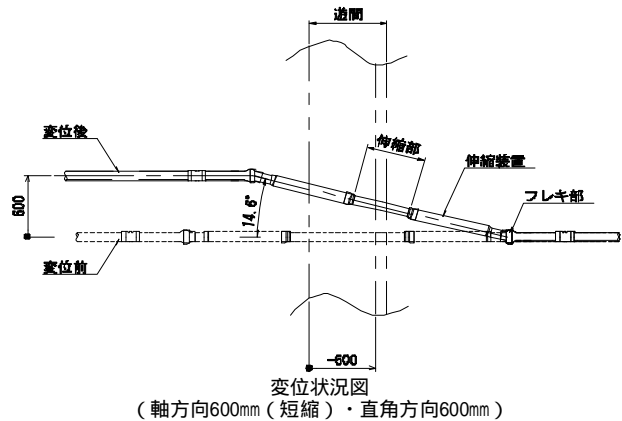


図3-3 幹線ダクト伸縮管

## 4. 床版構造上の付帯施設

### 4.1 設置される付帯施設

D滑走路に設置される付帯施設のうち、構造床版上に設置する場周柵、排水施設、消防水利施設、維持管理施設について、設計上の特徴を以下に述べる。空港警備システム基礎については、航空保安施設基礎と同じ方法によるものとする。

### 4.2 場周柵

場周柵は、外部から人・車輛等がみだりに立ち入らないようにするため、空港施設用地境界等に設置される。空港の保安対策上、埋立に隣接する床版構造部10m区間は、埋立からの侵入防止を強化するため埋立部と同じ柵高3m、外部に足掛かりの無い構造の場周柵を設置し、それ以外の床版構造上には、全体の柵高が1.8mになるように車輛等の転落防止を兼ねた基礎壁（高さ0.6m）上に埋込みまたはアンカーボルトにて設置する。

基盤施設の伸縮装置部、埋立と杭基礎の異構造を接続する埋立 / 栈橋接続部上部工背面においては、基盤施設の相対変位を吸収できるよう、変位対応機構を設けた場周柵を設置する。柵法線方向の変位吸収が大きく必要な伸縮装置部においては、門扉構造を基本として支柱直角方向に門扉をオフセット配置し、お互いの門扉をガイドレールとガイドピンによりスライドできる構造として、2方向（柵法線方向と直角方向）の変位に対応できる構造とした（図4-1）。柵法線方向の変位吸収が比較的小さい箇所（埋立 / 栈橋接続部背面等）においては、両端から張出した片持ち部を重ね合わせるにより、鉛直の変位差や回転等の動きに対応する構造とした。

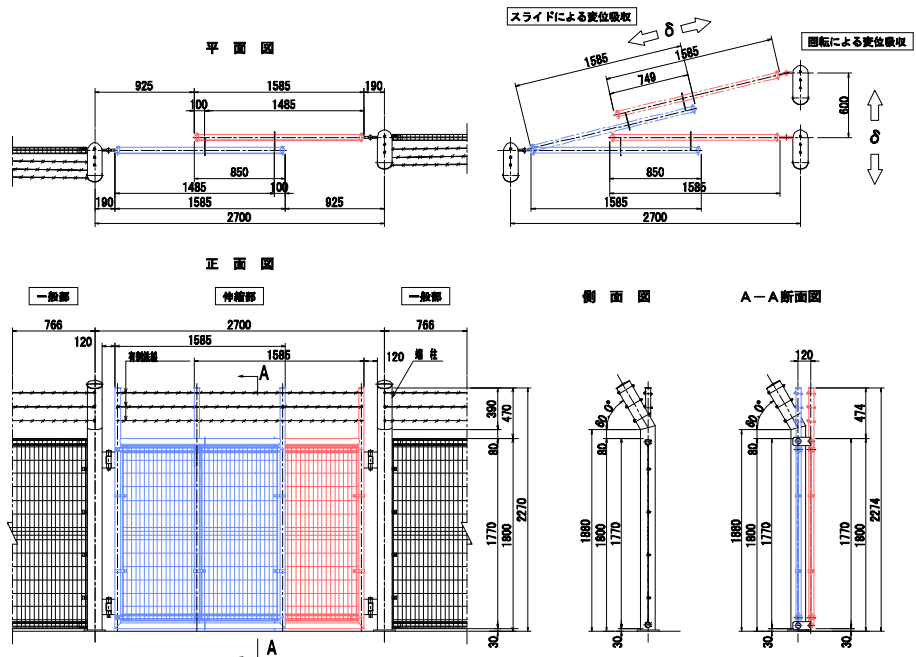


図4-1 変位対応型場周柵の概念図

において、両端から張出した片持ち部を重ね合わせるにより、鉛直の変位差や回転等の動きに対応する構造とした。

#### 4-3 排水施設

降雨によって生じる広域な空港用地内の地表水を、空港機能を阻害することなく速やかに集水・排水する機能を有する排水施設が必要である。床版構造上においては、

- 所要の排水能力を確実に確保する、
- 床版の長期耐久性を確保し、床版及びカバープレートを貫通する排水口（管）の数を極力集約し床版の補強や異形構造を最小限にする、
- 床版上での勾配確保・排水能力確保や防水層の設置により床版の耐久性を確保する、
- 排水口と幹線ダクト・マンホールや維持管理用通路が干渉しないように配置する

に留意して設計を行った（図4-2）。

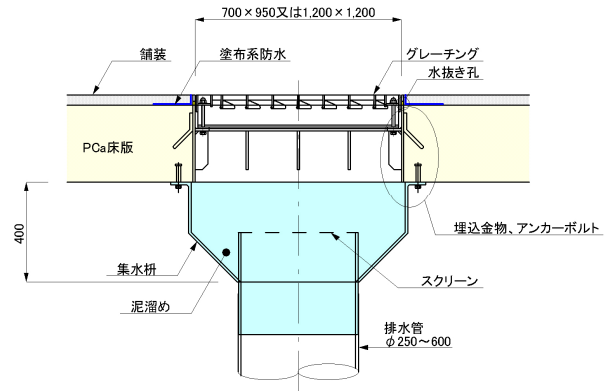


図4-2 床版構造上の排水施設概念図

#### 4-4 消防水利施設

消防水利施設は、航空機の火災に適切に対処するための初期消火設備の一部としての施設であり、貯水槽と給水管がある。床版構造に設置される貯水槽は、床版構造に適用させるため以下の点に留意して設計した（図4-3）。

- 貯水槽の必要貯水量を確保し、床版上面にマンホールを設け、使用性、維持管理性を確保する
- 床版下の上部工鋼製桁により囲まれた区画により貯水槽を構成し、合理化を図る
- 除湿空間に影響を与えないよう、貯水槽と除湿空間を分離させる構造とする

床版構造部の給水管は、上部工鋼製桁とカバープレート間に布設、固定した。また、伸縮装置を横断する給水管については、2方向の相対変位を吸収できる伸縮管を設置した。

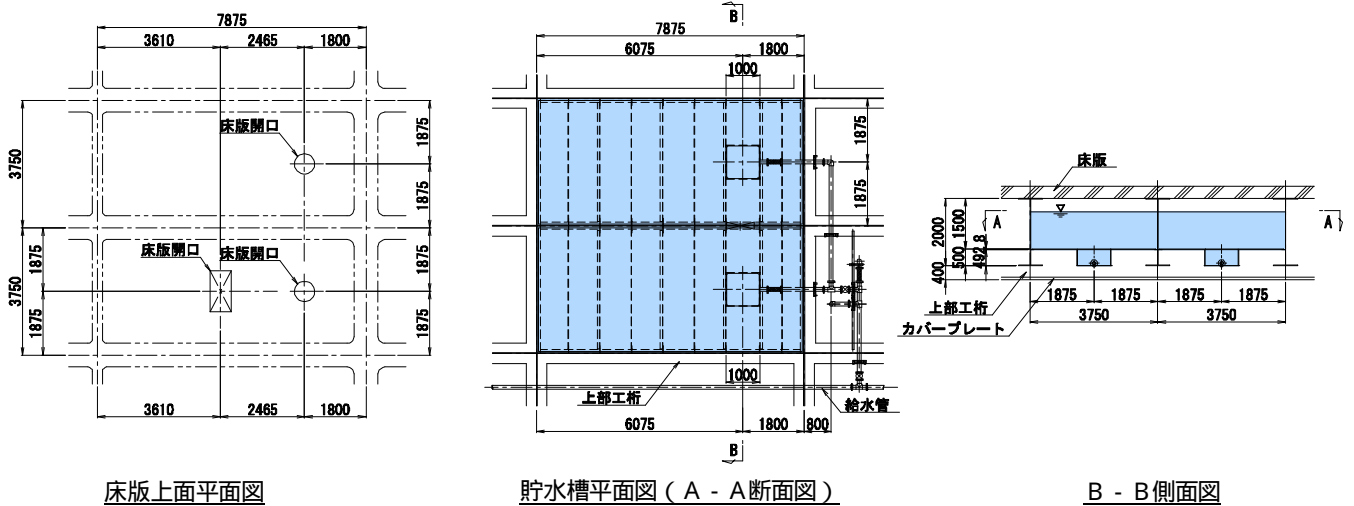


図 4-3 貯水槽の設置方法

#### 4.5 維持管理施設

長期間に渡る基盤施設の維持管理を確実にを行うためには、適切な維持管理施設を事前に配置しておくことが重要である。別途計画している維持管理計画に整合し、維持管理業務を行うために必要な施設を表 4-1 のように設置する。

表 4-1 維持管理施設の概要

施設名	用途	設置場所	
維持管理用通路	・維持管理を実施する場所までの作業員等のアクセスを確保 ・カバープレートが設置されていない箇所での維持管理用通路	棧橋部・接続部 連絡誘導路	
護岸点検道路	・護岸、護岸背面の維持管理	埋立部	
除湿システム (除湿機・循環送風機)	・上部工の腐食環境改善(除湿)を行う ・上部工を気密性の高い部材で囲い、除湿機、送風機、配管等を配置する	棧橋部・連絡誘導路 内部空間内	
調査計測機器	除湿監視システム	・除湿機の運転状況と除湿空間の環境をモニタリング	棧橋部・連絡誘導路 内部空間内
	波浪観測システム	・新滑走路島近傍の海象状況を観測	棧橋沖側
	地震観測システム	・地震発生時の挙動観測	埋立部・棧橋部・ 連絡誘導路部
	動態観測関連	・埋立/棧橋接続部背面等の挙動観測	埋立/棧橋接続部
維持管理用電気設備	・電源を必要とする維持管理設備に電源を供給する ・内部空間内の照明、コンセント設備を供給する	棧橋部・連絡誘導路 内部空間内	
モニタリング用テストピース設置	・腐食・塗膜劣化・金属ライニング・支承ゴム等のモニタリング用のテストピース設置する	棧橋部・接続部 連絡誘導路	

#### 5. あとがき

本文では、羽田空港D滑走路における空港施設の中核となる施設として、国内初の棧橋式空港における滑走路縦横断計画、航空保安施設及び付帯施設設計について、その概要と特徴について述べた。実施設計に続く工事に当たっては、関係各位のご指導、ご協力を頂き、安全で安心できる施設を提供できるよう努力していきたいと考えている。