

国際線地区エプロンの設計の基本的考え方 ～ 契約の特徴及び要求水準～

関東地方整備局 東京空港整備事務所 P F I 事業推進室
竹田康雄

1. はじめに

羽田空港の再拡張事業のひとつである国際線地区整備は、旅客ターミナルビル等、貨物ターミナル、エプロン等の3事業において、民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用したP F I手法で実施する。その中国際定期便の就航に必要な機能を整備する国際線地区エプロン等整備等事業(以下「エプロンP F I事業」という)は、関東地方整備局が発注者となり、本年3月より本格的な施工が進められている。

エプロンP F I事業は、地下に京急シールドトンネル及び三菱石油給油管、電力供給ケーブル等さまざまな地下埋設構造物が存在し、また、事業範囲の近隣においては東京モノレールが運行しているなど、極めて厳しい状況下での施工となり、その設計及び施工においては非常に高度な技術的知見が求められるプロジェクトである。

本報告では、「国際線地区エプロンの設計の基本的考え方」として、エプロンP F I事業の契約方式(P F I方式)と事業の特徴、有識者等委員会の意見、業務要求水準書の概要及び代表的な設計条件について述べる。



図 - 1 エプロン施工位置及び関連施設配置状況

2. 契約方式の特徴

2 - 1 P F I事業実施の経緯

羽田空港の再拡張・国際化により、同空港の国際航空需要が大幅に増加することが予想されるが、現在の暫定国際線ターミナルで対応することは極めて困難であるため、新設滑走路の供用に合わせて、同空港に新たな国際線ターミナルやエプロン等の国際定期便の就航に必要な機能を整備する必要が生じた。

これらの施設整備に際して、民間のノウハウを活用した効率的・効果的な施設整備や空港利用者に対するサービス水準の向上等を図る観点から、P F I手法を用いて事業を実施することが適切であると判断した。3 P F I事業の内エプロンP F I事業は、民間がサービスを提供し、国が料金を支払う「サービス購入型」、残りの「旅客ターミナル等事業」及び「貨物ターミナル事業」は利用者にサービスを提供し、利用者から料金を徴収する「独立採算型」で実施することとした。



図 - 2 3 P F I事業区分

2 - 2 契約方式

エプロン P F I 事業は、民間が資金を調達、施設を建設後、所有権は公共に移転し、その引替に民間は一定期間の施設運営権を得て整備費用を回収する B T O (Build (建設) - Transfer (所有権の移転) - Operation (運営) 方式)で実施する。

発注方式は、設計・施工・維持管理一括発注で、契約期間は P F I 法で認められた最長期間の 30 年と長期契約で、サービス対価をもとに国からの支払いが行われ、施設整備費、維持管理費等は事業期間中、対象施設の引渡し以降、年 2 回、全 51 回、元利均等払いにより支払う。

また大規模補修工事費は、事業年度毎に大規模補修工事を実施された場合に支払われる。

サービス対価とは、施設整備費、維持管理費、大規模補修工事費、その他費用、消費税等から成り、金利や事業者が設立する特別目的会社(以下「S P C」という。)の開業資金等も含まれている。

2 - 3 契約の特徴

1) 事業者選定方式

P F I 事業としての知識、設計・施工・維持管理を一括発注のため施設の建設、維持管理の専門的なノウハウが求められるため、事業者選定方法は総合評価落札方式で実施した。

2) 審査方法

第 1 次審査として競争参加資格や実績の審査、第 2 次審査として提案資料の審査と 2 段階の審査を実施した。

3) 選定の体制

総合評価落札方式の実施にあたり、専門的見地からの意見を参考とするため、「有識者等委員会」を設置した。本委員会は、各提案について作成した得点案を国に報告し、国はこれを受けて得点を決定し、その得点と入札金額によって事業者を決定した。

2 - 4 通常の公共工事との相違点

通常の国直轄工事では、設計・施工・維持管理業務は別々に実施しており、予算も単年度が基本(国庫債務負担行為の場合でも数年)となっている。また、設計や施工方法は指定されており、事業者の意向で設計や施工方法の変更を提案することができる要素は少ない。一方で P F I 事業では、設計・施工・維持管理をすべて一括して契約しているため、契約期間(30 年間)中に設計・施工・維持管理においてのリスクを事業者が負うことになるが、事業者は要求水準を満たすものであれば、事業者の判断で設計や施工方法を提案することができる。

2 - 5 事業の契約内容と経緯

事業契約の内容は以下の通り

事業名：東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業

事業期間：平成 18 年 3 月 24 日～平成 47 年 3 月 31 日

契約金額：¥ 51,996,799,088 円(うち消費税 ¥ 2,089,126,002)

事業者：羽田空港国際線エプロン P F I 株式会社

事業の経緯は以下の通り

- 平成16年度 PFI手法等による国際線地区の整備運営に関する制度設計
- 平成17年度 実施方針の策定・公表(4月15日)
 - 特定事業の評価、選定、公表(6月29日)
 - 事業者の募集(入札公告)(7月29日)
 - 開札(平成18年1月31日)
 - S P Cとの事業契約の締結(3月24日)
- 平成18年度 設計(設計承認)(平成19年2月28日)
 - 工事着手(3月1日)
- 平成21年度 工事完了(平成21年9月30日)[以後、維持管理業務を実施]
- 平成46年度 事業契約の終了(平成47年3月31日)

3. 事業概要と特徴

3-1 事業の概要

1) 設計

対象施設

- ・基本施設(エプロン、ショルダー、G S E置場、G S E通行帯等)
- ・航空保安施設(航空灯火施設(エプロン照明灯を含む)、エプロン監視用I T V、電源施設等)
- ・付帯施設(消防水利施設、排水施設、共同溝及び上下水道施設)
- ・構内道路・駐車場(国際線旅客ターミナルビルと環八通り、空港連絡道路を連絡する道路及び国際線貨物地区と環八通りを連絡する道路、バス・タクシープール及びこれらに付帯する施設)
- ・緑地(展開用地及びエプロン等整備等事業緑化対策対象用地における植生)

国際線地区エプロン等整備等事業の実施区域における用地造成(液状化対策及び既設構造物防護工を含む)

国際線地区旅客ターミナル等整備・運営事業及び国際線地区貨物ターミナル整備・運営事業の実施区域における用地造成

2) 施工

- 3-2の1) 対象施設の施工及び、 の用地造成を行う。

3) 維持管理

- 3-2の1) 対象施設の維持管理を行うとともに、必要に応じて対象施設の更新を行う。

3-2 事業の特徴

- 1) 土木分野でのピックプロジェクトでは初のP F I事業であり、今後の土木分野におけるP F I事業の先例となるため社会的にも注目されている。
- 2) エプロン、G S E通行帯等の基本施設整備に加え、航空灯火等の航空保安施設、構内道路・駐車場、共同溝、上下水道施設等の整備も含めた事業となっている。
- 3) 多数の事業者の工事が輻輳する中での工事であり、多種多様な調整が必要となることから、事業契約書において、「関係事業者連絡会の設置」が定められている。

4) 工事エリアの下には、鉄道や航空機燃料の給油のためのトンネル等の重要な地下構造物があり、それらに影響を与えないことを求められる工事であり、非常に難易度の高い工事である。

よって、鉄道事業者等より設計・施工における留意事項として、厳しい管理値等が定められている。

5) S P C の財務状況を含むモニタリング(事業期間中、業務要求水準書に規定する水準の業務が提供されていることを確認する)を実施する。

なお、本件は P F I 事業のため、国は設計・施工 J V を監督するのではなく、事業者である S P C を監視するものである。

4. 技術提案書に対する有識者等委員会の意見

東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業有識者等委員会において、S P C からの技術提案に対して、「技術提案に関する意見」を述べており、その意見の具体的内容とそれらに対する S P C の対応方針が事業契約書の別紙 16 に記載している。

技術提案に関する意見のうち、主な具体的内容を以下に示す。

1) エプロン舗装

N C 版舗装構造に関する適切な疲労破壊基準の設定

空港舗装構造設計要領及び羽田沖合展開事業の舗装設計法との関連性・連続性を十分考慮した設計手順の設定

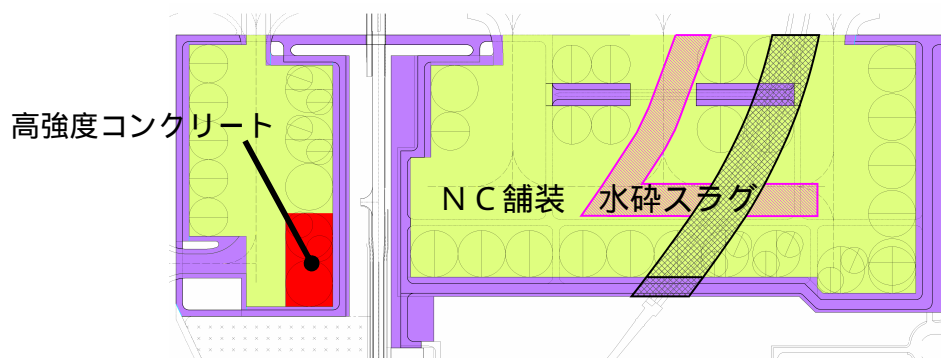


図 - 3 エプロン舗装平面図

高強度コンクリートについて、以下の項目について現地試験等により確認を行うこと。

- ・ 基準強度(曲げ強度等)の確実性
- ・ 水和熱等による施工時ひび割れ等への対応の確実性

水砕スラグについては、以下の項目について適切に検討を行うこと。

- ・ 舗装設計における水砕スラグの剛性等の設定
- ・ 水砕スラグの固化後の挙動、長期耐久性が舗装構造に及ぼす影響

切削オーバーレイについては、具体的な切削方法、付着面処理方法及びオーバーレイコンクリートの仕様等を設定した上で、以下の項目について現地試験等により確認を行うこと。

- ・ オーバーレイコンクリートと切削面との付着性能及び長期耐久性
- ・ 航空灯火等が存在する場合の影響の有無及び施工性

2) 地盤改良

- ・既設構造物周辺の各地盤改良工については、既設構造物に発生する振動や変位等が確実に許容値以内に抑えられることを試験施工等により十分確認した上で、適切な離隔距離等を設定し、その結果を実施設計及び施工計画に反映すること。

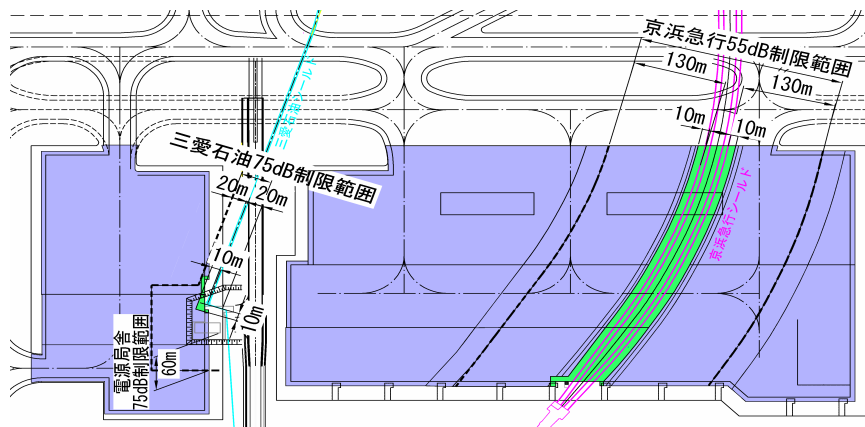


図 - 4 振動制限範囲

3) 既設構造物防護工

防護工については、以下の項目について適切に検討すること。

- ・施工中（近接施工）及び設計供用期間中における地盤変形が京浜急行シールドと三菱石油シールドの構造安定性及び施設運用に及ぼす影響
- ・京浜急行シールド防護工における換気所周辺及び直轄工区との境界付近における防護工断面の合理化
東京モノレールの追加盛土荷重による影響検討については、以下の項目について適切に検討すること。
- ・長期的な地盤変形（圧密等）の影響
- ・詳細な盛土荷重条件（荷重の作用幅、モノレール縦断方向の盛土荷重・作用幅の変化等）の影響
- FCB（気泡混合処理土）については、以下の項目について試験等により確認すること。
- ・吸水等による単位体積重量の増加等の長期耐久性について
- ・大量打設時の品質確保方法（品質管理基準）

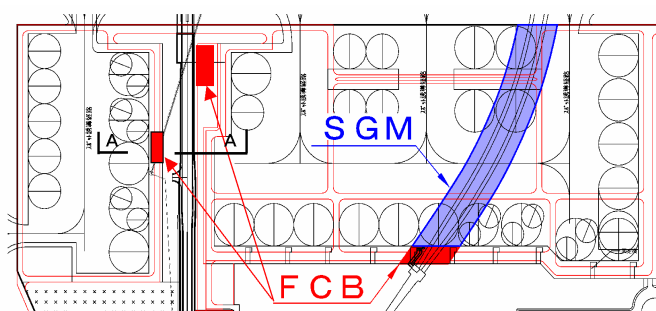


図 - 5 FCB、SGM施工位置図

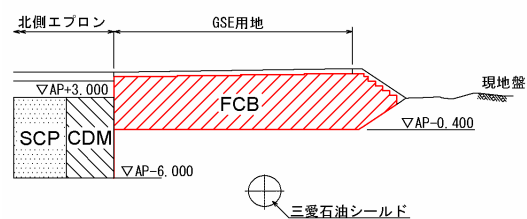


図 - 6 三菱シールド上の断面（FCB）

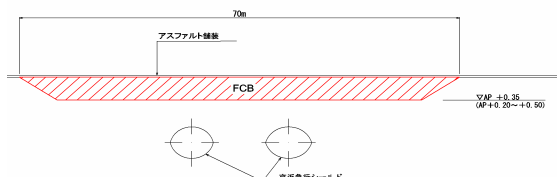


図 - 7 京急シールド上の断面（FCB）

高強度SGM(軽量混合処理土)については、設計上の位置づけや要求性能・品質について再整理した上で、以下の項目について試験等により確認すること。

- ・要求性能を確保可能とする適切な材料配合
- ・要求品質を確保可能とする施工方法、品質管理基準
- ・要求性能・品質に関する長期耐久性について

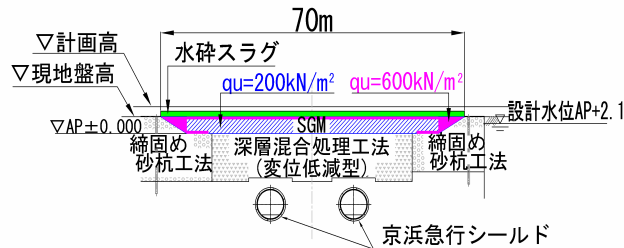


図 - 8 京急シールド断面図 (SGM)

4) GSE橋梁

GSE橋梁(アプローチ部も含む)については、以下の項目について適切に検討すること。

- ・不同沈下及び側方流動(地震時も含む)等の地盤変形が既設構造物(三菱石油シールド、空港連絡道路)に及ぼす影響(全体系における検討)
- ・橋梁基礎杭(鋼管杭)の施工時における三菱石油シールドへの影響

超高強度繊維補強コンクリート(UFC)を使用した橋梁構造については、以下の項目について試験等による確認を行うこと。

- ・GSE車輛等の大荷重を受けた場合における各部(桁と桁の接合部、桁と床版の接続部等)の応力伝達特性、変形性能等
- ・UFC桁の適切な品質管理・施工管理方法

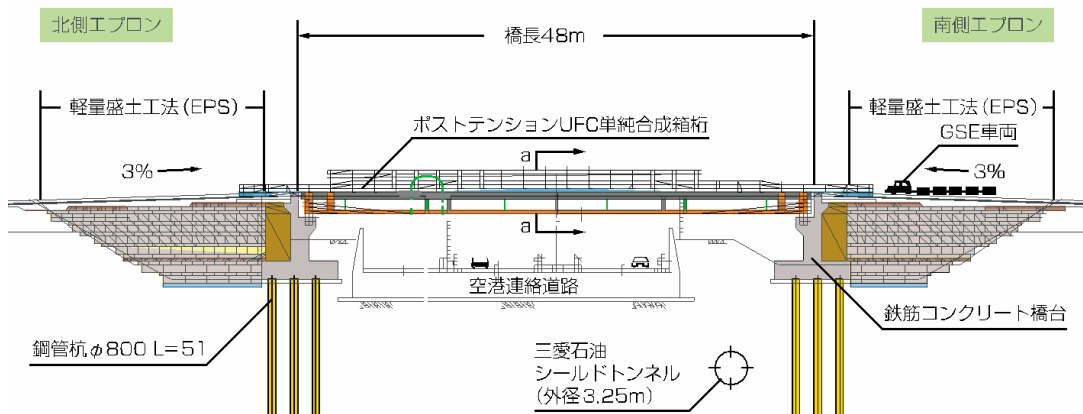


図 - 9 GSE橋梁の側面図

5) 維持管理

維持管理対象施設の詳細分類化及び重要度の設定

重要度の高い施設について、予防保全の考え方を適切に取り込んだ施設の点検、調査、維持及び補修内容

NC舗装版の各種補修工法（薄層オーバーレイ、PRC版による打換え、酸処理等）及び舗装版の目地補修については、不同沈下予測及び施設等の耐久性等の再評価を実施した上で、その検討結果を反映した詳細な維持補修計画を作成すること。

緊急時等への対応を適切に行うための体制、資機材の確保等についても十分に留意した維持管理計画を策定すること。

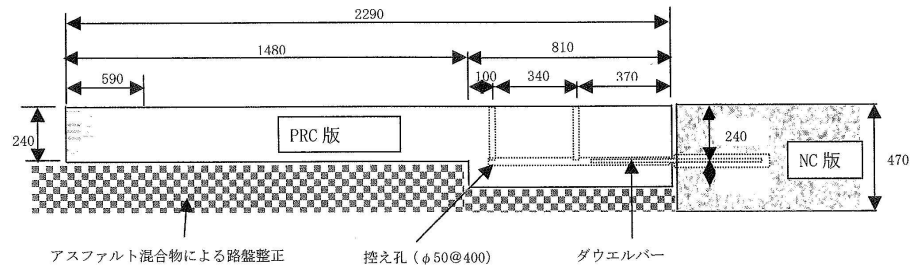


図 - 10 PRC版補修

5. 要求水準

ここでは、業務要求水準書の主要な点を述べる。なお、詳細については業務要求水準書を参照されたい。

5 - 1 業務要求水準書の位置付け

業務要求水準書は、東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業において、国が選定する応募グループに求める事業提案の前提とする要求水準であり、かつ応募グループが設立する本件事業の遂行のみを目的とする特別目的会社（SPC）に求める業務の要求水準を示している。

入札参加者は、この要求水準書に規定されている事項を満たした上で、本件事業に関する提案を行えることができ、応募グループを選定する過程における審査条件としても用いており、審査時点において要求水準を満たさないことが明らかな提案の入札参加者は欠格となる。

SPCは事業期間にわたって要求水準を遵守しなければならないと、国による業績監視により、SPCが要求水準を達成できないことが確認された場合は、施設整備は是正を求めることができ、維持管理業務は改善勧告、サービス対価の減額あるいは契約解除等の措置を行うことができる。

業務要求水準書の構成は下記とおり。

- 第1編 はじめに（前提となる本件事業の概要）
- 第2編 業務内容（本件事業の事業内容）
- 第3編 要求水準（業務範囲、提示条件、性能に関する要求水準）

5 - 2 提示条件

1) 設計供用期間

施設供用開始後50年間とする。

2) 施設条件・境界部接続条件

基本施設、航空保安施設、付帯施設、構内道路・駐車場の施設計画、空港用地・用地造成の地盤高等について提示。

3) 自然条件

土質条件、潮位、地下水位について提示。

4) 荷重条件

活荷重の種類、載荷方法、構内道路・駐車場における活荷重交通量、衝撃係数、上載荷重、地震条件について提示。このうち、主な提示した内容の抜粋を以下に示す。

- ・航空機荷重について、地中構造物における最大設計荷重をLA - 0とし、地表構造物の最大設計荷重を560t (A380クラス)とする。
- ・トイングトラクター荷重については、LT - 1 (50.0t)とする。
- ・クラス別の年間離着陸回数は50,000回とする。
- ・活荷重の載荷方法については、航空機荷重はA380クラス及びLA - 1荷重のうち構造物に対し最も危険な荷重を用いる。
- ・GSE通行帯(橋梁部)における載荷方法は、B荷重と連行荷重の比較により、橋梁に対して最も危険な荷重を用いる。
- ・地震条件については、最大基盤加速度350gal(補正最大基盤加速度439gal)又は最大基盤加速度390gal(補正最大基盤加速度486gal)、地震波形は八戸波又は大船渡波を用いる。

5) 施工条件

作業時間・制限表面、関係事業者との調整、既設構造物・残置物件等の存在、建設副産物の活用、工事境界等について提示。このうち、主な提示した内容の抜粋を以下に示す。

関係事業者との調整

本提示資料の内容は、各関係事業者が入札公告時の段階で想定しているものであり、本件事業の実施段階では、関係事業者連絡会(仮称)において、事業者及び関係事業者は各工程等を調整しつつ、全体として事業が円滑に進むように調整を行うこと。

既設構造物の存在

本件事業の技術提案にあたっては、提示資料に示す施設の躯体及び施設の運用に影響を与えない設計、施工の提案を行うこと。また、各施設管理者から提示されている留意事項等について遵守した提案を行うこと。

なお、本件事業の実施段階では、事業者と各施設管理者との間において十分に協議し、実施設計及び実施施工計画等を検討した上で施工する。

その施設管理者である京浜急行電鉄、東京モノレール、三愛石油からの留意事項等において、変位等の管理値を提示してその数値を超えないような設計・施工を実施するよう求めている。具体的な管理値の抜粋を以下に示す。

【京浜急行シールドトンネル】

管理項目	項目	管理値
鉄道トンネルに対する管理値	上下方向	構造物の挙動で±3mm
	左右方向	
軌道に対する管理値	水準狂い	3mm
	高低狂い	3mm / 10m
	通り狂い	3mm / 10m
	平面性狂い	4mm / 5m

【東京モノレール】

管理項目	管理区分	管理値
軌道の変位（鉛直・水平）に対する管理値	一次管理値（警戒値）	± 5 mm
	二次管理値（工事中止値）	± 8 mm
	限界値	± 10 mm

【三愛石油シールドトンネル】

管理項目	管理区分	管理値
トンネルの変位・変形	鉛直変位、水平変位	± 20 mm以内
	内空変位（内空直径の変位量）	± 6 mm以内
可撓セグメントの変位	作動余裕量（許容作動量から現状の作動量および地震時の作動量を差し引いた残りの作業量）の50%以内	

6) 維持管理条件

維持管理作業が空港運用の支障とならないようにすることを前提とした、作業時間、大規模補修工事における制限等について提示。このうち、主な提示した内容の抜粋を以下に示す。

大規模補修工事における制限

- ・規模（1回の工事規模は3,000～5,000 m²とする）
- ・閉鎖スポット数（エプロンにおいて、1回の工事で閉鎖可能なスポット数は1スポットとする）
- ・スポット閉鎖期間（エプロンにおいて、1回の工事で閉鎖可能な期間は最大4ヶ月とする）

5 - 3 性能に関する要求水準

1) 対象施設の基本性能

本事業において、設計供用期間中对象施設に求めた基本性能は以下の通り。

空港としての使用性

航空機（GSE車両等の関係車両も含む）の安全かつ効率的な移動・駐機、航空旅客の円滑な乗降及び航空貨物の円滑な積み下ろしなど空港としての基本的な機能、構内道路・駐車場の国際線旅客ターミナル周辺における車両及び歩行者の安全、円滑な移動等の機能が安定的に確保されていること。

なお、地盤変形（主に地盤の圧密沈下等）が発生した場合においても上記に示す空港機能が確実に確保され、空港の使用性が損なわれないこと。

構造物の安全性

整備した施設は、適切な維持管理が行われることを前提としつつ、設計供用期間中に作用する外力及び繰り返し荷重に対して必要な構造安全性及び耐久性を有していること。

なお、本件で整備するエプロン等は、既に耐震強化（液化化対策）されているB滑走路及びA滑走路西側平行誘導路と共に大規模地震時に対応するため施設として整備されるものであるため、その役割を考慮して、十分な耐震性能を有すること。

工事の確実性

施工方法、施工計画については、各施工条件のもとで、資材・機材の調達、仮設ヤード、品質管理、安全管理等について、確実に施工可能なものであること。また、空港を供用しながらの工事であること。非常に多くの関係事業者による工事が輻輳する事業であること、地下埋設物を含む既設構造物との近接施工となる箇所が多く存在する事業であることから、関係事業者と相互に調整を図ることが可能な施工計画・工程であるとともに、特に既設構造物への有害な影響を及ぼすことがないこと。

施設の維持管理性

空港運用の支障とならないように、維持管理作業が安全・容易・確実にできる構造であること。維持補修が困難な施設については、設計供用期間中にわたって十分な安全性・耐久性を確保できる構造であること。

なお、特に航空保安施設の維持については、常に完全な状態が維持できるように努めることが必要であり、十分な維持管理体制であること。

事業終了時の評価

エプロン舗装については、事業終了時におけるP R Iによる評価がA又はBとなっていること。なお、評価のためのC R、J C及びS V値については事業者が適切に設定すること。

エプロン舗装以外の施設については、業務要求水準書の内容を満足していること。

2) 設計に関する要求水準

共通事項

関係事業及び既設構造物等の考慮、施設の耐久性、土質条件、現地試験施工等の立案について提示。このうち、関係事業及び既設構造物等の考慮については、関係事業で整備される施設との整合を図り、既設構造物に対し、施工中及び設計供用期間中の影響について、適切な検討条件、解析手法を設定し、影響を与えない設計とする。

現地試験施工等の立案については、空港施設として実績の少ない工法又は新工法を提案する場合は、設計及び施工に必要な現地試験施工計画を立案し、試験結果を設計及び施工に反映させること等を要求水準に明記している。

用地造成

土工、地盤改良工について提示。

このうち、地盤改良工については、既設構造物に影響を及ぼさないように十分に検討し、改良工法・仕様を設定すること。また、液状化対策が必要な箇所については、地盤変形等の影響を総合的に評価し、適切な地盤改良工法・仕様を設定すること等の要求水準を明記している。

基本施設

安全かつ円滑な空港運用、荷重条件に対し十分な支持力・耐久性を持つ舗装構造、エプロンの耐震性能・勾配条件、エプロン誘導路、ショルダー、G S E 通行帯・G S E 橋梁等について提示。

このうち、エプロン・G S E 通行帯、G S E 橋梁の提示条件は以下の通りとなっている。

a) エプロン

耐震性能	南側エプロン	「空港土木施設の耐震設計指針(案)」に示す重要度Aの耐震性能を確保すること。
------	--------	--

	北側エプロン	「空港土木施設の耐震設計指針(案)」に示す重要度Bの耐震性能を確保すること。
勾配	駐機部分	0.5%程度
	それ以外	1.0%以内

b) G S E 通行帯、置場

勾配	横断勾配	1.5%を標準
----	------	---------

c) G S E 橋梁

耐震性能	「空港土木施設の耐震設計指針(案)」に示す重要度Aの道路橋梁としての耐震性能を確保すること。	
勾配	縦断勾配	3.0%以下
	横断勾配	3.0%以下
建築限界	G S E 通行帯の桁下空間は、空港連絡道路の建築限界(H=4.5m)に、橋梁部の維持管理上の余裕を確保すること。	

航空保安施設

航空機の航行を十分に援助できると共にメンテナンスが容易な構造にすること。航空灯火施設、エプロン監視用 I T V、電源施設、監視制御施設等について提示。

なお、電源施設に関しては、航空灯火・電気施設工事共通仕様書により所定の耐震性能を有することとある。

付帯施設

消防水利施設、排水施設、共同溝、上水道・下水道施設、防護柵について提示。

なお、耐震性能に関しては、消防水利施設、排水施設は設置位置ごとに基本施設に対応した重要度(空港土木施設の耐震設計指針(案))の耐震性能を確保し、共同溝、上水道・下水道施設は空港土木施設の耐震設計指針(案)に示す重要度Aの耐震性能を確保することとある。

構内道路・駐車場

構内道路、駐車場、交通安全施設、道路駐車場照明灯、電源施設、監視制御施設について提示。

なお、電源施設に関しては、航空灯火・電気施設工事共通仕様書により所定の耐震性能を有することとある。

緑地

植生・排水について提示。

なお、排水については、10年確立の降雨に対して速やかに集水し、十分な排水能力を有すると共に維持管理が容易であること。

3) 施工に関する要求水準

安全確実な施工、品質管理システム、関連工事との調整、環境への配慮について提示。

なお、関連工事との調整に関しては、本件工事に実施にあたり、関係事業の内容(施工手順、施工方法、施工ヤード等)を把握し、円滑な施工ができることとある。

4) 維持管理に関する要求水準

安全確実な施工、品質管理システム、維持管理システム、関連工事との調整、環境への配慮、維持管理業務計画の策定等について提示。

なお、維持管理業務における管理値の設定に関しては、対象施設・事象のすべてについて、維持工事の要否の判断基準となる管理値及び補修工事（大規模補修工事を含む）の要否の判断基準となる管理値を適切に設定することとある。

航空保安施設、道路駐車場照明灯等の維持管理

保守業務の定期点検、臨時点検計画、保守要員の配置、応急復旧作業計画の策定、補修工事計画の策定について提示。

基本施設、付帯施設、構内道路・駐車場（道路駐車場照明灯等を除く）、緑地（補修工事、応急復旧工事を除く）の維持管理

点検・調査業務、維持工事、補修工事、応急復旧工事について提示。

5) 財務に関する要求水準

財務に関する条件について提示。

なお、定款において本事業に関連のない事業を行わないことが規定されていることとある。

6. 土質条件

6 - 1 土質調査

国が実施した土質調査地点の平面位置、各土質調査位置の報告書名及び調査深度を示す。

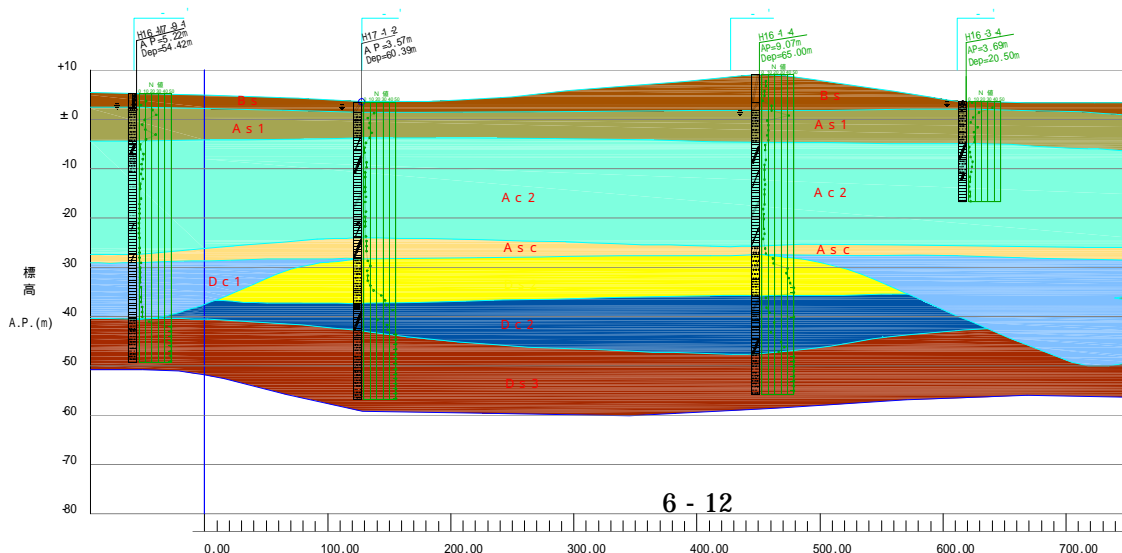
また、各土質調査地点で実施した試験項目も示している。

6 - 2 土質定数

設計用土質定数を物理特性、力学特性及び動的特性に区分して設定根拠を示している。なお、設計用の土質条件については、平成 15 年から平成 17 年度に実施された土質試験結果を用いた。

なお、設計用土質定数の設定にあたっては、地表面に既設盛土が存在する地点と存在しない地点があり、そのデータを同一に扱うことは適当でないと判断されるため、設計用の土質定数は既設盛土のない地点のデータを用いてとりまとめている。

図 - 3 に代表的なエプロンエリアの北西～南東断面の工学的区分断面図、表 - 1 に工学的な地層区分を示す。



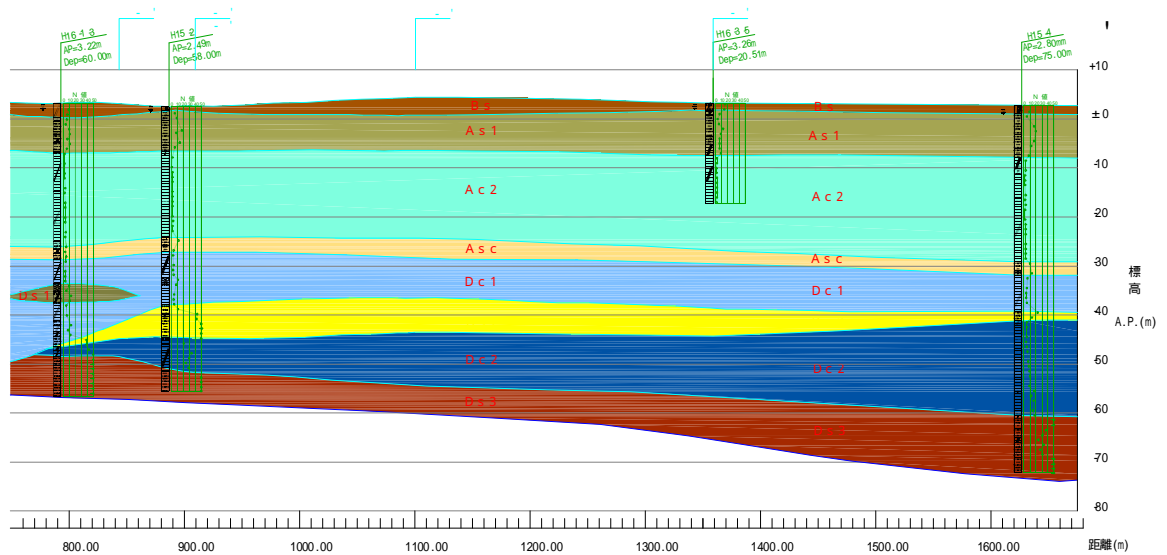


図 - 3 工学的区分断面図 (エプロンエリアの北西～南東断面)

表 - 1 工学的な地層区分

地層区分	記号	特 徴
盛土層	Bs	砂質土を主体とした盛土。 細粒分含有率は 10～50%程度。
沖積第 1 砂質土層	As1	細粒分含有率は 10～30%程度。部分的に細粒分が多い。 平均N値は 10 程度。
沖積第 2 粘性土層	Ac2	上部は砂分が多いが、中央部～下部は砂分の混入が少なくなる。 深度方向に塑性指数、自然含水比が直線的に大きくなる。 一軸圧縮強さ、圧密降伏応力は、深度方向に直線的に大きくなる。
沖積粘土土層	Asc	細粒分含有率は 20～60%程度。 低塑性な粘性土。
洪積第 1 粘性土層	Dc1	細粒分含有率は 50～100%程度。 低塑性部と高塑性部が不均質に分布。 Ac2 層、Asc 層よりは若干硬質な粘性土層。
洪積第 1 砂質土層	Ds1	砂質土を主体とするが、一部砂礫が分布。 平均N値は 20 程度。
洪積第 2 粘性土層	Dc2	細粒分含有率は 55～95%程度。 低塑性部と高塑性部が不均質に分布。 Dc1 層より、かなり硬質な粘性土層。
洪積第 2 砂質土層	Ds2	砂質土を主体とする地層。 平均N値は 30 程度。
洪積第 3 粘性土層	Dc3	部分的に薄層で分布。 平均N値は 30 程度と大きく、非常に硬質。
洪積第 3 砂質土層	Ds3	砂質土を主体とする地層。 N値が概ね 50 以上の層であり、Ds2 層よりも良く締まっている。

6 - 3 地盤条件

1) 物理特性

物理特性として、初期間隙比及び単位体積重量について提示。

2) 力学特性

力学特性は、砂質土のせん断特性と変形特性、粘性土のせん断特性と変形特性及び粘性土の圧密特性について提示。

砂質土のせん断特性と変形特性

N 値、せん断抵抗角、変形係数について提示。

粘性土のせん断特性と変形特性

過圧密比、強度増加率、粘着力、変形係数について提示。

粘性土の圧密特性

e - log P 曲線及び圧密降伏応力、圧縮指数、膨張指数、log mv ~ log P 曲線、log Cv ~ log P 曲線について提示。

3) 動的特性

動的特性として、せん断波速度、せん断弾性係数のひずみ依存曲線及び減水定数のひずみ依存曲線について提示。

6 - 4 液状化対策の検討に用いた地盤条件

ここでは、エプロン等の液状化対策に注目し、大規模地震の際に液状化が発生する可能性がある Bs 層、As1 層及び Ac1 上層についての地盤条件について説明する。

既存資料によると、当該地の地盤は図 - 3 に示す地質構造となっており、このうち埋土層(Bs)、沖積砂質土層(As1)が典型的な液状化対象層である。また、As1 層の下位に分布する沖積粘性土層(Ac2)についても、層の上部では液状化の可能性がある粒度分布を呈している。提示した地盤条件のうち、Bs 層、As1 層、Ac2 層の土質定数は表 - 2 のとおり。

表 - 2 設計用土質定数一覧

記号	単位体積重量 (t) kN/m ³	粘着力 (C) kN/m ²	N 値		せん断抵抗角 砂質土	変形係数 (E) MN/m ²	せん断波速度(Vs) m/s	初期間隙比 (e 0)
			砂質土	粘性土				
Bs	18	-	11	-	31	7.7	150	-
As1	19	-	10	-	31	7.0	150	0.85
Ac1	(標高 + 78.61)/3.84	1.3 × h × 0.3	-	3	0	0.21C	140	-(標高-3.34)/11.30

7. あとがき

東京国際空港国際線地区エプロン等整備等事業は、今年の3月1日より工事に本格着手し、平成21年中の完成を目指し、現在は液状化対策工を中心に施工を進めている。土木分野のビッグプロジェクトでは日本初のPFI事業であり、今後も関係各位のご指導・ご協力を賜りながら事業が円滑に進むよう努めていく所存である。