

# D滑走路の設計の基本的考え方(その1)

## ～設計条件及び性能規定～

関東地方整備局 港湾空港部  
東京国際空港再拡張プロジェクト推進室

宮田正史, 上原正光, 野口孝俊  
福本裕哉, 志茂 香, 竹内 泰弘

## 本日の発表内容

- ①技術報告会における報告事項等
- ②D滑走路建設工事の契約方式の特徴  
(設計・施工一括発注方式、性能発注)
- ③要求水準書の概要
- ④設計条件
  - ・土質条件の概要
  - ・地震条件の概要, 耐震性能の基本的な考え方
- ⑤おわりに

# ①技術報告会における報告事項等

国

## ■事業実施上の検討(設計等)

- 契約方式, 要求水準書の考え方等
- 設計条件(土質条件, 地震条件, その他)
- 各種技術検討

## ■事業実施上の検討(環境)

- 環境アセスメント
- 環境監視

## ■実施設計

- 主要施設の設計概要(埋立・護岸部, 棧橋部, 接続部護岸など)
- 各施設の設計詳細／耐久性検討
- 重要な技術的事項(鋼材の腐食対策, 圧密沈下への対応など)

## ■施工

- 事前調査(追加土質調査, 杭の載荷試験など)
- 各施設の詳細施工計画／品質管理計画
- 情報化施工(埋立護岸部, 接続部護岸等の動態観測／安定管理など)
- 環境モニタリング

## ■維持管理

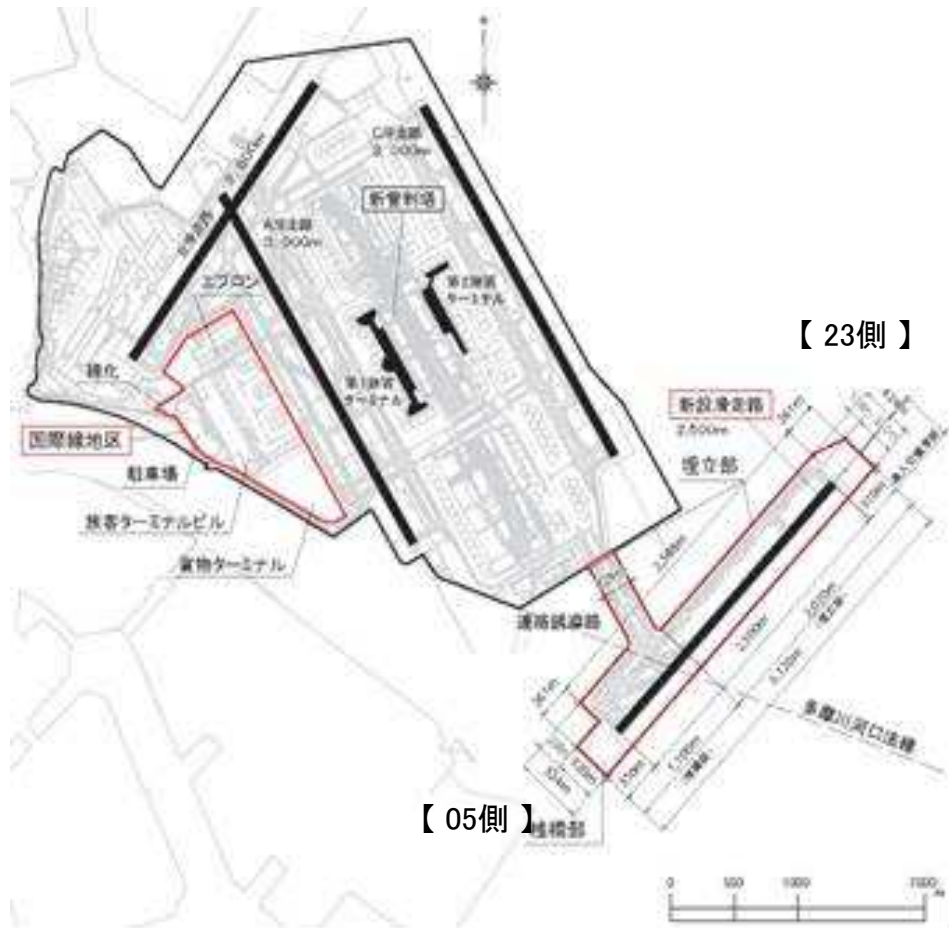
- 維持管理計画の基本方針
- 各施設の維持管理計画(鋼材／コンクリート構造の維持管理など)

※赤字：第1回技術報告会における報告対象事項

J V

**②D滑走路建設工事の契約方式の特徴  
(設計・施工一括発注方式、性能発注)**

# D滑走路建設工事の特徴(概要)

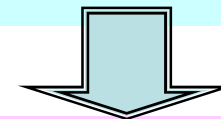


D滑走路建設予定位置図

○2500mの滑走路を設計・施工  
一括発注方式により整備

○工事条件の厳しさ

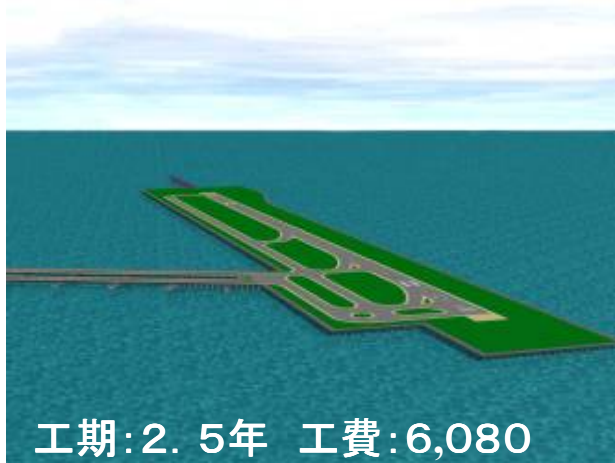
東京湾内及び多摩川河口域と  
いう社会的及び自然条件の極  
めて厳しい条件下において、  
設計及び施工を47ヶ月という  
極めて短期間で実施。



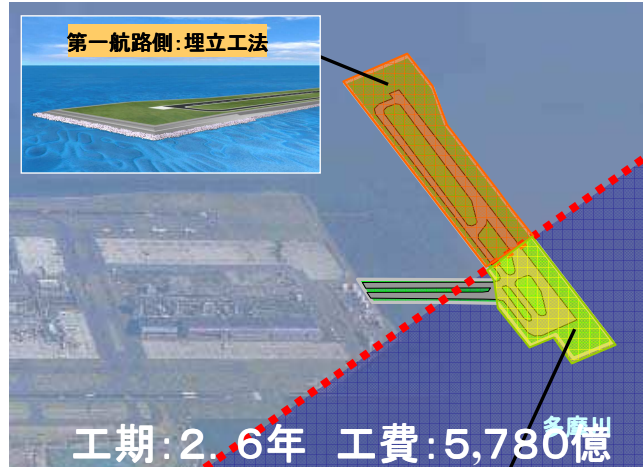
■世界的にも例を見ない  
困難かつ非常に高度な  
技術的知見が求められる  
プロジェクト

# 新滑走路の建設工法【工法評価選定会議】

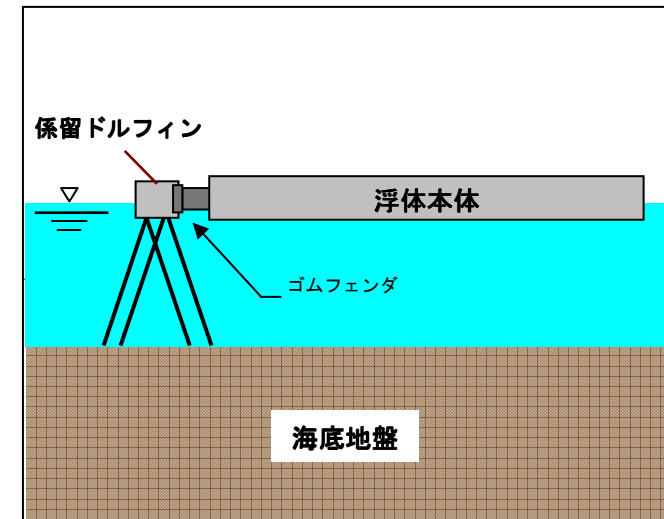
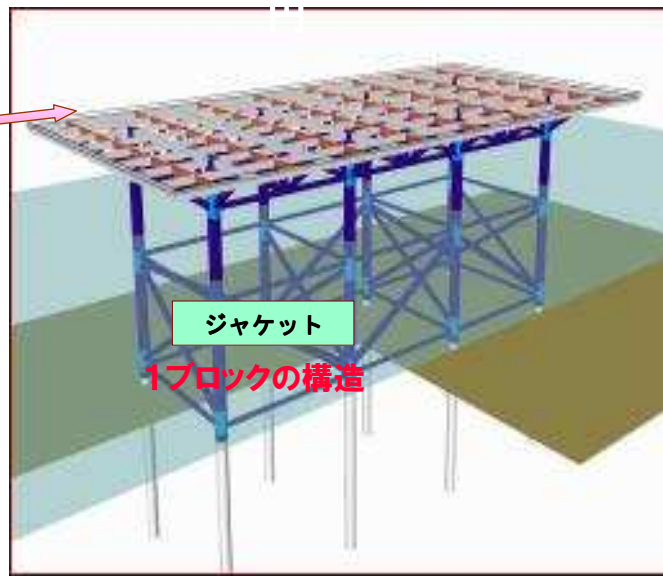
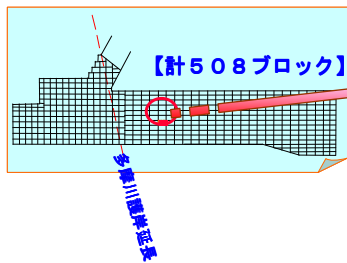
## (1) 栈橋工法



## (2) 埋立・栈橋組合せ工法



## (3) 浮体工法



# 羽田空港再拡張事業工法評価選定会議報告書（概要）

## 【H14.10】

- ・ ① 三工法とも 「空港として長期・安定的に機能すること」、「安全・確実な施工」、「環境への影響」等の観点から致命的な問題点がないこと、②工費・工期については、検討の結果、大きな差が認められないとの見極めがついたことから、いずれの工法も、本会議で指摘された留意点を踏まえ、適切な設計を行うことにより建設が可能である。
- ・ 今後の具体的な契約発注手続きにおいては、本会議において議論された三工法及びその検討結果から安全性に問題がないと類推される工法に限定する必要がある。なお、本会議において指摘した留意点については、基本的に今後の契約発注手続きの中で、その解決を求めることとすることが適当である。
- ・ 本会議は、工費（維持管理費を含む）・工期の確実性を担保するための契約方式として、設計段階における工費・工期を施工段階及び維持管理段階においても保証させることのできるよう、設計と施工を一体的に発注することを基本とする契約方式の採用を提案する。

## 羽田空港再拡張事業の入札契約方式

### 羽田空港再拡張事業の入札契約方式の特徴(1)

	項目	羽田空港再拡張事業の入札契約方式	一般的な入札契約事例
<p>(1) 工法評価選定会議における「結論」の尊重</p> <p>「結論」のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・いずれの工法（栈橋工法、埋立・栈橋組合せ工法、浮体工法）も、適切な設計を行うことにより建設が可能</li> <li>・設計段階における工費・工期を施工段階及び維持管理段階においても保証させることができるよう設計と施工を一体的に発注する</li> </ul>	性能発注	性能要件（要求水準書）を示し、それを満たす設計提案に基づく内容を認める発注方式 3工法での入札参加が可能	確定した設計図書（図面、数量）に従った内容での発注方式（仕様発注）
	設計・施工一括発注	多様な提案を可能とすると共に、設計段階での工費を施工段階及び維持管理段階においても担保させるため、設計及び施工を一括して発注	
	リスク分担の考え方	原則として、設計に起因するリスクは請負者が負担	設計・施工を分離している場合、設計に起因するリスクは発注者が負担
	瑕疵担保	空港建設分野で実績のない新技術の採用にあたり、十分かつ長期間の瑕疵担保を確保する。 瑕疵担保責任 10年 瑕疵担保保証 10%	一般的な工事での瑕疵担保 瑕疵担保責任 2年 瑕疵担保保証 なし
	維持管理契約特則	入札時の維持管理提案額を担保するため、請負者は、完成後30年間、国が求めた場合に、維持管理提案額に基づく維持管理業務を行う義務を負う。	



## 羽田空港再拡張事業の入札契約方式の特徴(2)

	項目	羽田空港再拡張事業の入札契約方式	一般的な入札契約事例
(2) 公共事業コスト構造改革への対応	総合評価落札方式の採用	ライフサイクルコストを考慮し、国として最も有利な提案で契約を結ぶため、総コスト（設計・施工入札価格+30年間の維持管理費用）の最低のものを落札者とする。 ただし、予定価格、総コスト上限額の範囲内	一般的な入札では、入札価格が最低のものを落札者とする（最低価格自動落札方式） ただし、予定価格の範囲内
	VEの導入	入札後あらゆる段階でのコスト縮減を可能とするため、落札後契約前VE及び契約後VEを導入	近年、工事コスト縮減に配慮し、入札時及び契約後VEの採用事例あり
	維持管理契約特則	※(1) 参照	
(3) 2009年末供用の実現	JV構成要件（競争参加資格）	大規模な空港建設工事の履行期間内での安全・確実な施工を担保するためのJV構成要件を設定 異工種建設共同企業体 5工種から構成 構成員数 8～15社 各工種に工事实績要件あり	一般的な事例では 単独工種、2～3社でJV構成 工事实績要件あり

## ③要求水準書の概要

# 要求水準書の位置づけ

## ■位置づけ

- 設計・施工及び施設の維持管理に求める要求内容

## ■役割

- 入札手続き段階

- ・入札参加者が提出する技術提案※に対する技術要件
  - ・国が技術提案を審査する上での技術審査基準
- ※基本設計、施工計画、維持管理計画、環境影響検討

- 契約後

- ・実施設計及び施工並びに工事完成引渡し後の維持管理業務の全般にわたって遵守すべき規定

# 要求水準書の基本的な考え方(1)

## ■ 性能規定

- ・仕様規定は一部の項目にとどめ、性能規定の要素を多く取り入れる。

## ■ 空港に求められる重要な基本性能

- ・D滑走路の設計、施工、維持管理、環境影響に関して最優先される事項。

## ■ 設計・施工・維持管理の一貫性

- ・設計段階で、施工計画(品質管理)、維持管理計画を十分に考慮。

## ■ 実現性の確保

- ・厳しい施工条件下の工事であるため、実現性の確保が重要。

# 空港に求められる重要な基本性能

## ■ 空港としての使用性

- ・ 航空機が安全に離発着でき、就航率が現空港と同程度確保されること。

## ■ 構造物の安全性

- ・ 滑走路、誘導路をはじめとする各空港施設及びこれらを支える基盤施設の強度及び安全性が十分に確保されていること。

## ■ 工事の施工性

- ・ 工期内で、安全かつ確実な品質が得られるよう施工できること。

## ■ 構造物の維持管理性

- ・ 構造物として100年間の設計供用期間の耐久性が確保され、維持管理が適切に行えること。

## ■ 環境への影響

- ・ 施工時及び供用時において、周辺環境に与える影響が少ないこと。

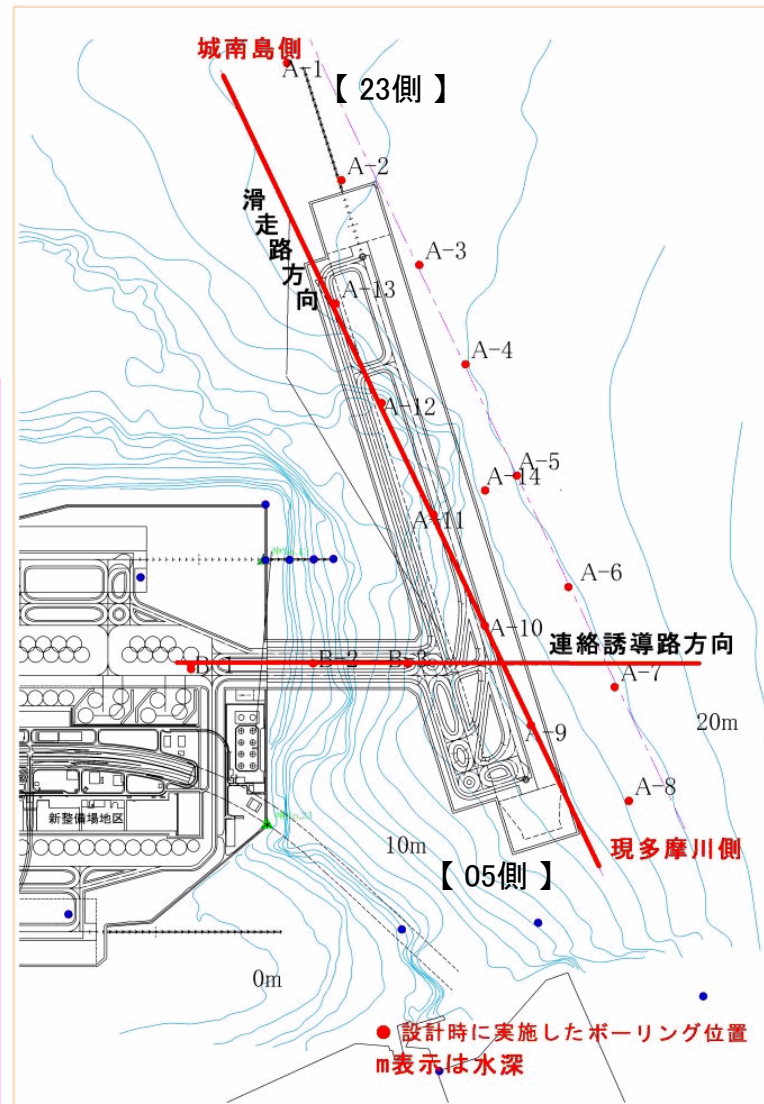
## ④設計条件 ～土質条件～

### ■土質調査の概要

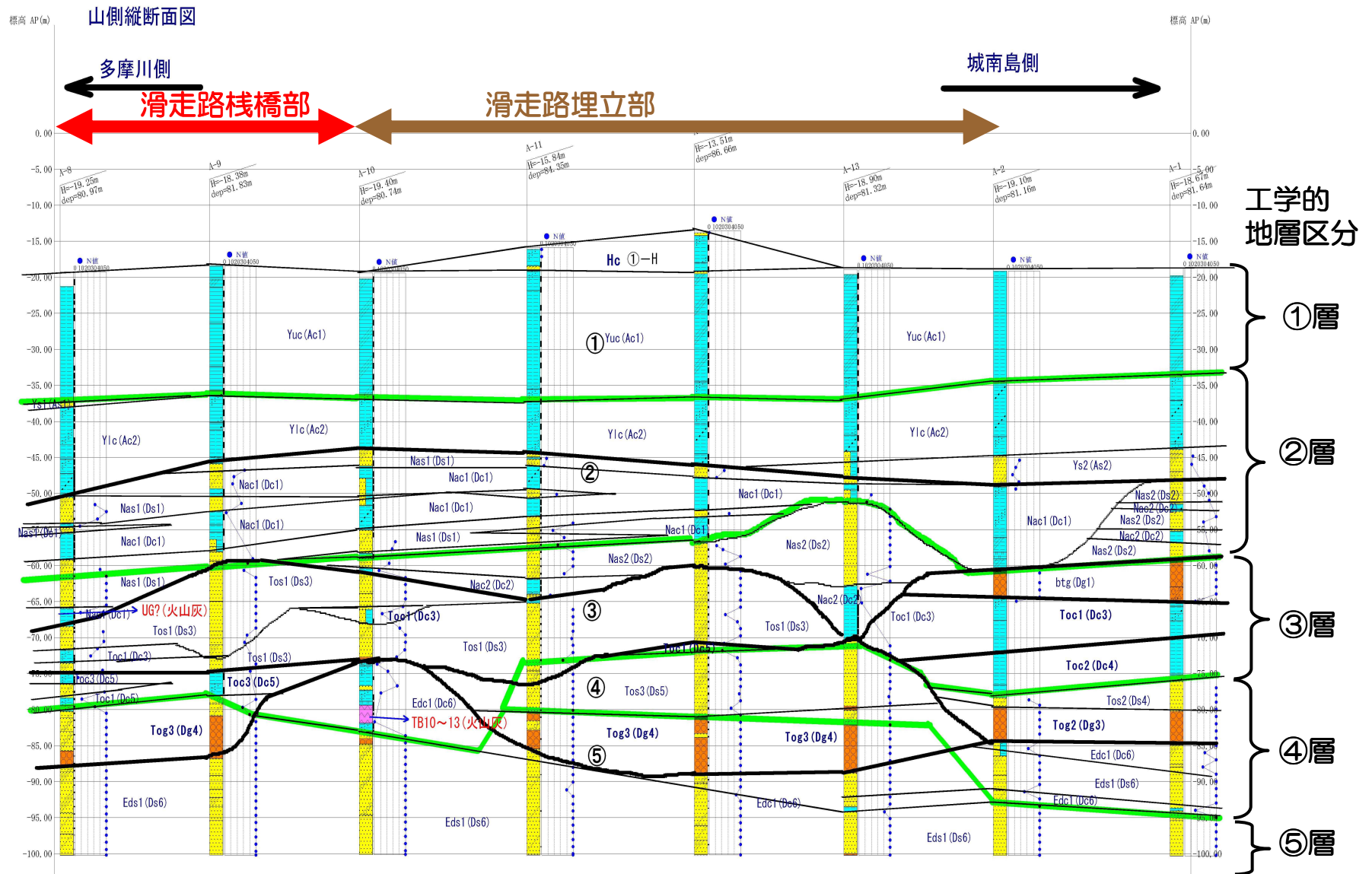
- 調査間隔: 500m程度
- 16本の大深度のボーリング
- 調査深度=G.L.-80～100m程度  
(A-3・A-6: 約G.L.-205m)

### ■土質調査の視点

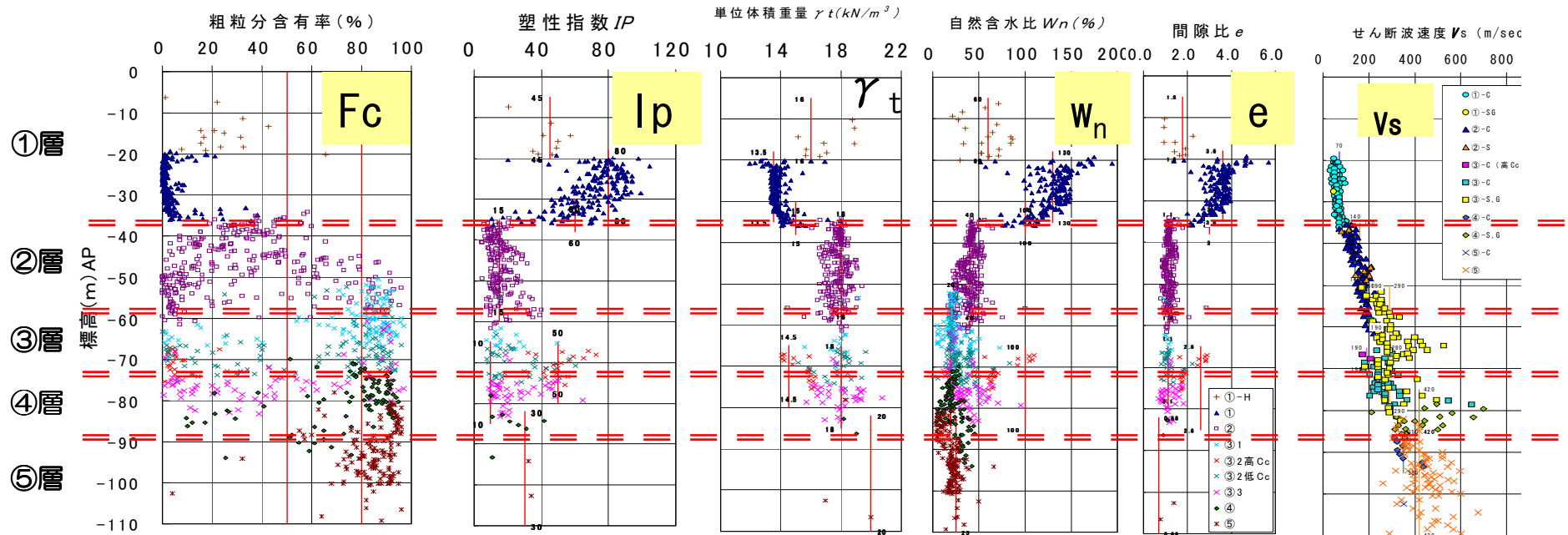
- 多摩川の河口域であり、地形の起伏が著しい地域
  - 地層の連続性の確認
  - 微化石分析等の理学情報の取得
- 急速施工／埋立荷重大／広域地盤に各種の杭基礎構造物を建設
  - 地盤物性の水平方向のばらつき
  - 粘土層の圧密沈下特性
  - 粘土層のせん断強度・強度増加
  - 支持層の分布特性など



# D滑走路島の地層断面図(滑走路方向)



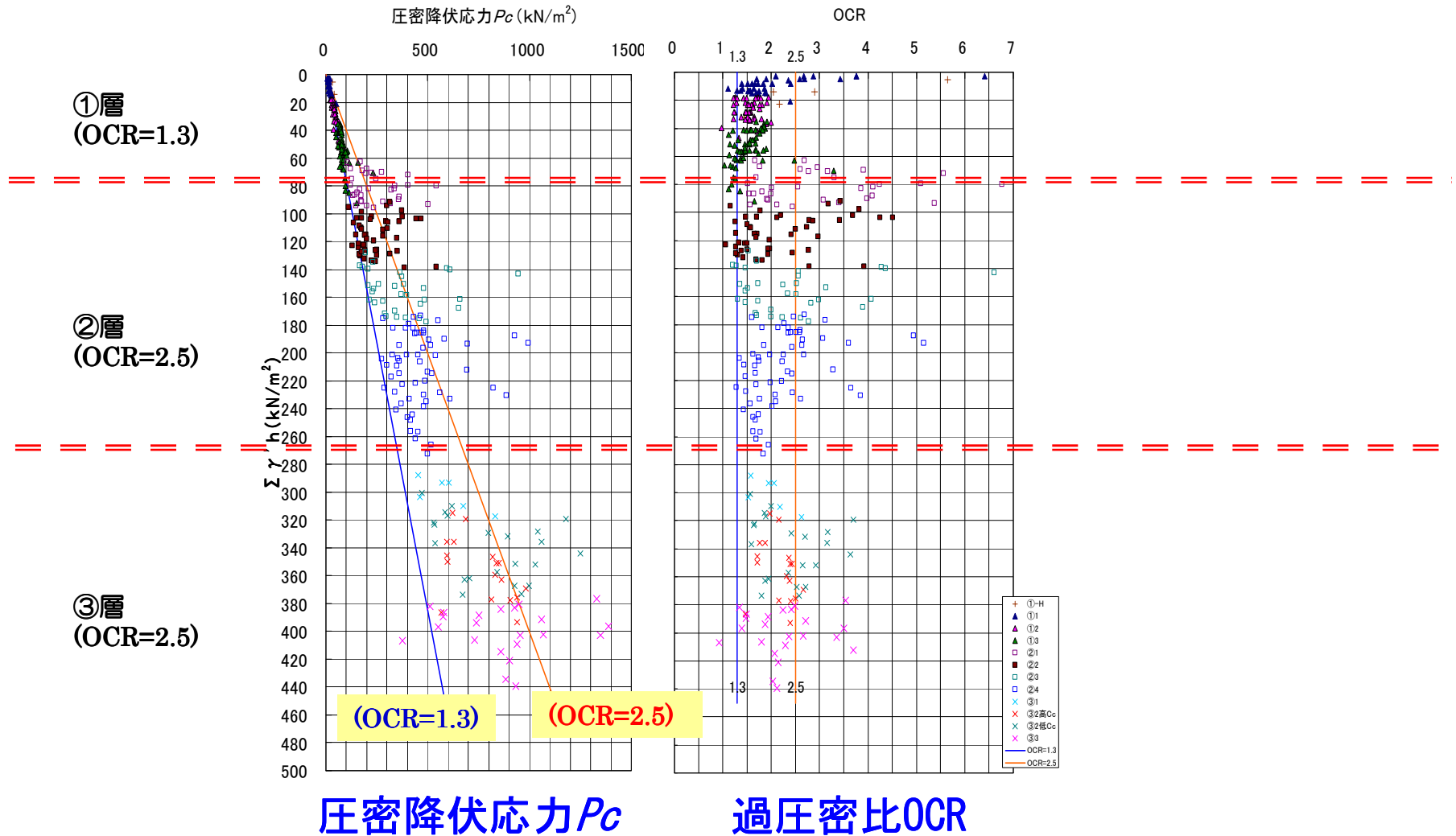
# 物理特性, N値, せん断波速度の標高分布と工学区分層の特徴



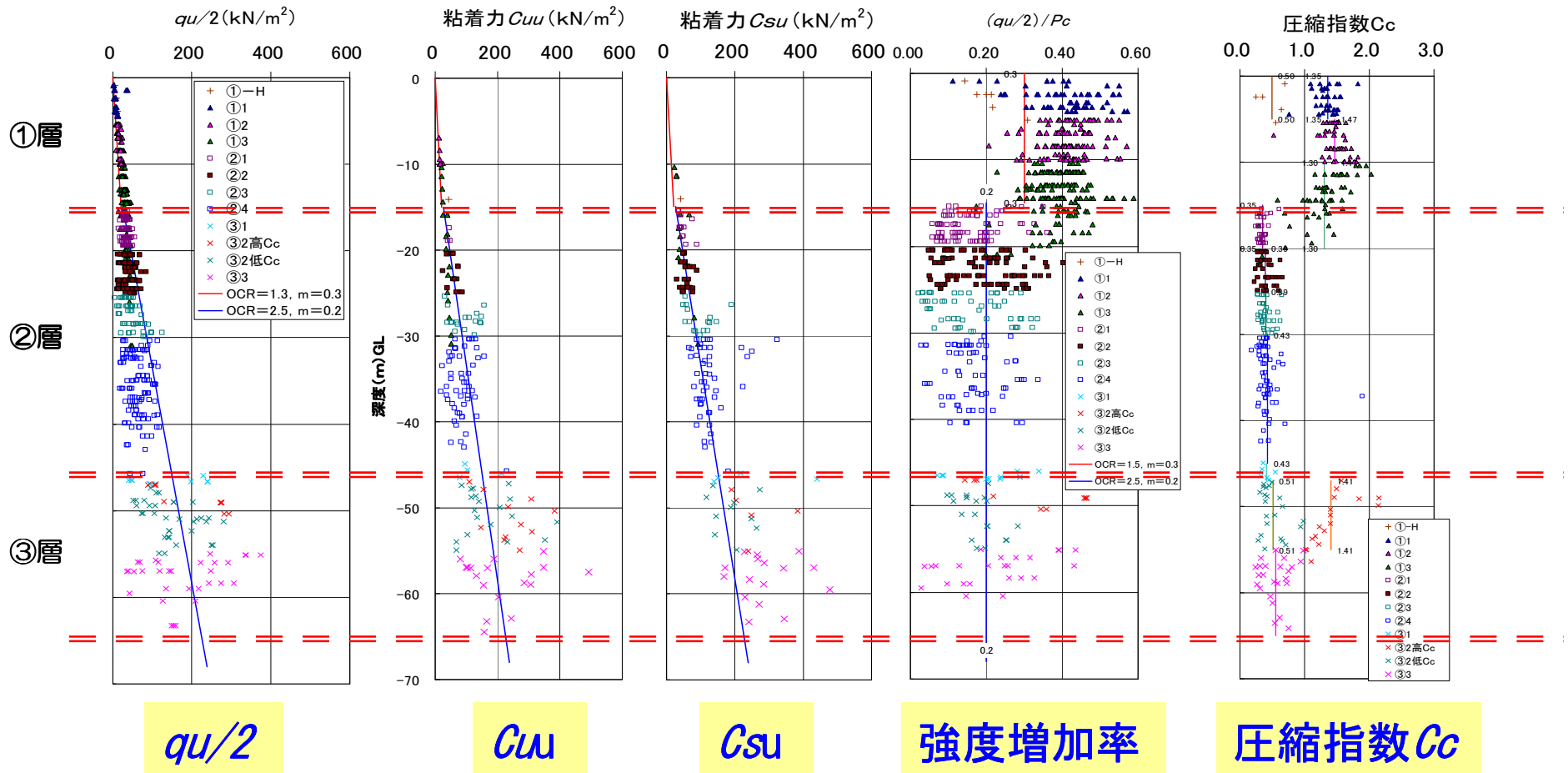
- 【①層】** 海底面～A. P. -35m程度に分布する地層であり、軟弱な粘性土主体の地盤である。含水比は100%以上程度、塑性指数は60%以上程度、間隙比は3以上程度である。
- 【②層】** A. P. -35m～-60m程度に分布する地層であり、粘性土主体であるが、②層の下半分に一部砂質土が挟在する。上部の粘土層については、①層に比較すると粗粒で低塑性であり、含水比は25～60%程度、塑性指数は10～40%程度、間隙比は1.3程度である。
- 【③層】** A. P. -50m～-75m程度に分布する地層であり、砂礫・粘性土・砂質土の互層地盤である。N値50以上の箇所もあり、小規模構造物の支持層となりうる層である。
- 【④層】** A. P. -70m～-95m程度に分布する地層であり、一部小さなN値を有する粘土が挟在しているが、N値50以上の連続した層が存在し、中規模～大規模構造物の支持層となりうる層。
- 【⑤層】** A. P. -80m程度以深に分布する地層であり、N値50以上の連続した層が存在し、大規模構造物の支持層となりうる層である。せん断波速度は、概ね400m/s以上。



# 圧密降伏応力 $P_c$ 及び過圧密比OCRと有効土被応力 $\Sigma \gamma' h$ の関係



# せん断強度 ( $C_{uu}$ : 三軸UU試験、 $C_{su}$ : 簡易CU試験、 $q_u/2$ : 一軸圧縮試験) 強度増加率, 圧縮指数 $C_c$ の深度分布



## ④設計条件 ～地震条件～

### ■入力地震動の考え方（「空港土木施設の耐震設計指針(案)」）

地震動レベル	地震動レベルの説明
レベル1地震動	空港土木施設全体の設計供用期間中に1～2度発生する確率を有する地震動で、再現期間は概ね75年とする。
レベル2地震動	空港土木施設全体の設計供用期間中に発生する確率は低いが、大きな強度を有する地震動で、プレート内あるいは陸地近傍のプレート境界で発生する、いわゆる再現期間が数100年以上の地震動。なお、地域防災計画で定められた想定地震がある場合にはこれを参考として設定する。

### ■入力地震動の設定方法

#### ①経験的方法 → 現空港における入力地震動

##### ○最大加速度レベル

- レベル1: 既往地震データより、75年期待値の加速度を設定
- レベル2: 地域防災計画等の想定地震断層モデルから最大加速度を距離減衰式より設定 → 【関東地震(1923, M7.9)】

##### ○波形

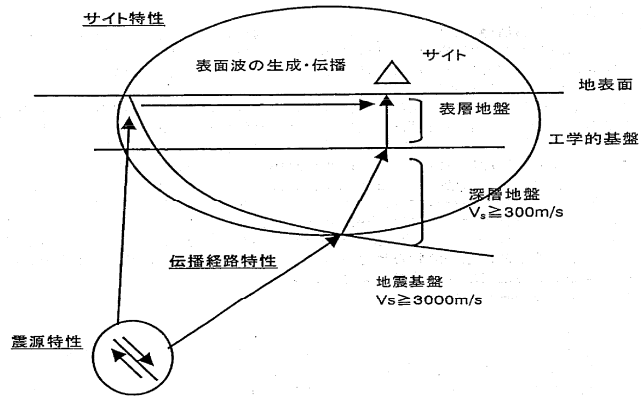
- 標準的な波形(既往の強震観測波形: 大船渡波・八戸波)

#### ②半経験的方法 → レベル2地震動として、最大級の地震動(シナリオ地震: 想定南関東地震)を設定

- 当該地点で観測された記録を基に、関東地震(1923, M7.9)を再現するシナリオ地震動をレベル2地震動として設定

# 経験グリーン関数法による地震動合成

## ■震源特性、伝播経路特性、サイト特性



## ■経験グリーン関数法

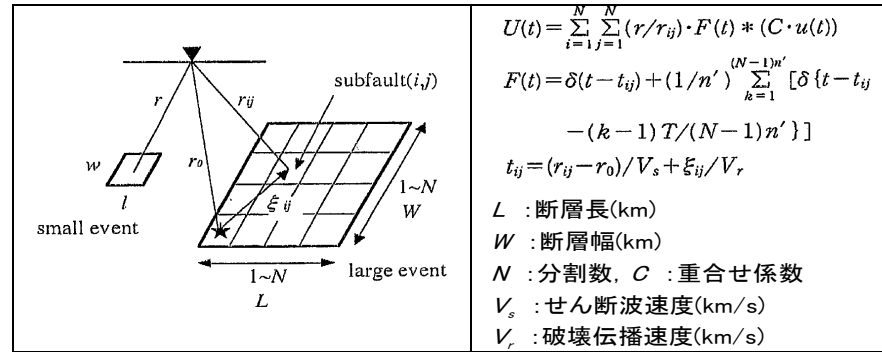
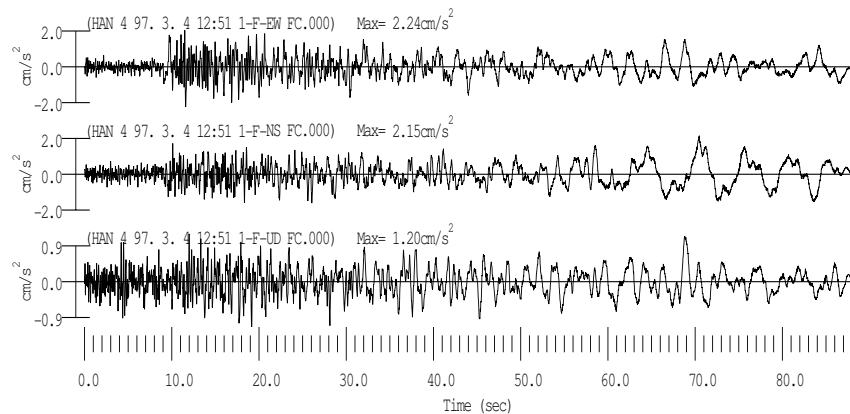
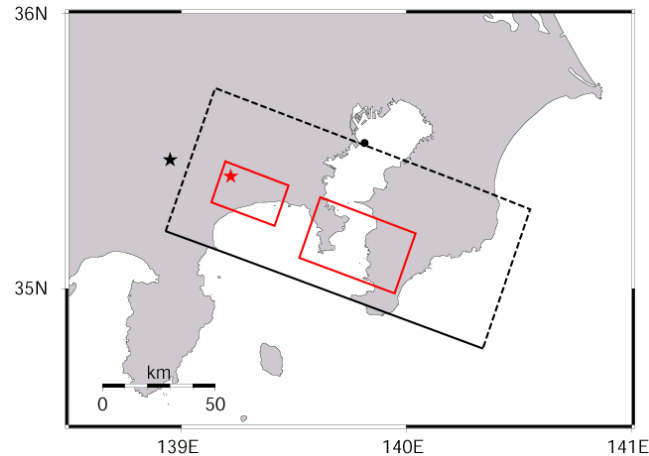


図-6.4 経験的グリーン関数法

## ■要素地震(地震観測記録)



## ■断層モデル(1923関東地震, M7.9)



## ■ レベル2地震動(加速度時刻歴波形)

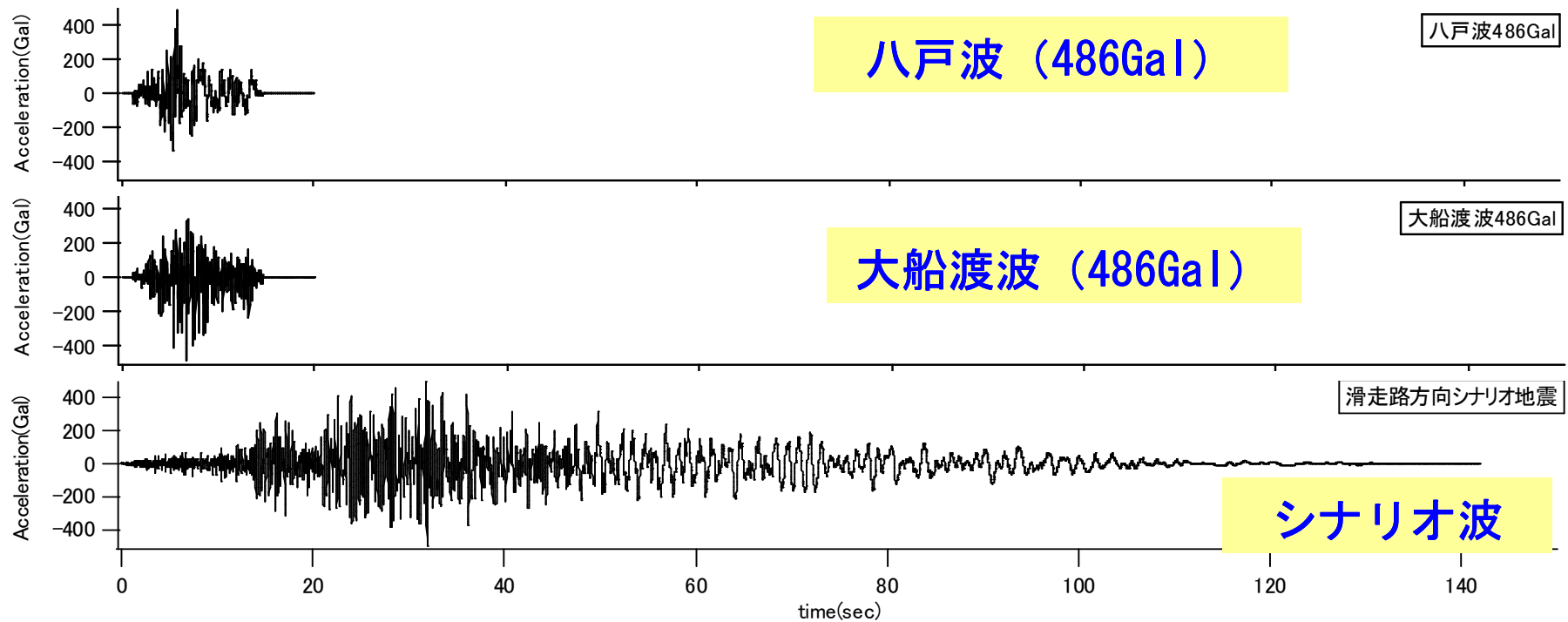
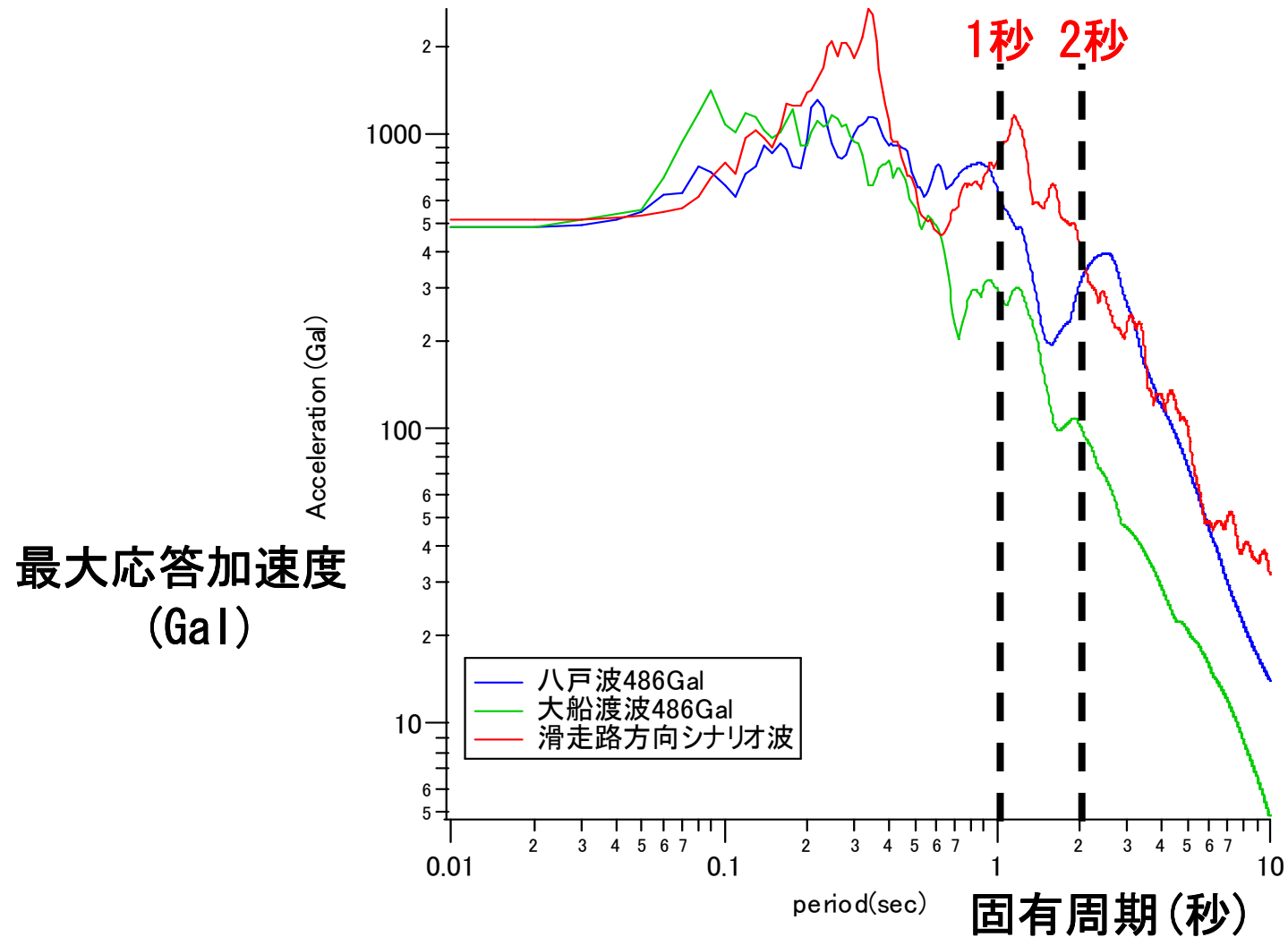


図-6.10 入力地震動波形(レベル2地震動)

# ■レベル2地震動の応答スペクトル

— : 八戸波, — : 大船渡波, — : シナリオ波



## 地震動レベルと耐震性能の基本的考え方

地震動	要求内容
レベル1 地震動	構造物としては軽微な被害程度とし、強度、安定性を確保すること。
レベル2 地震動	構造物としては著しい被害を受けるが崩壊しないこと。

### ■ レベル1 地震動

軽微な被害程度とし、地震後速やかに空港再開を可能とするための構造安定性を要求している。

### ■ レベル2 地震動

一定の被害は許容するが、例えば落橋等の構造物の崩壊を発生させないことを要求しており、復旧が可能なレベルの被害を想定。

## ⑤おわりに



## ■設計条件(計画条件)

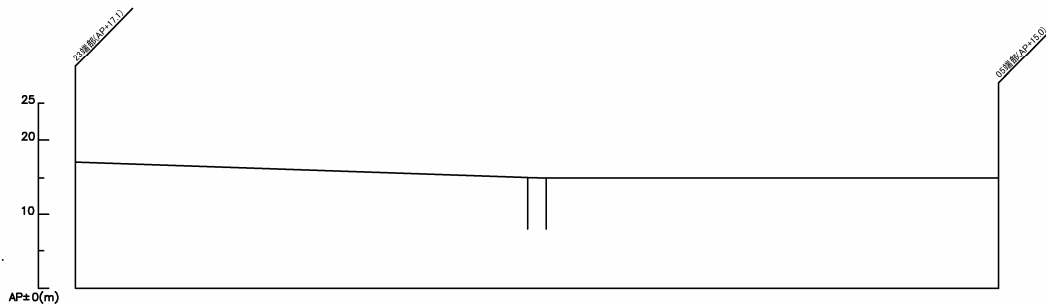
○ 滑走路の高さは、入札公告時に発注者が提示した標準縦断図を基本とすることが求められるが、許容範囲内であれば設計者の判断により自由に提案・設定し、より合理的な縦断線形等を提案することが可能

滑走路の高さ

- ・滑走路標準縦断図を基本とする。
- ・23側滑走路端の高さは、供用期間中 AP+17.1mを下回らないこと。
- ・05側滑走路端の高さは、供用期間中 AP+15.0mを下回らないこと。
- ・滑走路の高さは、あらゆる地点において23側滑走路端高さ以下、AP+13.0m以上とする。
- ・勾配変化点は1箇所以内とし、その場合の勾配変化点の位置は滑走路中心部より05側とすること。

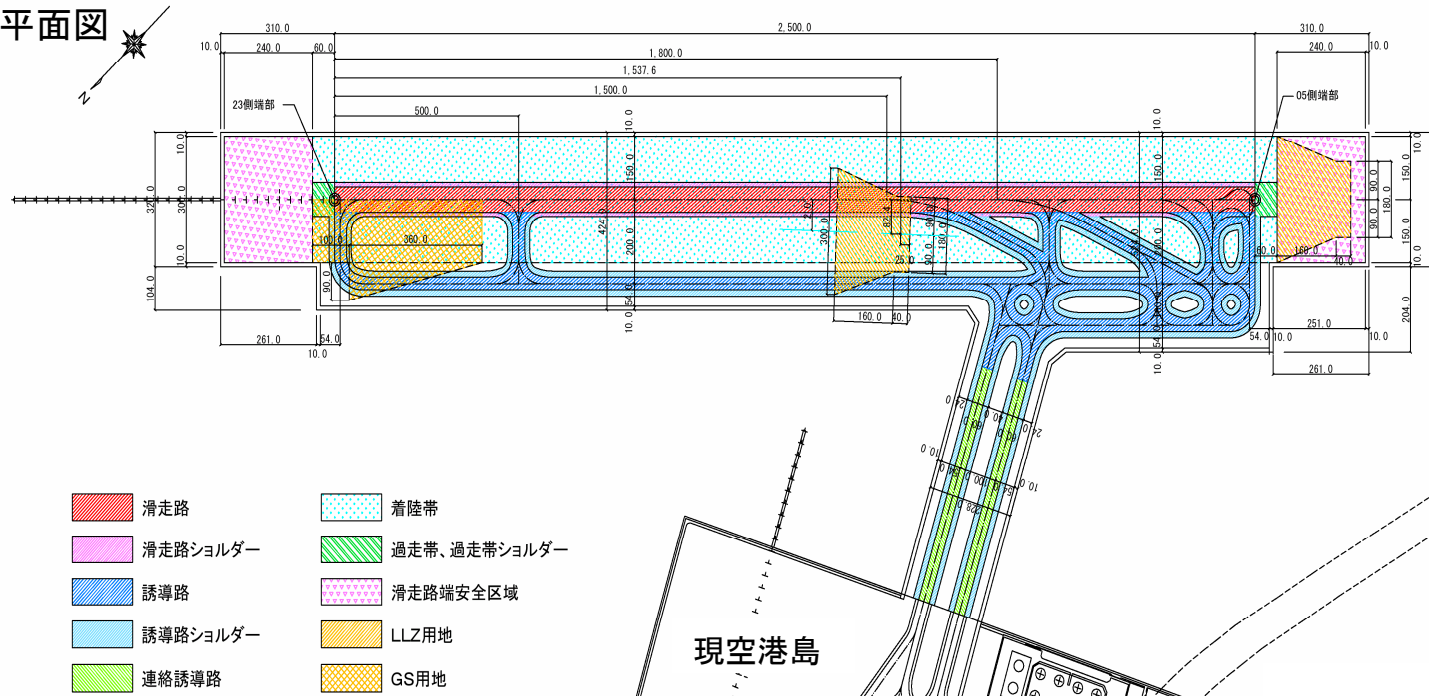
## ■標準縦断線形図 (滑走路中心)

23側



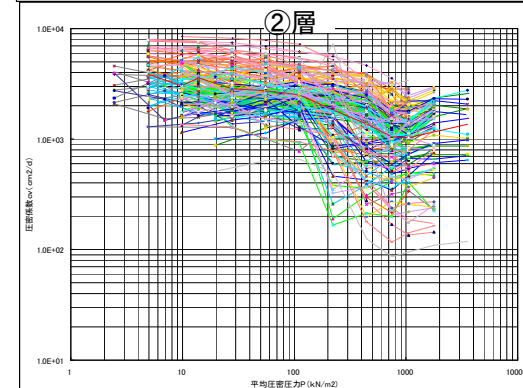
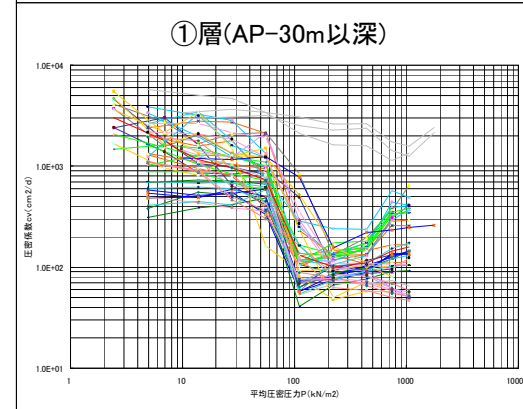
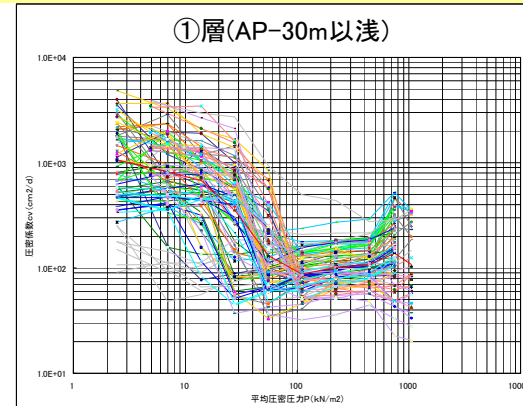
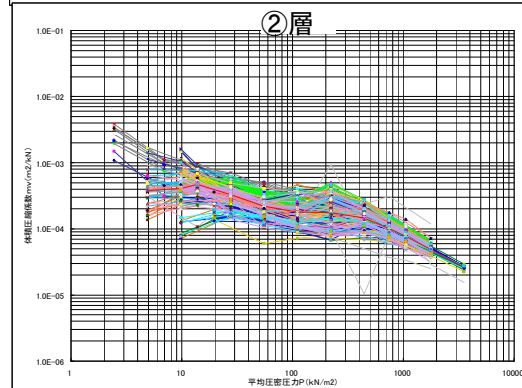
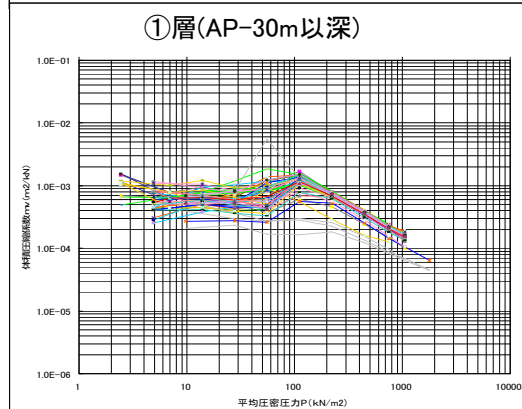
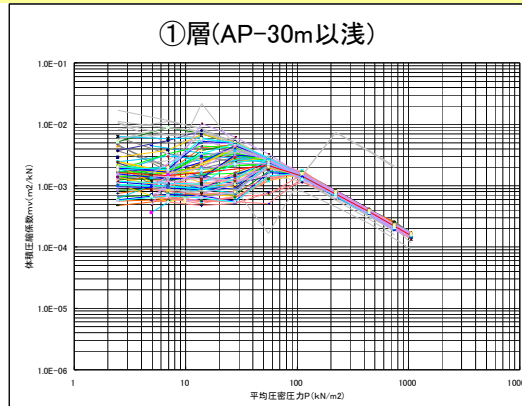
05側

## ■計画全体平面図



# ①②層の体積圧縮係数 $m_v$ 及び圧密係数 $c_v$

体積圧縮係数  
 $m_v$



圧密係数 $c_v$

# 羽田空港再拡張事業に係るスケジュール

