

平成20年6月30日  
羽田空港再拡張事業技術報告会（第5回）  
【セッション D滑走路】課題7  
15：50～

# D滑走路における係留施設について

～厳しい波浪環境下に建設される羽田空港初の係留施設の設計と施工～



○(株)大林組

鹿島建設(株)

連絡誘導路工区

連絡誘導路工区

JV工務・企画Gr

中村 泰

藤代 勝

松元 和久

出口 大輔

上野 浩二

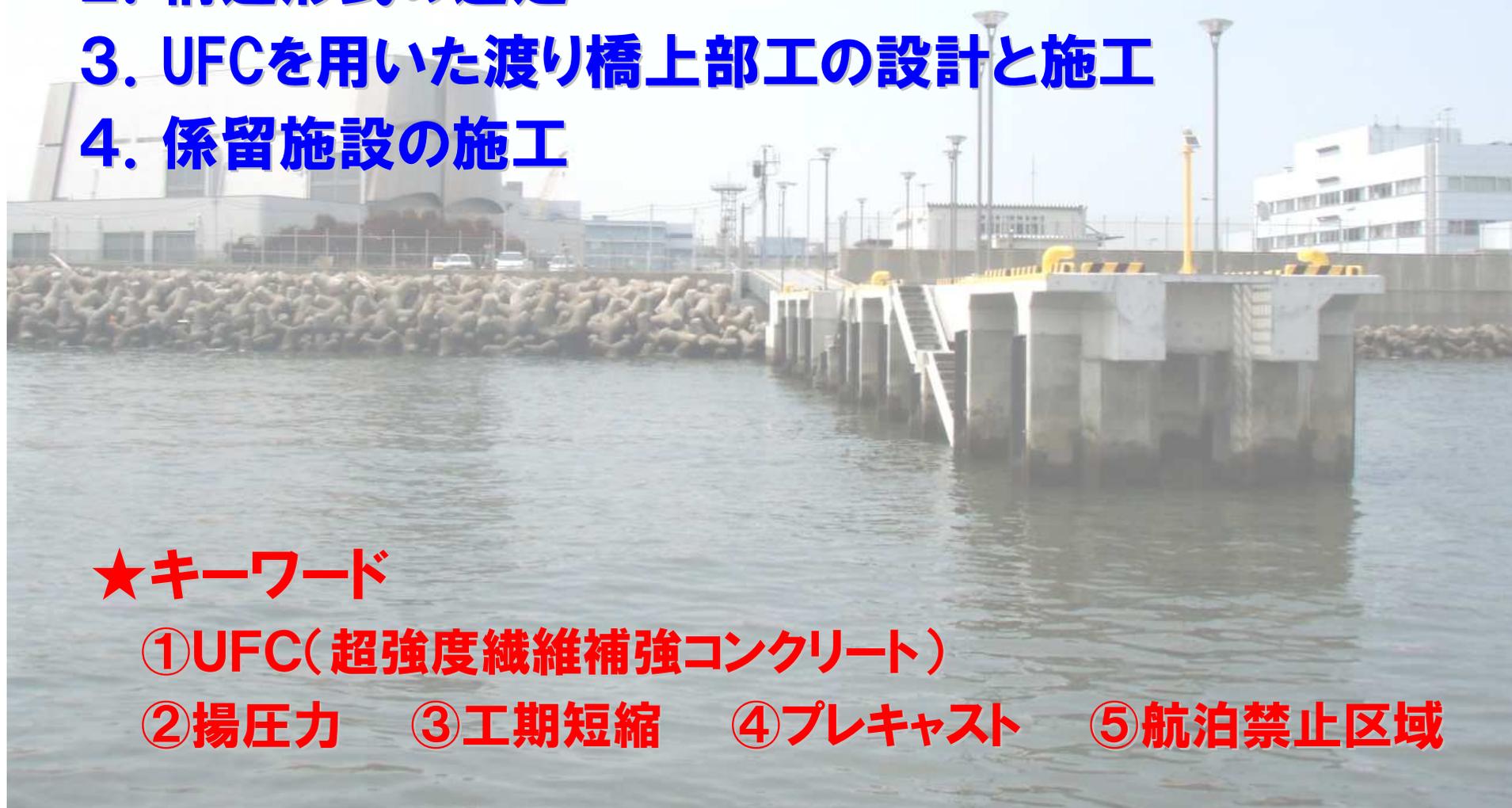
鹿島・大林・五洋・佐伯・清水・新日鉄エンジ・JFEエンジ・大成・東亜・東洋・西松・前田・三菱重工・みらい・若築異工種建設工事共同企業体

## ■ 報告内容について

1. 係留施設の概要
2. 構造形式の選定
3. UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工
4. 係留施設の施工

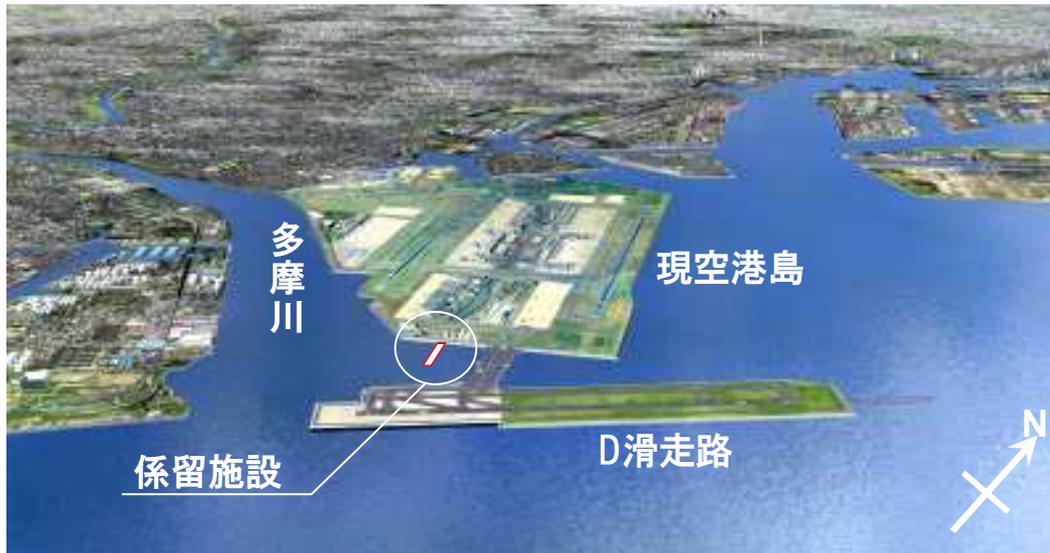
### ★キーワード

- ①UFC(超強度繊維補強コンクリート)      ②揚圧力      ③工期短縮      ④プレキャスト      ⑤航泊禁止区域



# ■ 1.係留施設の概要

## <1-1 建設位置>



建設位置図



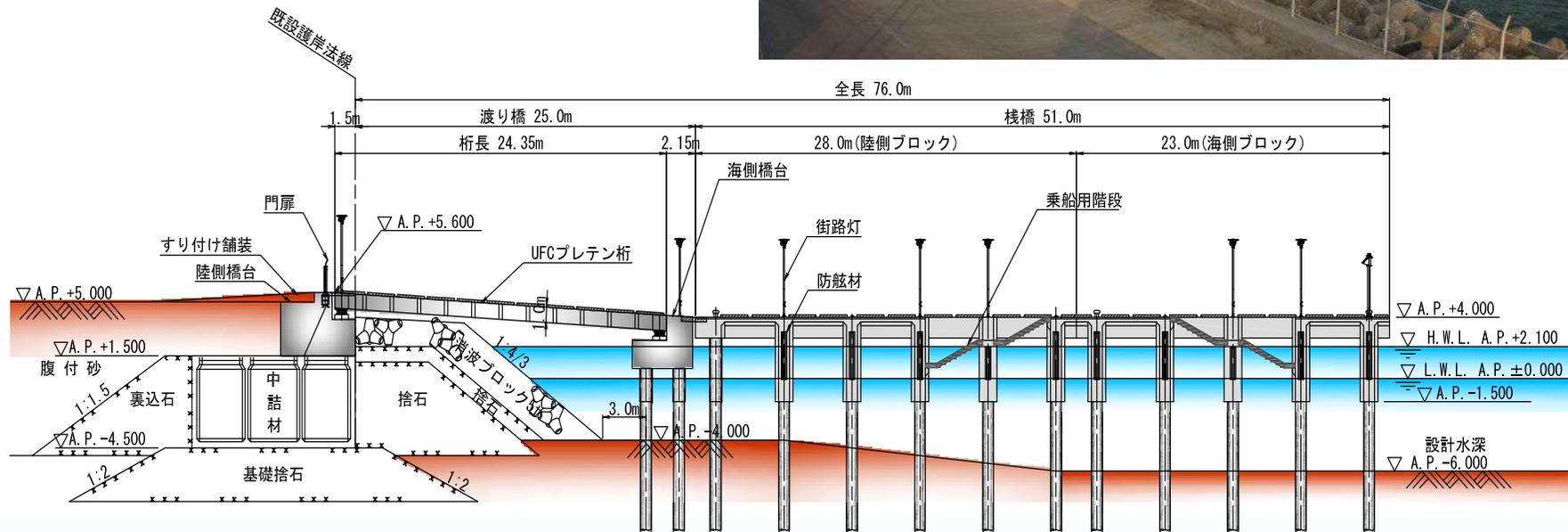
## <1-2 建設の目的>

- ① D滑走路工事中 ⇒ 監督用交通船の係留
- ② D滑走路完成後 ⇒ 海上セキュリティ対策の警戒艇の係留

# ■ 1.係留施設の概要

## <1-3 係留施設の構造>

- 全 長 76.0m
- 渡り橋 25.0m (幅員) 4.0m  
**UFCプレテン桁**
- 棧 橋 51.0m (幅員) 5.5m  
**鋼管杭 RC梁スラブ**



## ■ 2. 構造形式の選定

### <2-1 設計条件と構造選定のポイント>

#### ① 主な設計条件

- ・ 波浪条件 :  $H_{1/3} = 3.95\text{m}$ 、 $T_{1/3} = 8.1\text{sec}$
- ・ 耐用年数 : 50年
- ・ 利用条件 : 警戒艇利用時の乗降 ※ただし、車両の乗り入れ可能な構造

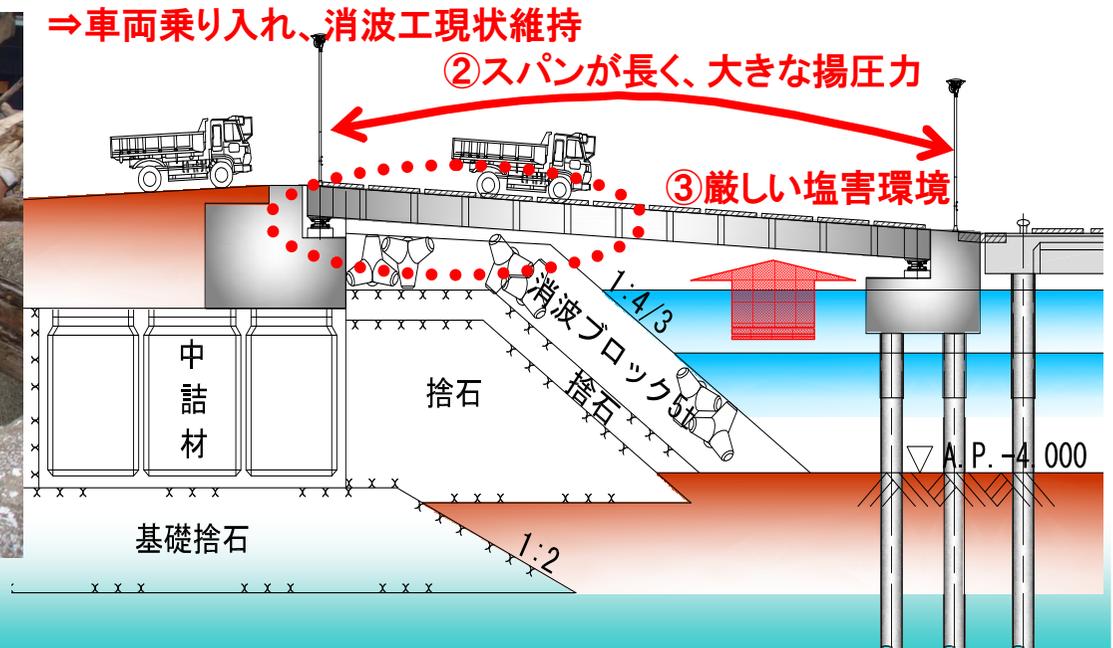
#### ② 構造形式選定におけるポイント⇒「厳しい波浪環境」

##### ① 桁高の制約

⇒車両乗り入れ、消波工現状維持

##### ② スパンが長く、大きな揚圧力

##### ③ 厳しい塩害環境



# 2. 構造形式の選定

## <2-2 渡り橋の構造形式比較 (その1)>

構造形式	案①: 橋梁形式(実施)	案②: フラットスラブ形式	案③: 歩道橋形式
概念図			
車両 乗り入れ	○	○	×
施工性	△	×	○
越波対策	○	×	○
施工時 安定	○	△	○
揚圧力 対策	△	○	◎
経済性	1.00	1.20	-
総合評価	○	×	×

※経済性は、案①を1.00とした場合についての値

# ■ 2.構造形式の選定

## <2-2 渡り橋上部工の構造形式比較（その2）>

主桁構造	案①:UFCプレテン桁(実施)	案②:PCポステン桁	案③:鋼版桁
概念図			
主要材料	コンクリート:UFC $\sigma_{ck}=180\text{N/mm}^2$	コンクリート:高強度コンクリート $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$	鋼材:SM570
桁高	○	△	○
既設護岸の維持	○	×	○
耐久性	◎	○	×
経済性	1.00	1.50 (背後地の越波による被災を考慮せず)	1.65 (架け替えを含む)
総合評価	○	×	×

※経済性は、案①を1.00とした場合についての値

## ■ 2.構造形式の選定

### <2-3 棧橋構造と揚圧力対策>

〔課題〕 大きな揚圧力が作用  
 $H_{max}=6.52m$   
 $P=2\rho gH=131.8\text{ kN/m}^2$



〔対策〕 グレーチング構造の採用  
受圧面積の大幅低減



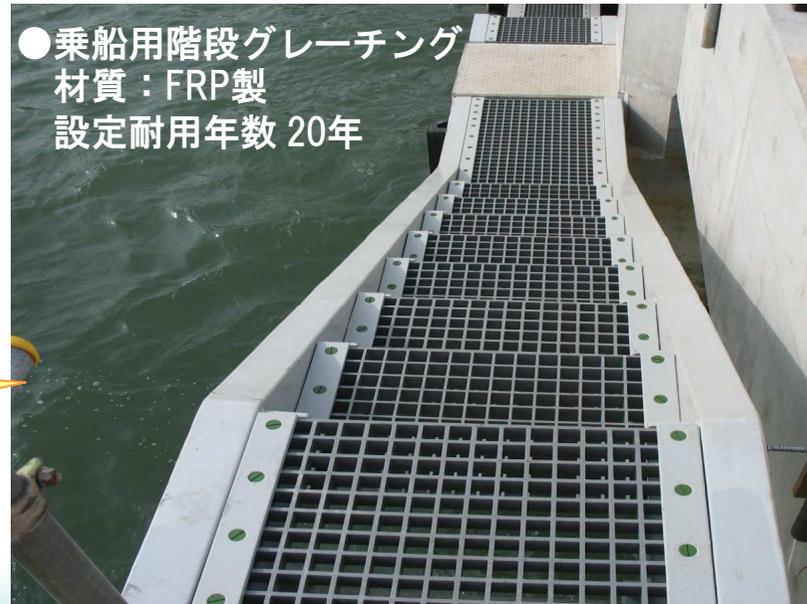
〔効果〕 透過率約50%

作用揚圧力の大幅低減!!

●床版グレーチング  
防食仕様「溶融アルミニウムめっき」  
設定耐用年数 15年



●乗船用階段グレーチング  
材質：FRP製  
設定耐用年数 20年



## ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

### <3-1 構造概要>

**主桁形式:UFC(超高強度繊維補強コンクリート)**



## ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

### <3-2 UFC (サクセム) の特徴>

#### ● 強度特性

圧縮強度:  $180\text{N/mm}^2$ 以上

引張強度:  $8.8\text{N/mm}^2$  (特性値)

鋼繊維の引張強度:  
 $2000\text{N/mm}^2$ 以上  
繊維径:  $0.2\text{mm}$   
繊維長:  $15\text{mm}, 22\text{mm}$



補強用鋼繊維

2種類の繊維によりひび割れ進展や幅の拡大を抑制

## ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

### <3-2 UFC（サクセム）の特徴>

#### ●高い耐久性

化学的に緻密化された硬化体を形成

→塩化物の浸透は1/100（一般のコンクリートと比較）

	サクセム	一般のコンクリート
圧縮強度	180N/mm <sup>2</sup>	18~80N/mm <sup>2</sup>
水セメント比	0.19	0.3~0.6
透気係数	4.5 × 10 <sup>-20</sup> m <sup>2</sup>	10 <sup>-17</sup> ~ 10 <sup>-15</sup> m <sup>2</sup>
透水係数	4.0 × 10 <sup>-17</sup> cm/s程度	1.0 × 10 <sup>-11</sup> cm/s
<u>塩化物イオンの拡散係数</u>	<u>0.002cm<sup>2</sup>/年</u>	<u>0.14~0.9cm<sup>2</sup>/年</u>
空隙量	3~4vol.%程度	10vol.%程度

# 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

## <3-3 設計概要>

### ●主桁の検討

### ○終局限界状態の検討

面内:揚圧力作用時

上載荷重作用時

面外:水平波力作用時

地震時作用力

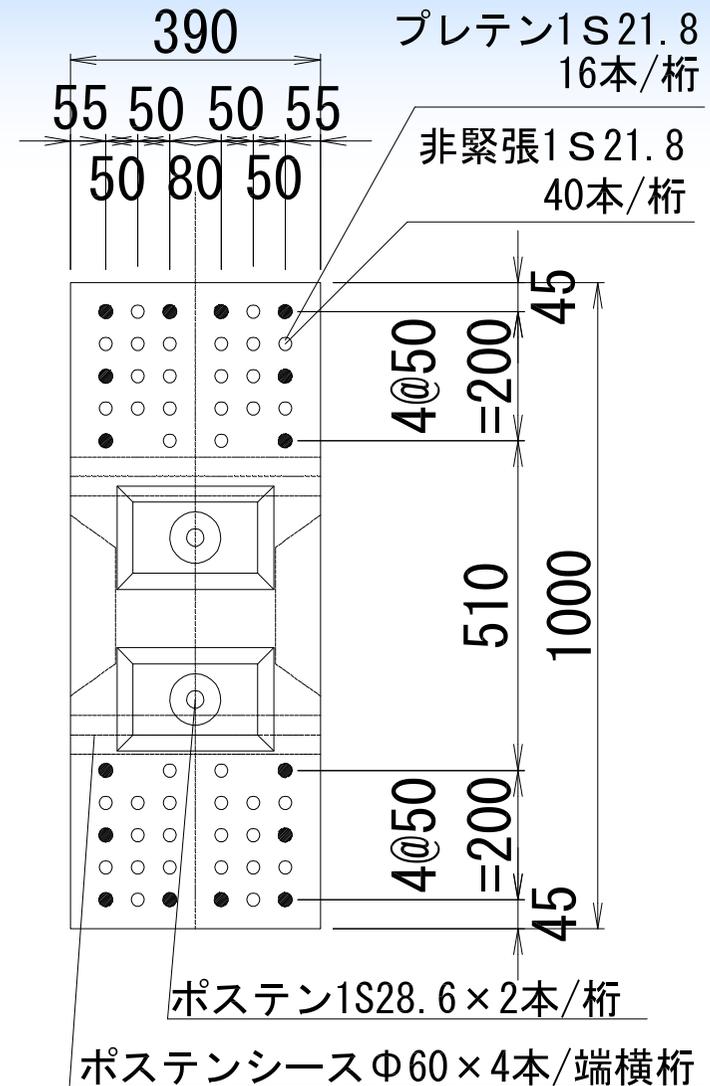
### ●横桁の検討

揚圧力を考慮した安全性検討

### ●場所打ちコンクリート部

鉄筋最小かぶり70mm

(エポキシ樹脂被覆鉄筋併用)



主桁断面図(桁端)

# ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

## <3-4 桁の施工と架設>

サクセム桁の工場製作

陸上輸送

渡り橋の組立て

海上輸送

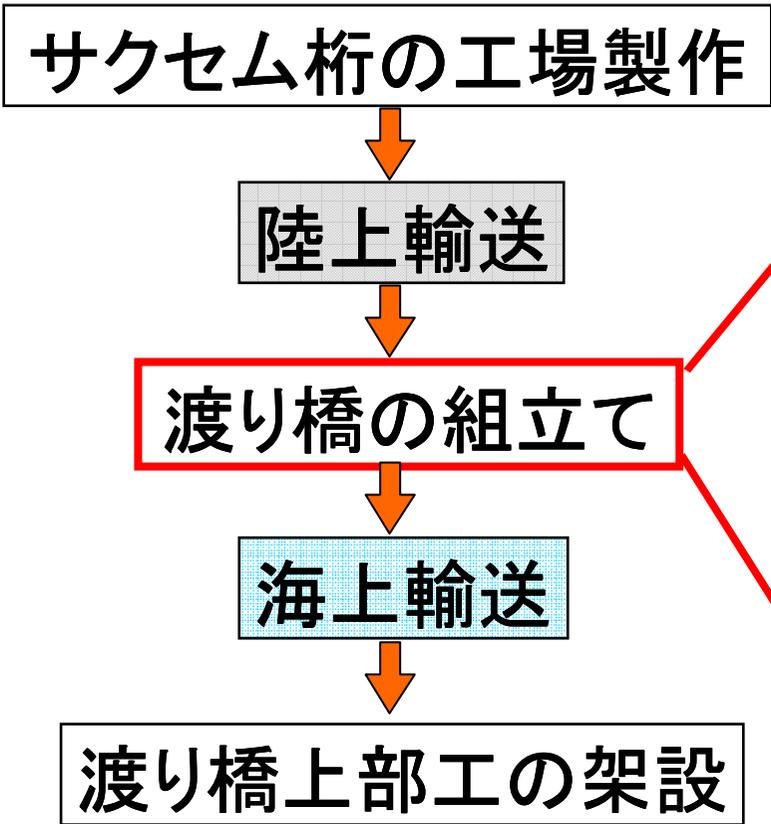
渡り橋上部工の架設

施工フロー



# ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

## <3-4 桁の施工と架設>

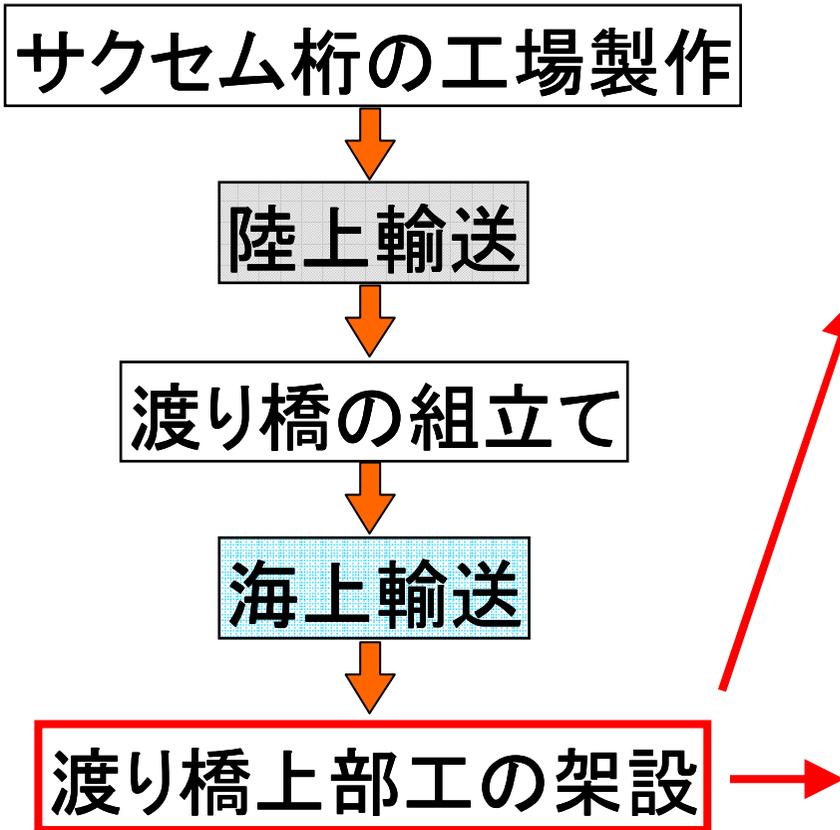


施工フロー



# ■ 3.UFCを用いた渡り橋上部工の設計と施工

<3-4 桁の施工と架設>



施工フロー

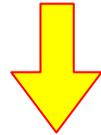


# ■ 4.係留施設の施工

## <4-1 部材のプレキャスト化>

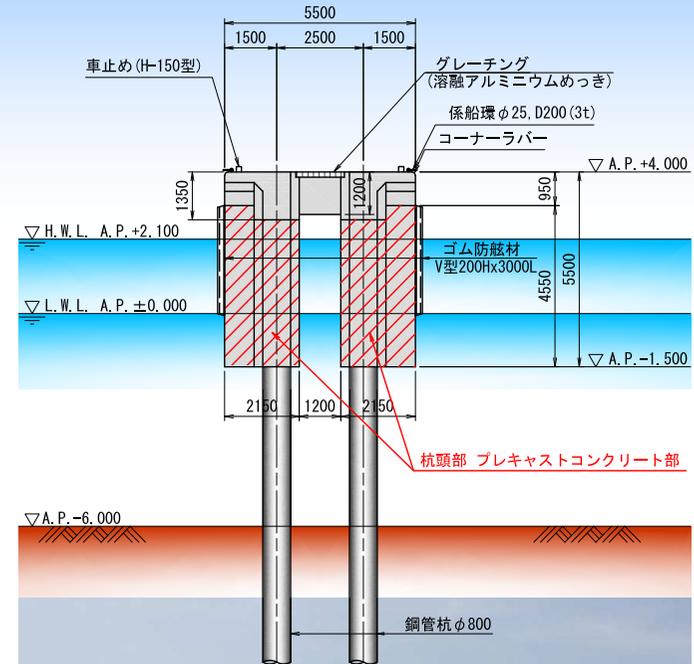
### 現場施工の課題

- ①水中コンクリートの品質確保
- ②波浪の影響



### プレキャスト化によるメリット

- ①コンクリートの品質向上
- ②工期短縮



杭頭部 プレキャストブロック

# ■ 4.係留施設の施工

## <4-1 部材のプレキャスト化>

### 工期短縮の効果

①製作工程の分離

②海上作業の低減

条件	工事内容	数量	経過日							
			10	20	30	40	50	60	70	
水中 施工	型枠	626.6m <sup>2</sup>								
	鉄筋	11.0t	65日							
	コンクリート	157.1m <sup>3</sup>								
プレキャスト	製作*	20個								
	据付	20箇所	15日	50日短縮						
	間詰モルタル	23.5m <sup>3</sup>								

※ 製作工程は工場製作として考慮しない

# ■ 4.係留施設の施工

## <4-1 部材のプレキャスト化>

### 施工状況

#### プレキャストブロック設置



### クレーン付台船の配置



# 4.係留施設の施工

## <4-2 航泊禁止区域境での施工>

施工区域を確保できない

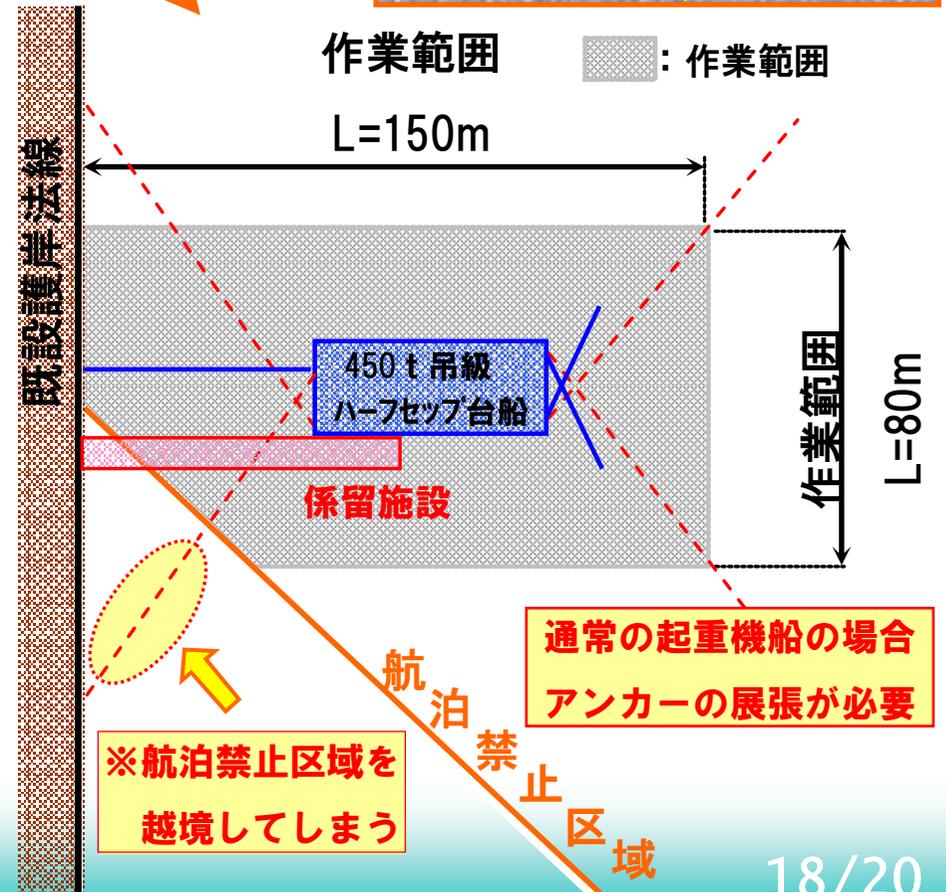
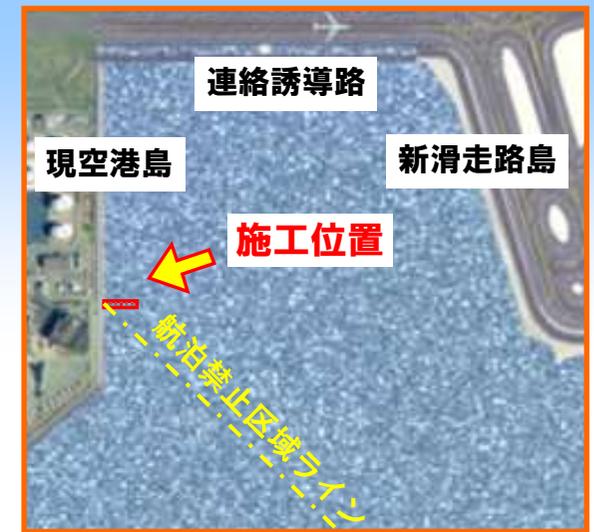
- ・工事用船舶の係留方法の検討



鋼管杭の精度確保が重要

### 起重機船の選定条件

- ①アンカーの展張が不要
- ②鋼管杭全長分の揚程
- ③衝撃荷重を含めた吊能力



# ■ 4.係留施設の施工

## <4-2 航泊禁止区域境での施工>

### 施工状況



450t吊級ハーフセツプ台船



鋼管杭打設状況

## ■ おわりに

- ・ 現在、毎日工事監督用交通船として、頻繁に利用

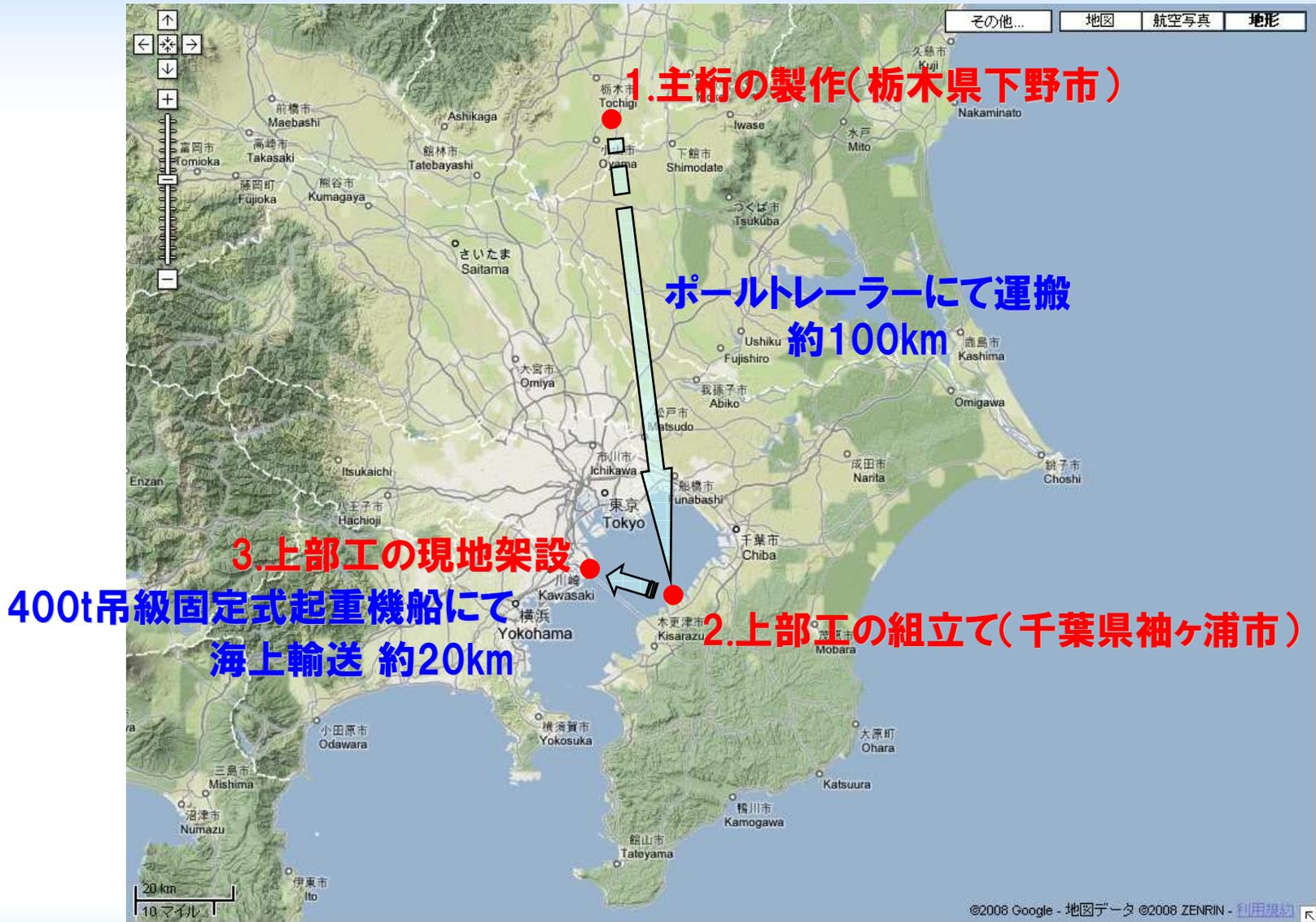


END

ご清聴ありがとうございました

# UFC上部工の運搬経路

参考①



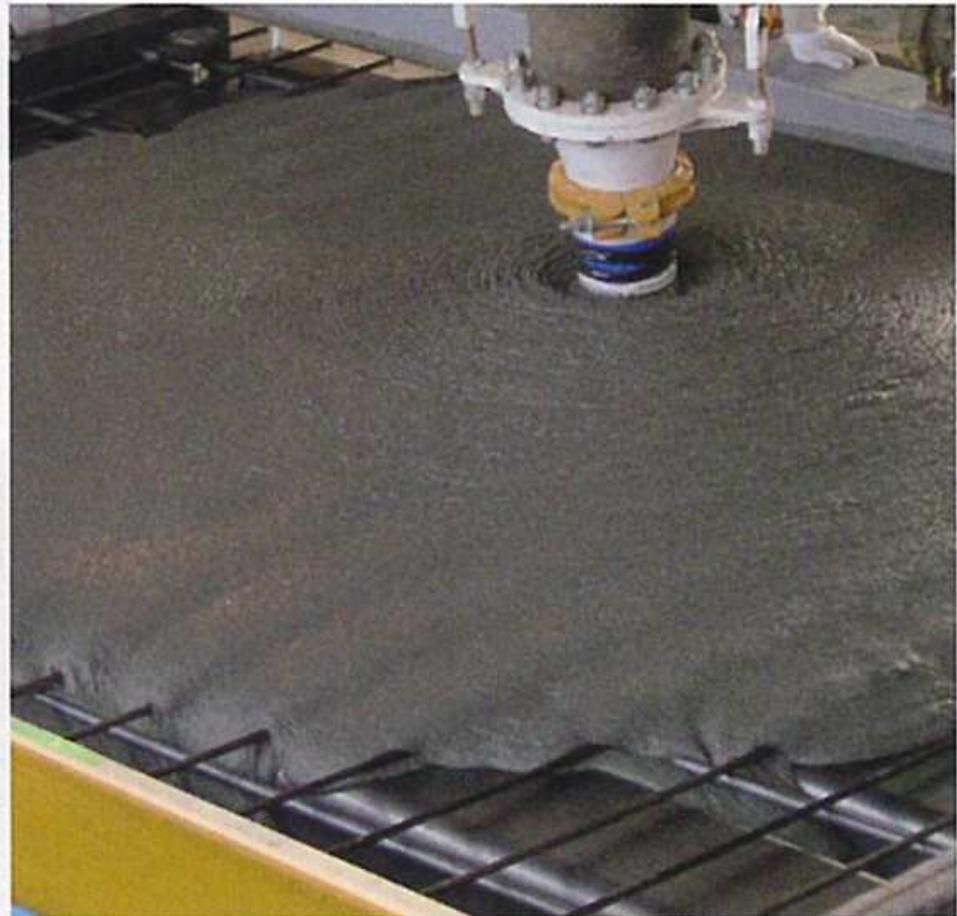
東京国際空港D滑走路建設外工事

# ■ UFC(製品名:SUQCEMサクセム)

参考②

Super High Quality Cementitious Material

★特徴：優れた流動性・自己充填性



優れた流動性・自己充填性