

災害対策（ハード面）について （関西国際空港の防災機能強化対策事業計画）

2019.05.31



Shaping a New Journey



**KANSAI
AIRPORTS**

防災機能強化対策事業計画 概要

1. 平成30年台風21号による被災状況等

- 台風接近時の潮位（CDL+2.5m）については、既往最高潮位（第2室戸台風の潮位CDL+3.2m）を下回ったものの、波高については、強風により、5mを超え、過去に観測された波高（最大3.4m）と比較すると非常に大きいものであったため、護岸を越波した。
- 高波による東側・南側護岸からの越波を主な要因（総浸水量約230～270万 m^3 の約9割に相当する水量）として、関空1期島内で広範囲にわたり大規模な浸水が発生。
- A滑走路等の水没に伴う航空機の離着陸不能、第1旅客ターミナルビル（T1）の地下区画の高圧電気設備3基の損傷に伴う電力供給の停止、排水ポンプの受配電盤の破損に伴う排水ポンプ3カ所の機能喪失等の被害が発生。

2. 防災機能強化対策事業計画の内容

(1) 基本的な考え方

- 今後想定される高波による越波を防ぎ海水等を島内に浸水させないための越波防止対策、護岸必要高を超える高波による越波や集中豪雨等により、万が一、空港島内で浸水する事態が発生した場合に備えた、電源設備等重要施設・設備の浸水被害防止対策、空港機能の早期復旧を可能とするための排水機能確保対策等の3つの対策を柱とし、大規模な自然災害の発生に備え、関空の総合的かつ計画的な防災機能強化対策を迅速かつ着実に実施することとする。
- なお、「全国主要空港における大規模自然災害対策に関する検討委員会」の最終とりまとめ（2019年4月10日国土交通省航空局）、「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急計画」（2018年12月14日閣議決定）等の考えや近年の気象の変化、国際線外国人旅客数の急増等も踏まえることとする。

防災機能強化対策事業計画 概要

(2) 対策の内容

	内 容	
① 越波防止対策	● 1期島の南側・東側・北側護岸について、台風21号を含む近年の気象の変化等を踏まえて設計波（50年確率波）を見直し、護岸の前面で波を砕く機能を発揮する消波ブロックの設置も考慮した上で高潮・高波に対する護岸必要高を見直した。 ● 将来の沈下量、A滑走路等の適切な嵩上げを行うことなどを踏まえ、適切な護岸施工高（施工完了時点の高さ）を決定した。 ● 上記を踏まえて、南側・東側・北側護岸の嵩上げ、東側護岸の嵩上げに伴うA滑走路等の嵩上げ、南側護岸・東側護岸の消波ブロックの設置などを実施する。	
② 浸水被害防止対策	護岸必要高を超える高波による越波や集中豪雨等により、万が一、空港島内で浸水する事態が発生した場合への対策	● 重要な空港機能の維持・確保を図るため、T1の電源設備等の地上化、止水板の設置、水密扉の設置等を実施する。
③ 排水機能確保対策等		● 空港機能の早期復旧を可能とするため、排水ポンプの電源設備のシェルター化、移動電源車の導入、大型排水ポンプ車の導入等を実施する。

(3) 対策の事業費

約541億円

防災機能強化対策事業計画 概要

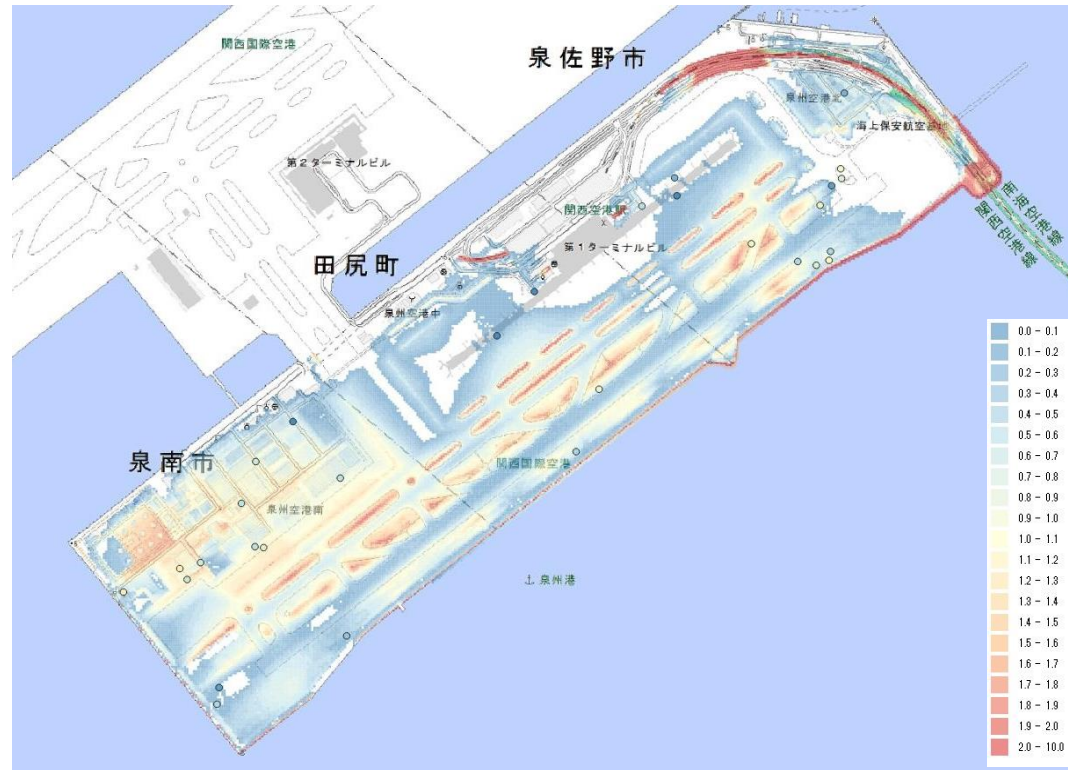
(4) スケジュール

- 工期的に比較的短期間内に対応可能な止水板の設置及び電気室等への水密扉の設置、大型排水ポンプ車の導入などについては、2019年6月末に完了。
- 南側・東側・北側護岸の嵩上げ、T1・KAP棟・AL棟の電源設備等の地上化、制御盤の嵩上げ等、排水ポンプ制御盤・受配電盤のシェルター化などについては、2020年度末までに完了。
- 東側護岸の嵩上げに伴うA滑走路・誘導路の嵩上げ、南側護岸・東側護岸の消波ブロックの設置及びT1周辺地区の擁壁の嵩上げ・延伸等については、工事に時間を要することから、2022年度末までに完了。

参考

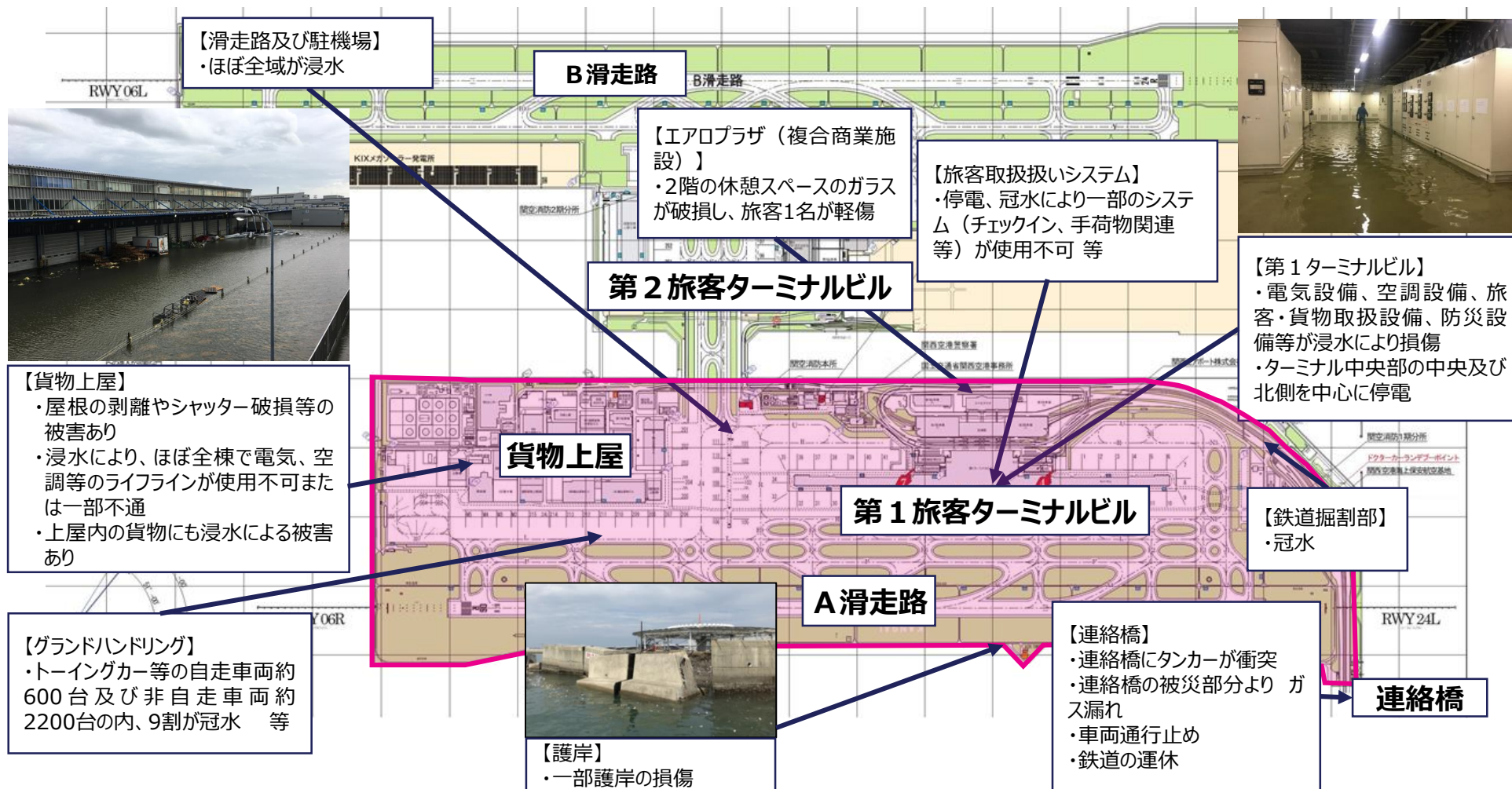
平成30年台風21号による総浸水量

- 浸水要因をもとに空港内の総浸水量を推算したところ、約230万～270万 m^3 であった。
- この結果は、浸水深の実測結果をもとにした総浸水量の推算(約270万 m^3)と概ね一致した。



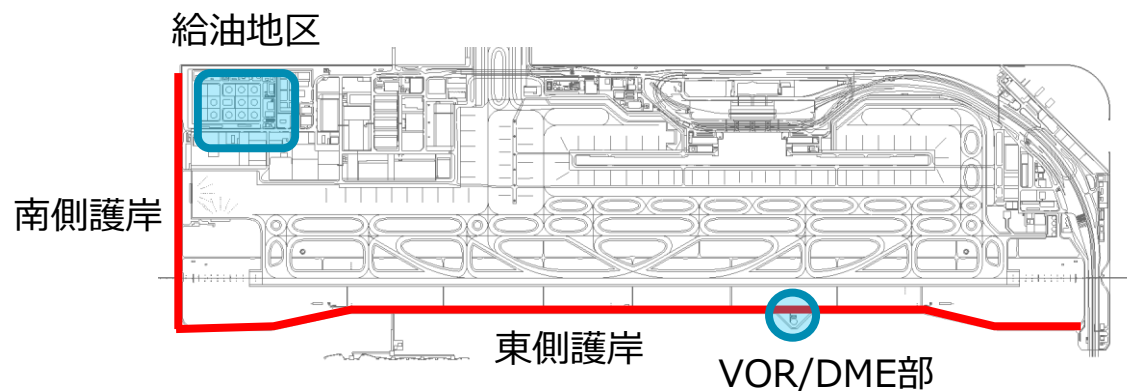
※浸水要因は、護岸からの越波、VOR/DME部の護岸転倒箇所からの流入、ポンプ停止による雨水排水管からの海水の逆流、降雨と推定。
※VOR/DMEは、航空機が自機の位置、距離情報を得るための航空機航行支援施設。

被災状況



護岸からの越波

- 総浸水量のうち、東側護岸からが約6割、南側護岸からが約3割の水量が越波
- A滑走路、エプロン等の基本施設が水没
- 給油地区が水没
- 想定以上の波圧により、護岸のVOR/DME部が転倒



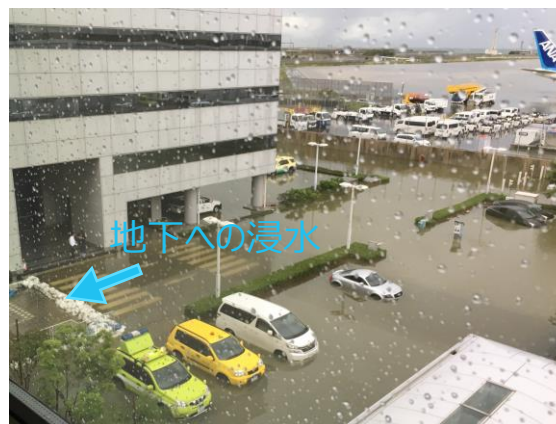
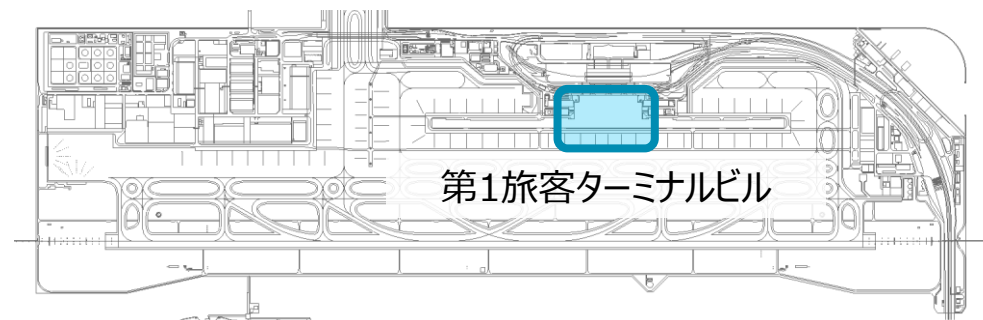
給油地区浸水



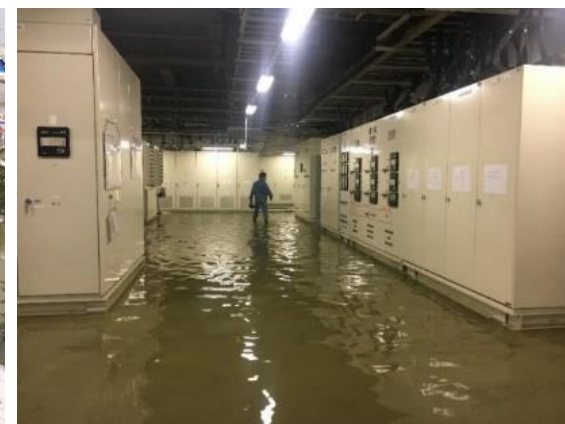
VOR/DME部の転倒

電力等の喪失

- 第1旅客ターミナルビルに達した海水が物販搬入斜路から地下へ流入
- 地下の電気室の浸水により高圧電気設備3基が損傷し、ビルへの電力供給の約半分が停止
- 地下の防災センター・中央監視室の浸水により防災設備・監視設備が損傷し、使用不能
- 国際線旅客手荷物取扱システム制御盤の浸水により、使用不能



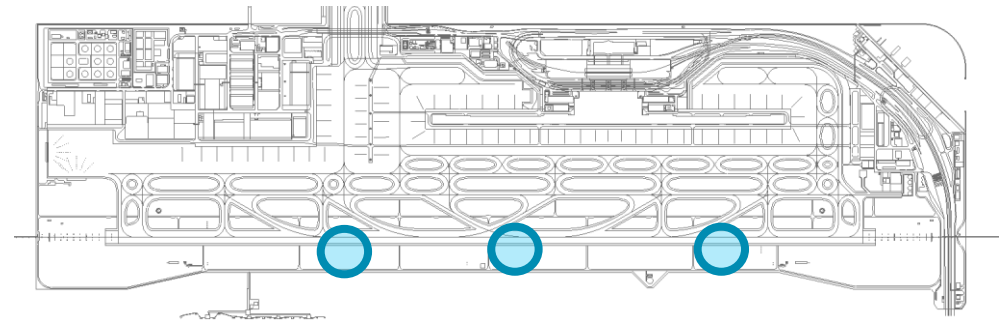
第1旅客ターミナルビル斜路前



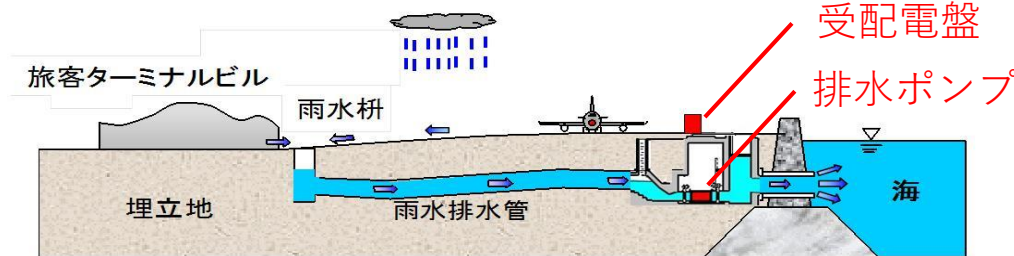
第1旅客ターミナルビル地下電気室

排水機能の低下

- 東側護岸近傍に設置されている3カ所の排水ポンプ受配電盤が越波・強風により損傷
- 1期島全体の排水能力約20万 m^3 /時のうち、排水ポンプ3カ所の機能停止により、排水能力約11万 m^3 /時が喪失



損傷した排水ポンプ受配電盤 3カ所



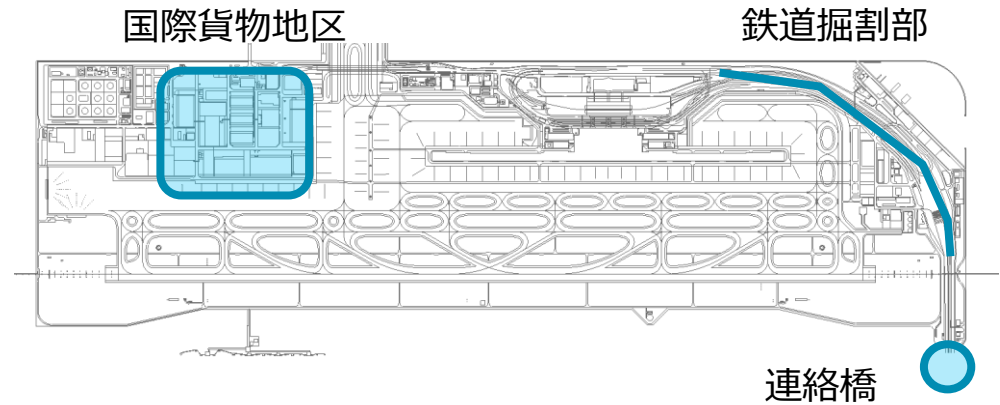
雨水と排水ポンプ



排水ポンプ受配電盤

その他空港施設・設備の損傷等

- 国際貨物地区への浸水・強風により、取扱貨物、電気設備、上屋、車両に被害
- 越波による海水により、鉄道掘割部が浸水
- 強風により、走錨したタンカーが連絡橋に衝突し、道路部及び鉄道部が損傷
- 浸水・強風により、ボーディングブリッジ、グランドハンドリング車両、上屋が損傷

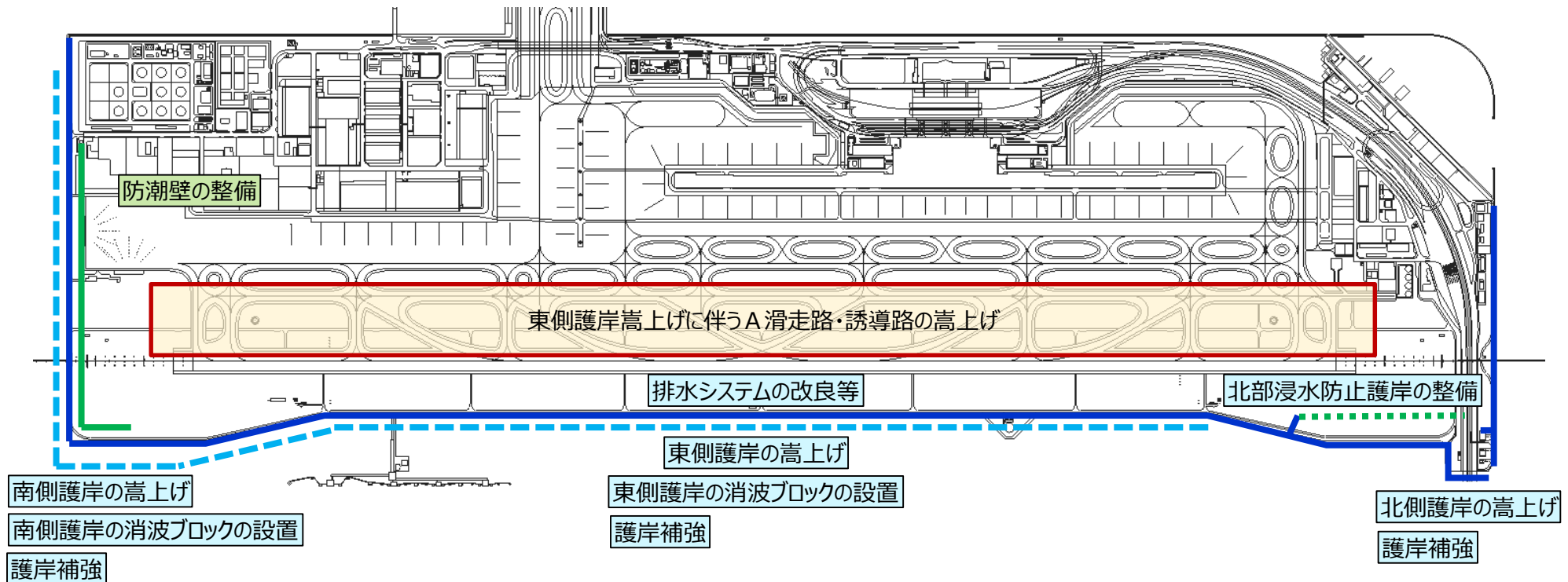


国際貨物地区



鉄道掘割部

①越波防止対策の概要 - 護岸の嵩上げ、消波ブロックの設置等 -



※護岸補強

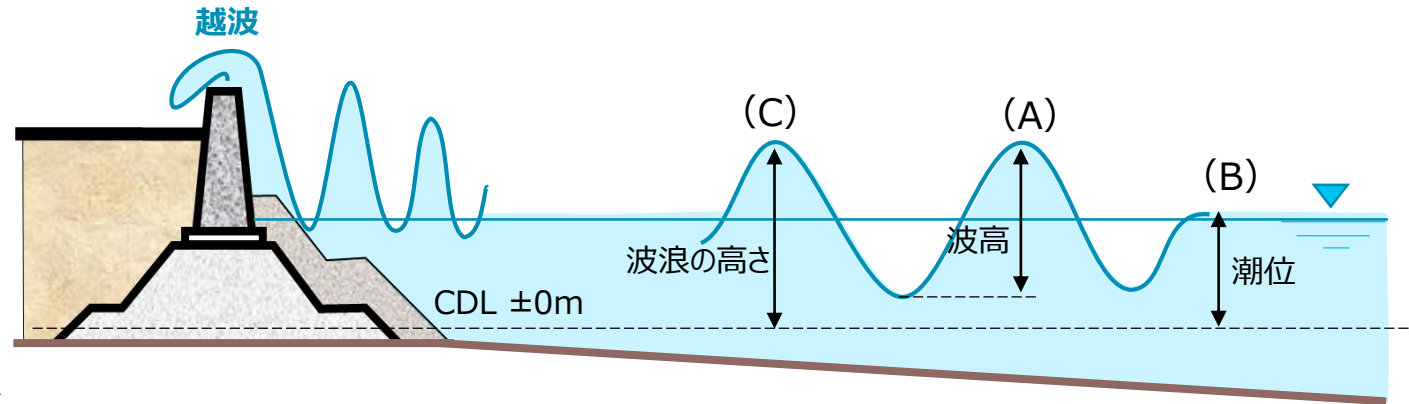
護岸強度に係る設計基準について、現行の50年確率波の外力(波力)に耐えられるものから、平成30年台風21号時の高波の外力(100年確率波の外力に相当)に耐えられるものへ変更し、南側・北側護岸の上部工に追加の鉄筋を挿入する等を実施。

※防潮壁の整備

空港島から陸域まで約4kmの東側海域に比べて、広く海洋が広がる南側海域は、普段から波高が高いことを踏まえ、万が一、南側護岸から護岸必要高を超える越波が発生した場合でも、空港島深部までの浸水を防止することができるよう、護岸背後の緑地帯にある既存の止水壁を活用した防潮壁(約1.5m嵩上げ)を整備。

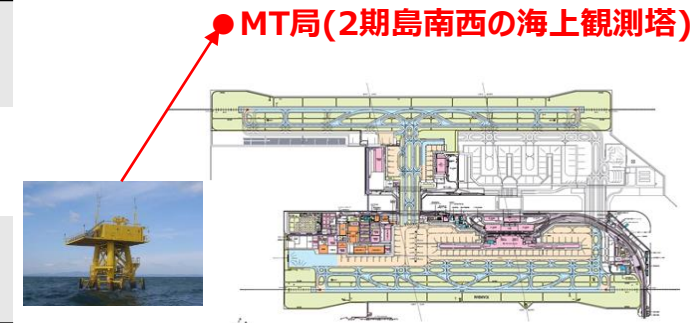
設計波(50年確率波)の改定

- 護岸の必要高の算定に用いる設計波（50年確率波）については、台風21号を含む近年の台風等の波高のデータを整理し、改定した。
- 護岸の必要高の算定に用いる潮位については、台風21号接近時の潮位は既往最高潮位(第二室戸台風の潮位)を下回ったことから、これまで同様、既往最高潮位を用いることとした。

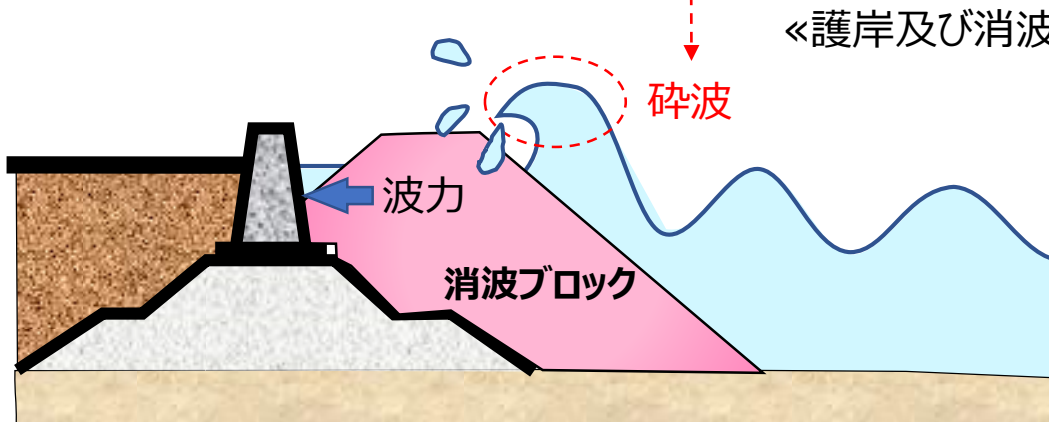
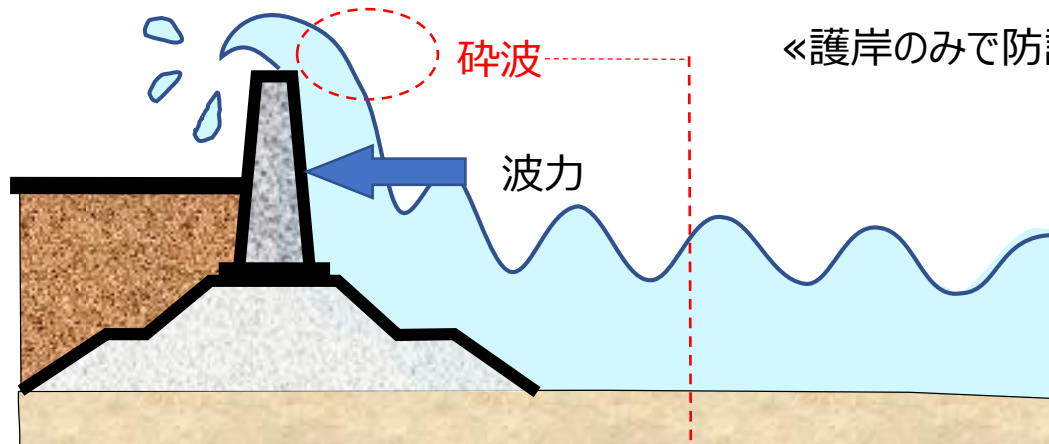


<関空MT局の例>

	台風21号	既設計条件	新設計条件
波高 (A)	5.2 m	3.7 m (旧設計波)	4.3 m (新設計波)
潮位 (B)	CDL+2.5 m	CDL+3.2 m (第二室戸台風)	CDL+3.2 m (第二室戸台風)
波浪の高さ (C)=(A)/2 + (B)	CDL+5.1 m	CDL+5.05 m	CDL+5.35 m



消波ブロックの効果



- 消波ブロックで波を砕波することにより、波の砕波位置を護岸から離すことができる。
- 護岸の上部工に作用する波力を低減できる。

設計波の改定に伴う護岸必要高の見直し等

- 1期島南側・東側・北側護岸の設計波(50年確率波)を改定し、護岸の前面で波を砕く機能を発揮する消波ブロックの設置も考慮した上で、護岸の必要高を見直したところ、台風21号による高波が越波した南側・東側護岸とあわせて、北側護岸も嵩上げが必要なことが分かった。
- 続いて、将来の沈下量等を踏まえ、適切な護岸施工高を決定した。
- なお、各護岸の必要高は、台風21号と同程度の潮位及び波高の高波が発生した場合であっても、これに十分対応できる高さであることを確認している。

	南側護岸		東側護岸			北側護岸	
	旧条件	新条件	旧条件	新条件		旧条件	新条件
	消波工なし	消波工あり	消波工なし	消波工なし ※1	消波工あり	消波工なし	消波工なし ※1
設計波（50年確率波）	3.6 m	3.9 m	1.7 m	2.2 m		2.8 m	3.4 m
護岸必要高CDL ※2	+6.0m	+6.3 m	+4.5 m	+5.6 m	+4.6 m	+5.0 m	+7.6 m
護岸施工高CDL ※3	-	+7.5 m	-	+6.6 m	+5.4 m	-	+8.0 m
護岸嵩上げ量	-	1.5 m	-	2.7 m	1.7 m	-	2.7 m
消波ブロック必要高CDL	-	+4.8 m	-	-	+3.4 m	-	-
消波ブロック施工高CDL ※3	-	+6.0 m	-	-	+4.3 m	-	-

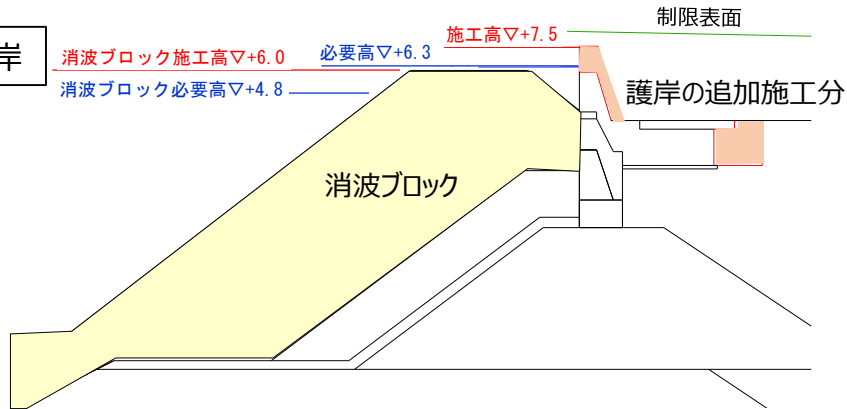
※1 東側護岸北側及び北側護岸については、海底から護岸が直立しており、大量の消波ブロックを設置することで近接する連絡橋取付部において大きな沈下が発生するおそれがあることから、消波ブロックを設置しない。

※2 新条件の護岸必要高には、将来の海面上昇分0.1mを含む。

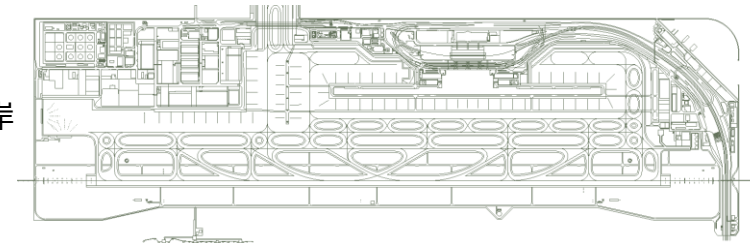
※3 施工完了時の高さ（護岸の嵩上げ：2020年度施工完了予定、消波ブロックの設置：2022年度施工完了予定）

南側・東側・北側護岸の施工イメージ

南側護岸



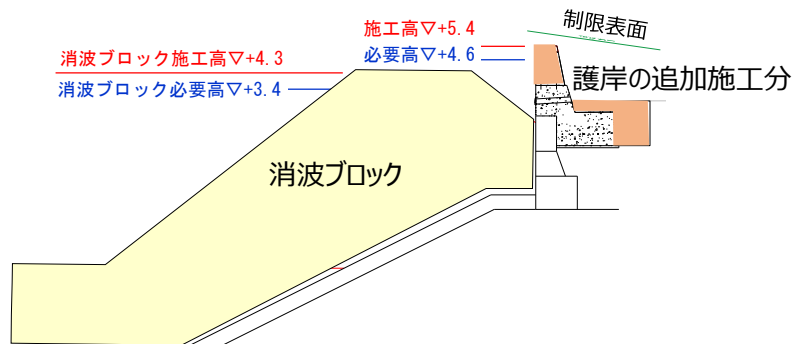
南側護岸



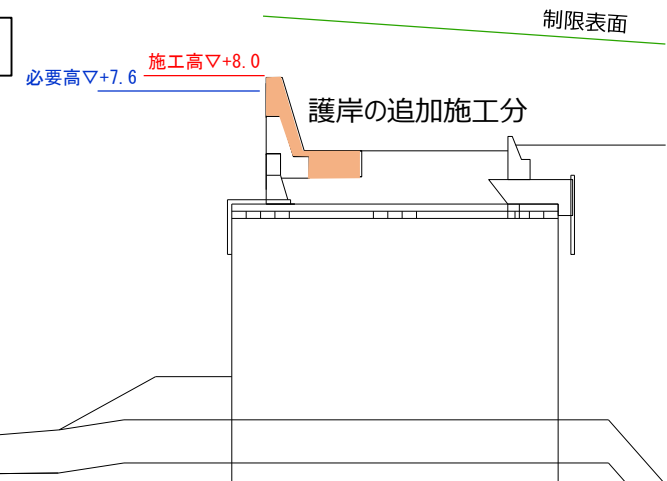
北側護岸

東側護岸

東側護岸



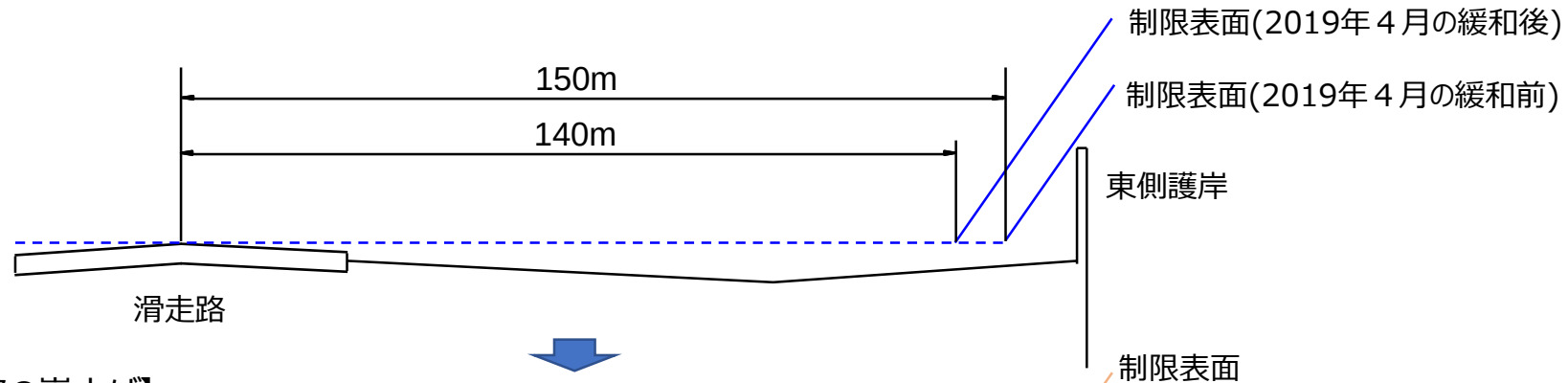
北側護岸



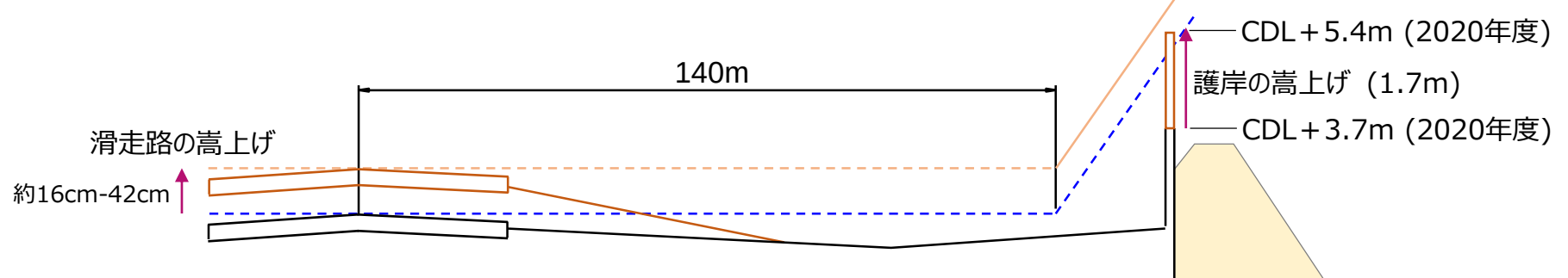
東側護岸嵩上げに伴うA滑走路・誘導路の嵩上げ

- 東側護岸の嵩上げに際しては、航空機の安全運航の確保の観点から、護岸の天端が滑走路からの制限表面(空港周辺における航空機の離着陸の安全を確保するための建築物等の高さの制限)に抵触することのないように措置する必要があることから、A滑走路・誘導路の嵩上げを行う。

【現状】



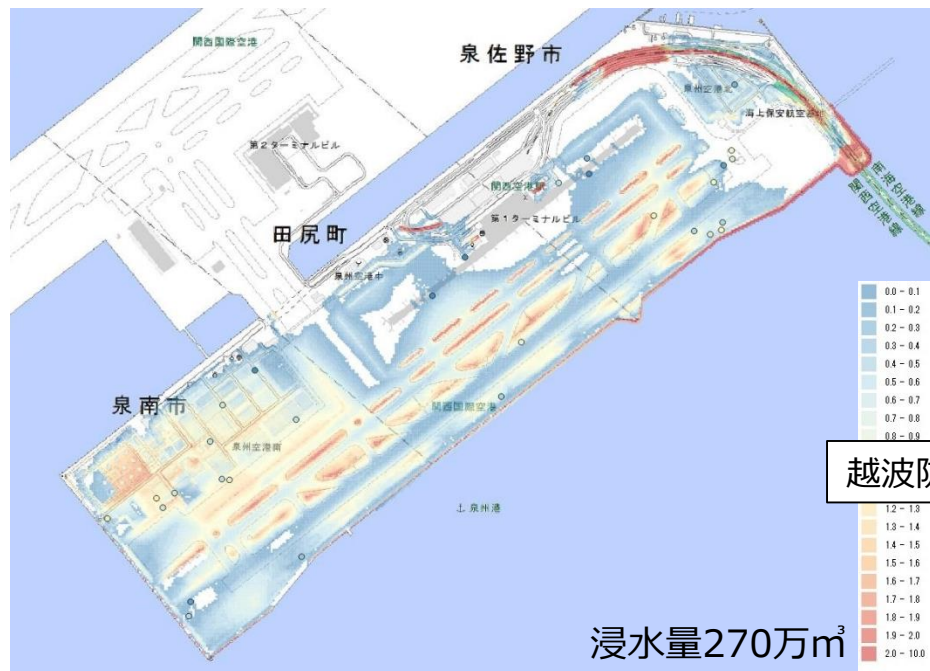
【護岸と滑走路の嵩上げ】



越波防止対策の効果

- 越波防止対策を実施した効果を検証
- 平成30年台風21号クラスに対し浸水量を大幅に低減

対策前



対策後

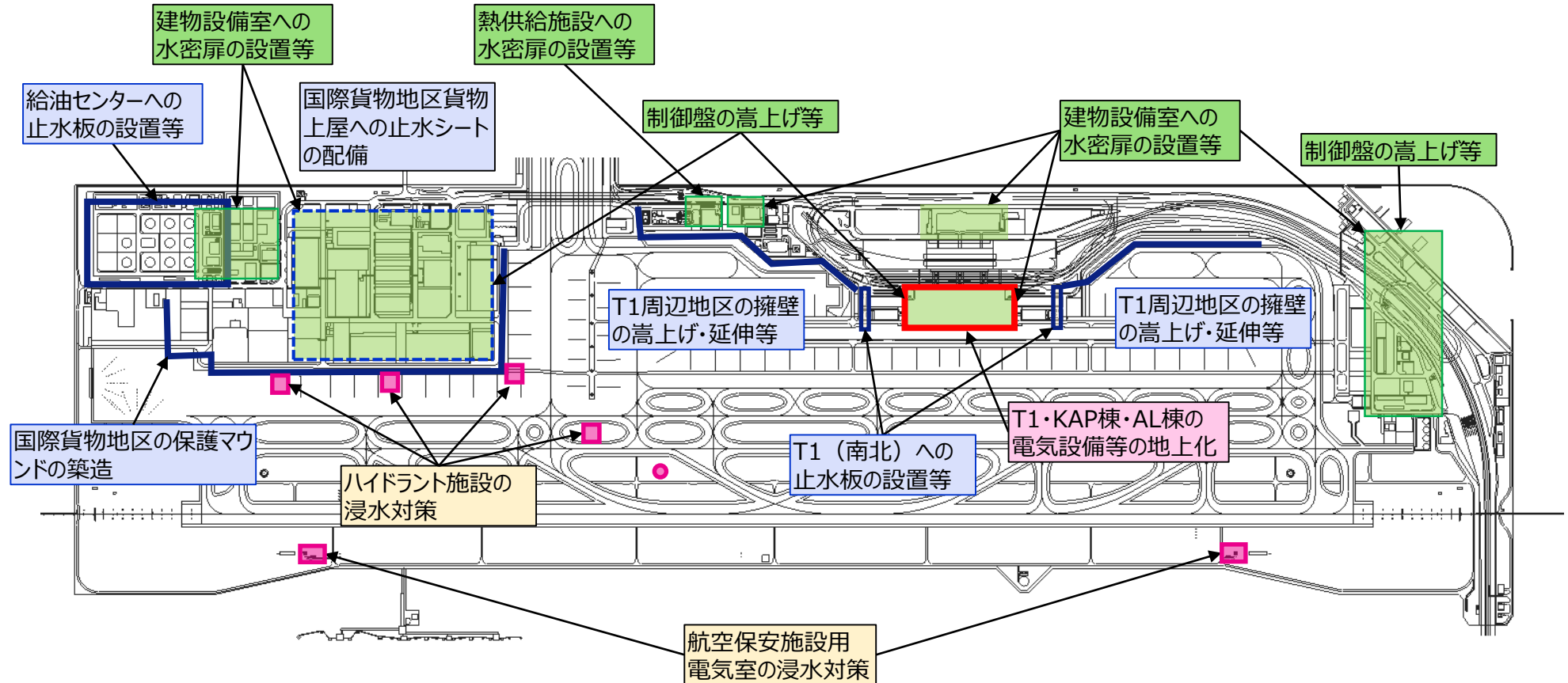


越波防止対策後

※平成30年台風21号と同程度の潮位及び波高の高波により、平成30年台風21号と同様に東側護岸及び南側護岸から越波した場合の浸水シミュレーション結果

※越波防止対策後の浸水量1万 m^3 については、既設排水ポンプ(1期島全体で10カ所設置。排水能力約20万 m^3 /時)で対応することで問題は生じない。

②浸水被害防止対策の概要



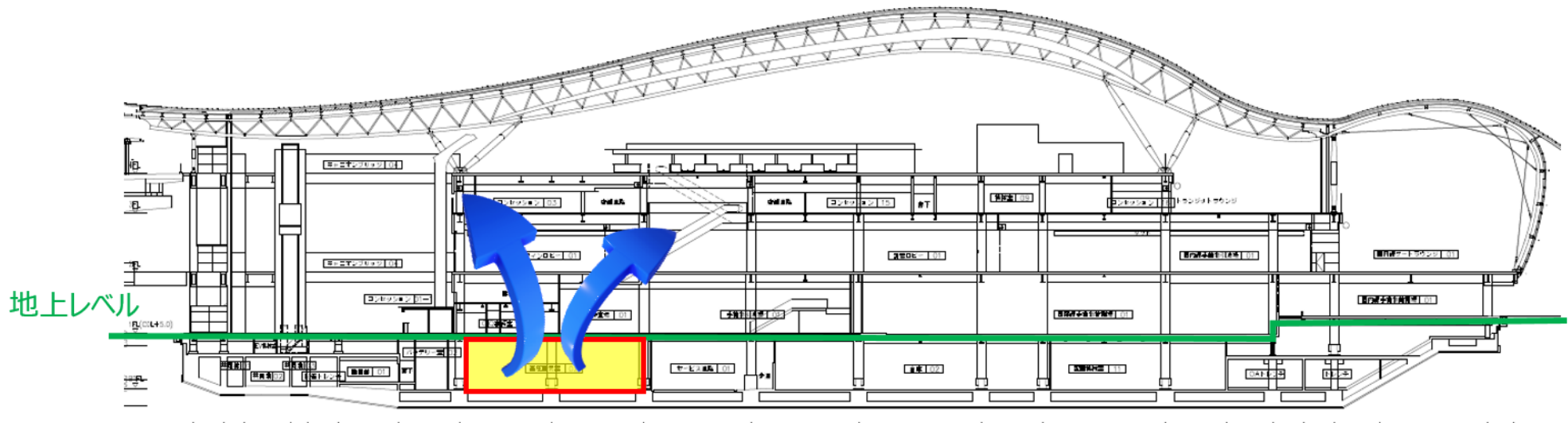
※共同溝の浸水対策

共同溝の出入口・換気口の躯体嵩上げや擁壁築造等を行う。

T1・KAP棟・AL棟の電気設備等の地上化

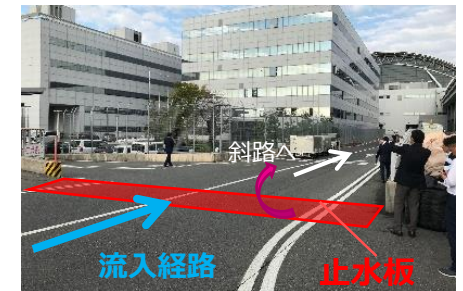
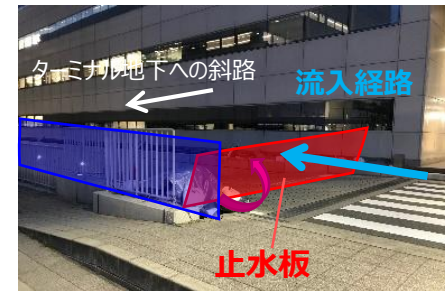
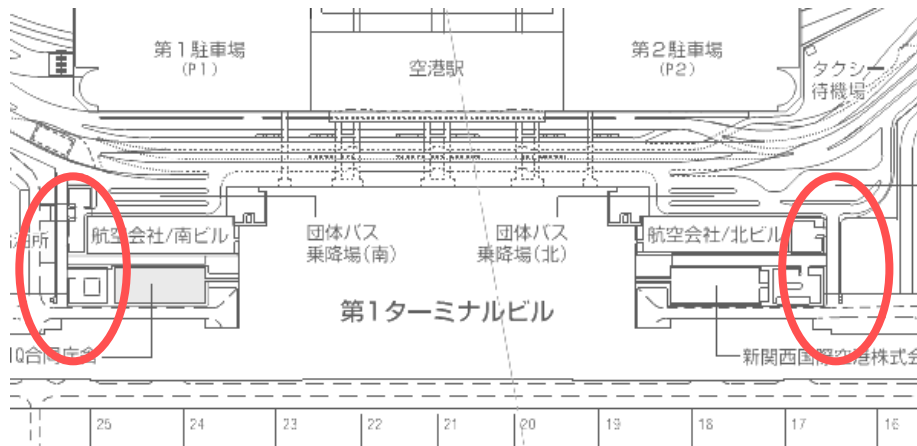
- T1・KAP棟・AL棟については、抜本的な浸水被害防止対策として、特別高圧電気室、高圧電気室、中央監視室、防災センター、放送設備等の電気設備等の地上化を実施する。

第1ターミナルビル本館 断面図



T1(南北)への止水板の設置等

- T1本館の地下にまで浸水が及ぶことを防ぐため、T1本館の周辺において、止水板の設置及び擁壁の嵩上げ・延伸等を実施する。さらに、水密扉の設置や制御盤の嵩上げ等を行うことにより、重要な施設があるT1本館周辺を対象として対策の二重化を図る。



T1地下への流入経路上に止水板を設置

国際貨物地区の保護マウンドの築造 国際貨物地区貨物上屋への止水シートの配備

- 国際貨物地区へ浸水を防止するためにGSE通路を20cm嵩上げすることで、100万 m^3 の浸水に対して国際貨物地区の防護が可能
- 台風接近時等には、貨物上屋への浸水を防止するため、貨物上屋の出入口等を事前に配備した止水シートで包む対策を実施



止水シート

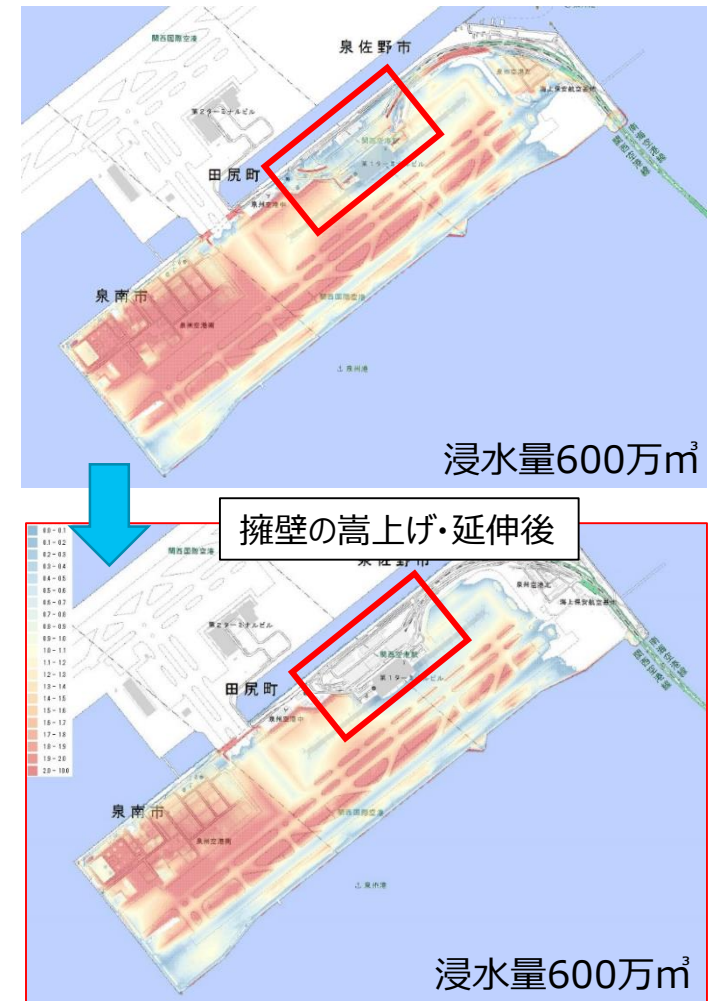


国際貨物地区の保護マウンド築造後

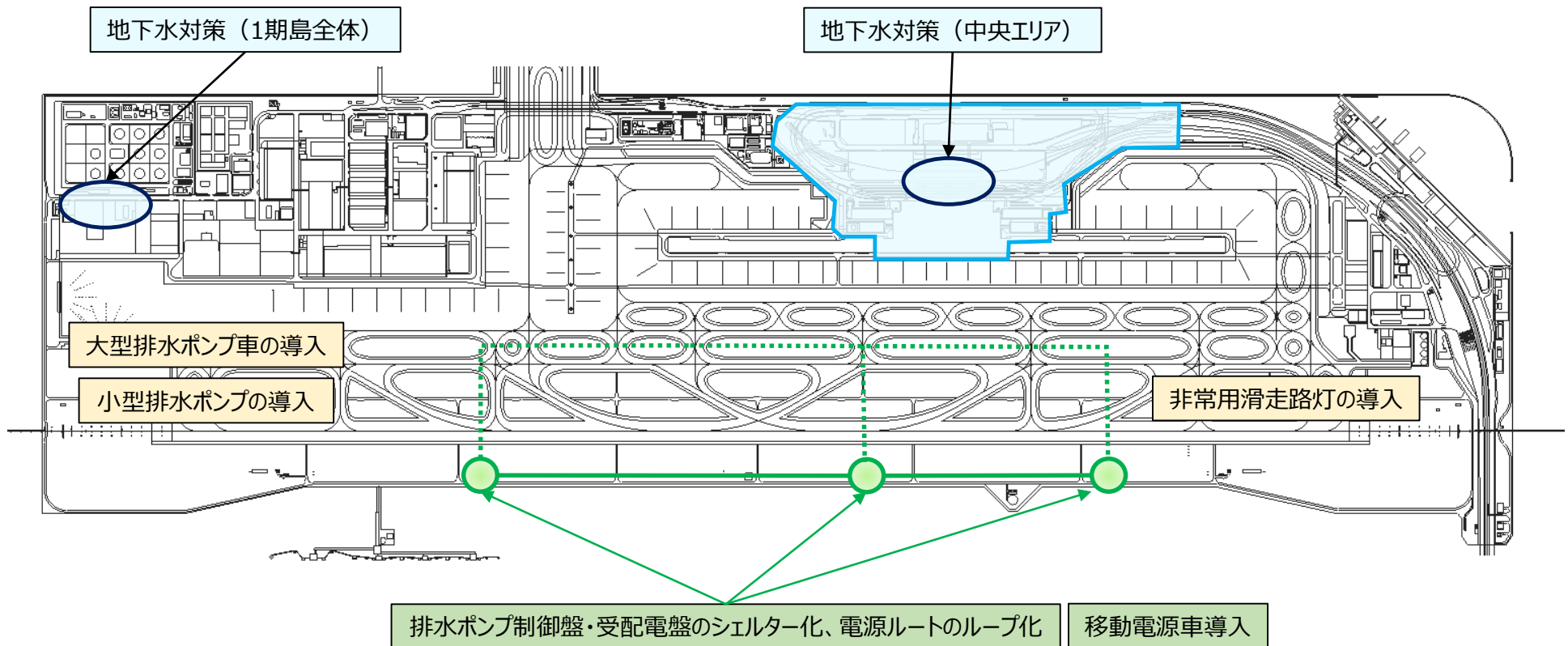


T1周辺地区の擁壁の嵩上げ・延伸等

- ターミナル地区へ浸水を防止するために約2mの擁壁の設置
- 600万m³の浸水に対して第1旅客ターミナルビル周辺地区の防護が可能



③排水機能確保対策等の概要 – 排水ポンプ浸水対策、大型ポンプ車の導入等 –



※地下水対策

地下水を低位に維持するために必要な機能強化を行う。

※非常用滑走路灯の導入

空港島内が浸水し、電源喪失、浸水による損傷等により、滑走路灯が使用不能となった場合でも、早期に滑走路の機能を確保するため、電池内蔵型・可搬型の非常用滑走路灯を導入する。

排水ポンプ制御盤・受配電盤のシェルター化、電源ルートのループ化 移動電源車導入

- 災害時においても排水ポンプの継続稼働を確保するため、電源設備のシェルター化及び電源ルートのループ化を行うとともに、電源設備損傷の事態に備え、排水ポンプへの電力供給が可能な移動電源車3台を導入する。

○排水ポンプ制御盤・受配電盤のシェルター化

【現状】

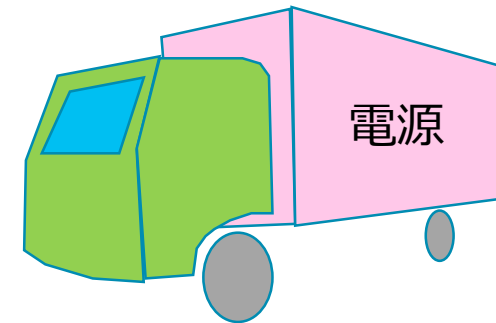


【対策後】



(シェルター化のイメージ)

○移動電源車導入



※ 仕様：500kVA 3台

大型排水ポンプ車導入及び小型排水ポンプ導入

■ 大型排水ポンプ車導入

浸水時の排水機能を強化し、空港機能の早期復旧等に資するため、大型排水ポンプ車 4 台を導入する。

■ 小型排水ポンプ導入

浸水時の排水機能を強化し、空港機能の早期復旧等に資するため、可搬式小型排水ポンプ17台を導入する。

○大型排水ポンプ車導入



※ 仕様：60m³/分 1台
30m³/分 3台

○小型排水ポンプ導入



防災機能強化対策事業計画の主な事業の実施スケジュール

緊急対策 (2019年6月末までに完了)		T1（南北）への止水板の設置、T1地下設備室への水密扉の設置、T1制御盤の嵩上げ、国際貨物地区貨物上屋への止水シートの配備、大型排水ポンプ車導入、小型排水ポンプ導入、非常用滑走路灯の導入				
	(年度)	2019	2020	2021	2022	2023
1.越波防止対策						
南側護岸・北側護岸の嵩上げ		■■■■■	————→			
東側護岸の嵩上げ		■■■■■	————→			
東側護岸嵩上げに伴うA滑走路・誘導路の嵩上げ		■■■■■	————→			
南側護岸・東側護岸の消波ブロックの設置		■■■■■	————→			
防潮壁の整備		■■■■■	————→			
2.浸水被害防止対策						
			送電切替			
T1・KAP棟・AL棟の電気設備等の地上化		————→	●————→			
T1周辺地区の擁壁の嵩上げ・延伸等		■■■■■	————→			
国際貨物地区の保護マウンドの築造		■■■■■	————→			
建物設備室への水密扉の設置等		————→				
制御盤の嵩上げ等		————→				
3.排水機能確保対策等						
排水ポンプ制御盤・受配電盤のシェルター化、電源ルートのループ化		■■■■■	————→			

■■■■■ 設計
———— 工事