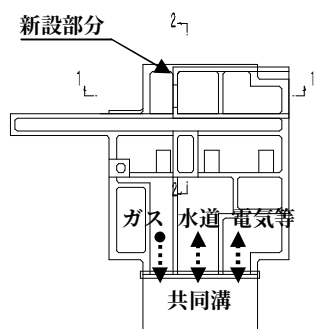


地下水の浮力を受ける共同溝工事のリスク管理

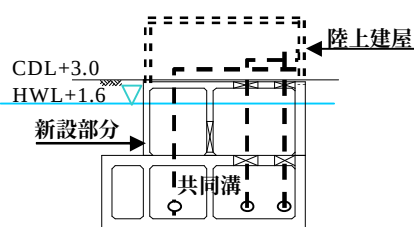
関西国際空港施設エンジニア株式会社 ○正会員 松本 義明
 関西国際空港株式会社 田川 浩
 関西国際空港株式会社 フェロー会員 島田 敬
 志真建設株式会社 高木 信広

1. はじめに

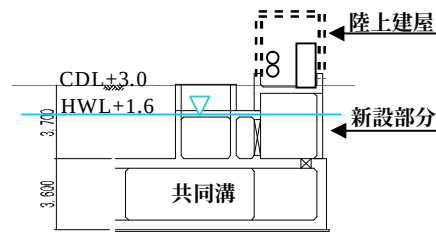
関西国際空港2期滑走路の供用に向けて、空港施設運営に必要なライフライン（電気・水道・管制施設）を1期空港島の共同溝から、延伸させる必要がある。本工事では地下水による浮力を受けた状態にある共同溝の開削を行い、2期空港島へ延伸するための陸上共同建屋との接続施設を構築する。本論文では、空港利用者へ不利益を与えないことを課題として、施工ミス起因とする事故を回避するために潜在するリスクを抽出し、リスク管理に基づいた安全な施工を計画するものである。



平面図



1-1 断面図



2-2 断面図

2. 共同溝改良工事におけるリスク対策

共同溝は護岸水際に位置しており潮の干満の影響や往年の地盤沈下の影響を受けて、附帯設備との接続部、躯体壁部にクラック等の破損が大小確認された。そのため、本工事におけるリスク対応方針を”共同溝の安定性に留意した安全性の高い施工を優先する”ものとした。

2. 1 リスクの特定

本工事を計画するにあたり、設計、計画、施工関係者による3者協議をおこない、各々の視点からリスクを抽出し、リスクの特定と対策を行う（表-1）。

表-1 リスク事象

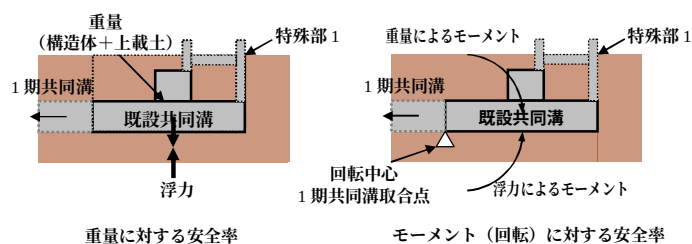
	予測されるリスク事象
設計	A 共同溝の安定計算ミスによる事故
	B 共同溝の構造図不足による不経済な設計
施工	C 躯体の破損による出水
	D 躯体の浮上による出水
	E 手戻りによる供用開始の遅延
	F 潮位の干満による止水の破損
	G 関係者の技術・連絡不足による事故

2. 2 対策工の評価

次に抽出されたリスクの影響度に応じて、対策方法を検討する。ここでは、対策工の有効性を同様工種の経験者、専門業者による経験則に基づき評価を行った。

①躯体の安定性を目的とする施工方法(A,D,E 対策)

躯体の安定性については、まず現況の共同溝の重量と浮力との安全率（重量比安全率=1.56、モーメント安全率=1.54）を確認し、施工中はこの安全率を保持することにより、浮力による躯体の挙動を抑制することとした。そして、施工条件等を考慮したうえで、掘削分に相当するカウンターウェイトを共同溝に載荷させる方法を検討した（表-2）。



キーワード：リスク管理、共同溝、カウンターウェイト、スラグ材、浮力、計測管理、空港施設

連絡先：関西国際空港株式会社 二期施設整備部 大阪府泉佐野市泉州空港北1番地 0724-55-2183

表-2 カウンターウェイトの設置条件

		掘削方法：深礎工法による土留掘削			共同溝 (施工前)
安全率 (無体積)	重量	1.39			1.56
	モーメント	1.22			1.54
カウンターウェイト材		砂	スラグ	敷鉄板(t=22mm)	—
カウンター ウェイト	単位体積重量(kN/m ³)	18	23	1.69kN/m ² /段	—
	設置範囲	共同溝内	共同溝内	地盤面	—
	厚さ(m)	1.8	1.8	16段(352mm)	—
安全率	重量	1.53	1.57	1.48	—
	モーメント	1.45	1.51	1.31	—
評 価		・重量バランスが崩れることにより、継手部への負担が懸念される	・ほぼ現状の安全率および重量バランスを確保することができる ・躯体への材料搬入が困難である	・躯体への材料搬入が無い ・ライナープレート山留への側圧が増加する	

②掘削時の仮設工法(C,E,F 対策)

仮設工法の選定については、施工位置の土質条件および、近隣の施工実績を調査したうえで工法の選定を実施した（表-4）。

表-4 止水工法の選定

	1案	2案
仮設工法	二軸分離式アースオーガによる砂置換 ＋止水鋼矢板	深礎工法 (ライナー式土留工法)
止水工法	止水コンクリート ＋薬液注入工法	薬液注入工法
評価	・止水の信頼性が高い ・削孔時に振動が発生 ・コストが高い	・近隣に同一工法による止水実績あり ・無振動にて仮設が可能

③躯体の挙動観測方法(D,E対策)

本工事では観測対象物が地下構造物であること、施設の損傷規模、リスク影響度を考慮した(表-3)。

表-3 挙動観測方法の選定

	1案	2案	3案
観測方法	レベルによる観測	精密計測機器による自動計測	精密計測機器による自動計測
監視方法	日中、技術員による監視	監視カメラによる24時間監視	日中、技術員による計測モニターの監視
評価	・測量誤差が大きい ・継手部の変位が計測できない	・24時間の監視体制 ・精密な計測(0.1mm単位)が可能 ・継手部の変位、沈下、傾斜がすべて管理可能	・精密な計測(0.1mm単位)が可能 ・継手部の変位、沈下、傾斜がすべて管理可能

2. 3 リスク対策

- ① 躯体の安定性を確保するため、掘削土量とバランスするウェイト(スラグC S 40 : 比重2.3 kN/m³ 軽いスラグ材)を躯体内へ設置した(写真-1)
- ② 掘削土量の最小化と振動を低減するため、深礎工法による土留(外型枠を兼ねる)を採用した
- ③ 止水工法は、近隣での施工実績から薬液注入工法を採用し、一般的な砂質土と比べ、安全性を高めるために注入率を割増した
- ④ 躯体の挙動観測は、施工時の継手挙動・沈下・傾斜を詳細に観測するため、案3を採用した(写真-1)
- ⑤ 不測の事態による海水の侵入に備え、自動運転型水中ポンプ(3inch)を配置した

- ⑥ 工事担当者、共同溝利用事業者への施工計画および緊急時連絡体制の周知徹底をはかる

以上、6項目をリスク対策として位置づけ、施工中はPDCAによる施工管理を徹底した。



写真-1 観測装置の設置

3. 対策工の効果

対策を実施した結果、それぞれの対策工に期待する要求性能・成果を満足することができた。また、施工履歴(カウンターウェイトの設置と掘削による重量変化)と躯体の沈下量を考察したところ、躯体は常に潮の干満による影響を受け、0.6mm程度の微小な挙動変化を繰り返しているが、掘削前に先行荷重を与えることによって、約0.6mm沈下した後は、浮力による影響を受けることなく安定した状態を保つことができた(図-1)。

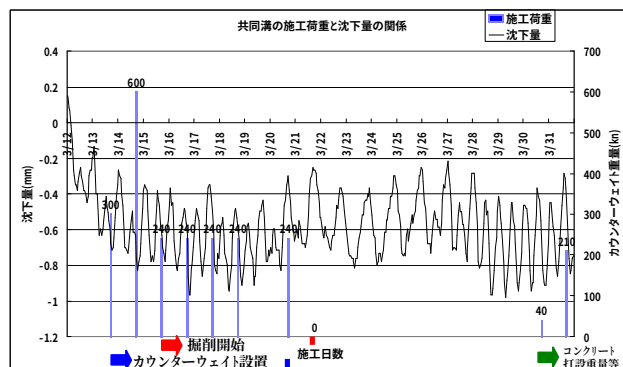


図-1 施工荷重と沈下量の関係

4. おわりに

今後、公共施設の維持・管理については、施設の運用を継続した状態で、施工を実施する必要がある。そのため、ひとたび事故が発生すれば、人命や企業の経済活動に影響が生じることも懸念され、これらのリスクを取り除く行動が重要とされる。

本工事で得られたリスク管理のノウハウとして、事業計画段階の3者協議(設計、計画、施工)によるリスクの抽出と対策が効果的であり、ときには有識者を含めた判断が必要とされる。そして、リスク管理に必要なコストを事業計画の予算に含めることも重要な課題と考えられる。