

共同溝の強靱化に向けた基本方針

共同溝の強靱化に向けた基本的な考え方

■背景・目的

- 羽田空港の共同溝は、古い箇所では竣工から35年以上が経過（目標供用年数50年）しており、老朽化や不同沈下が進行している。また、共同溝の耐震性能は、整備時点の基準に基づいているため、現行基準に対して耐震性能が十分確保できていないことも確認されている。
- 一方で、羽田空港は鉄道や道路トンネル等多くの地下構造物があり、共同溝の新設は課題が多いため、現在の共同溝の強靱化（長寿命化・不同沈下対策・耐震化）による継続使用が望まれる。
- そこで、共同溝の強靱化に向けた現状把握や性能照査を行うとともに、取り得る対策工法について整理を行った。本資料は、これらの検討結果をとりまとめた上で、共同溝の強靱化の実施に向けた基本方針を示すものであり、今後、具体的な対策計画を立案するにあたって、基礎資料として活用されることを目的とする。

■強靱化に向けた検討結果

- 共同溝の強靱化に向けた長寿命化・不同沈下対策・耐震化の各項目について検討を行い、以下の結論を得た。

<長寿命化>

- ・ 共同溝においては、中性化や塩害等に起因する材料的な顕著な劣化は認められず、構造性能に影響を及ぼす段階には至っていない。
- ・ また、劣化の進行予測結果から、中性化や塩害に対する残存耐用年数は100年以上と推定される。したがって、現行の点検・補修を続けることで、長期間にわたる供用が可能であると考えられる。

<不同沈下対策>

- ・ 共同溝の継手や収容物の変位は、大半の箇所においては、許容変位量以内に収まる予測であり、継続使用は可能と考えられる。
- ・ ただし、一部の継手部において、既に許容変位量を超過している、あるいは将来的に超過する可能性が確認されたため、当該箇所については、対策が求められる。

<耐震化>

- ・ 共同溝敷設箇所の多くで、液状化及び液状化に伴う浮上りの発生が予測される。また、耐震性能の不足も確認されたが、耐震性能の評価結果は、評価時刻によって変わる可能性も示唆された。
- ・ また、共同溝躯体の形状や地盤条件の変化が、断面力や継手挙動に影響することが確認された。したがって、構造・地盤条件の変化等を考慮して、重点的に対策を講じることが重要である。

羽田空港の共同溝は、目標供用年数を「100年又はそれ以上」と設定し、必要な長寿命化・不同沈下対策・耐震化を実施する。

1. 長寿命化の基本方針

- 共同溝の長寿命化にあたっては、現在実施している5年に1回の定期点検やその結果に基づく補修を適切に行っていくことを基本とする。

■劣化調査の結果・考察

[材料劣化の状況把握]

- 中性化深さは、20～40mm程度と、かぶり厚さ(50mm)には達していない。
- 塩化物イオン濃度は、全体的に非常に小さい。
- 圧縮強度は、一部を除いて、設計基準強度を満足している。

➡ 中性化や塩害等による材料的な劣化は確認できず、構造性能への影響は認められない。

[変状の発生特性の整理]

- ひび割れ等の変状の分布は、底版よりも頂版や側壁に集中。
- ひび割れ幅は、概ね0.2～0.3mm程度であり、顕著な進行も確認されていない。
- 「供用期間」「平均土被り」「荷重区分」「平均沈下量」「隣接躯体との平均沈下差」と変状数の相関はみられない。

➡ 変状の顕著な進行は確認されないため、対策の緊急性は低い。

■劣化進行予測の結果・考察

- 中性化・塩害による劣化進行予測の結果、鋼材腐食発生までの残存期間は100年以上と見込まれる。

➡ 緊急的な対策は不要。



適切な点検・補修を継続することで、100年以上の継続使用を目指す。

2-1. 不同沈下対策の基本方針

■不同沈下対策の基本方針

- 共同溝の不同沈下対策にあたっては、一部の継手部において許容変位量の超過が既に発生している、または将来的に超過が見込まれることから、**対策優先度を設定の上、その優先度に則り順次対策を進める。**
- 許容変位量の超過が見込まれない箇所についても、**動態観測結果に基づくモニタリングを継続する。**

■工法選定の方向性

求められる 対策

- 共同溝の継手部において、許容沈下量を既に超過している、または将来的に超過が見込まれる箇所が確認されている。
- このため、不同沈下を抑制する対策や、継手の変位量を低減・改善する対策が必要である。

対策実施に おける課題

- 共同溝内には多くの収容物が設置されており、施工スペースが非常に狭隘である。
- 共同溝内の収容物(ライフライン)には、切回し・移設が困難なものもある。
- 地上から施工する場合には、空港運用への影響(交通規制等)を考慮した調整が必要となる。
- 施工時には、共同溝周辺の埋設物(排水路等)との干渉への配慮が必要となる。



工法選定の 方向性

- 上記の課題を踏まえ、狭隘な施工スペースにおける施工性や、空港運用への影響に留意しつつ、以下の観点から整理し、適切な工法を選定する。
 - ✓ 地盤への対策 : 今後発生する沈下の抑制
 - ✓ 構造物への対策 : 沈下追従機能の向上

2-2. 不同沈下対策の工法例

分類		沈下の抑制			沈下追従機能の向上	
対策名称		① 支持杭設置 (外側+内側施工)	② 支持杭設置 (外側施工のみ)	③ 浮き杭設置	④ 可とう継手補修	⑤ 収容物の可とう化 (フレキシブル化)
工法例		高圧噴射攪拌工法 等	高圧噴射攪拌工法 等	高圧噴射攪拌工法 等	—	—
工法概要		共同溝躯体内部からの施工が可能な場合に、共同溝下部から支持層まで杭を造成し、躯体を支持することで、沈下の進行を抑制する工法	共同溝躯体内部からの施工が困難な場合に、共同溝躯体外部から横杭を造成する、または躯体両端部から支持杭を造成し、躯体を支持することで、沈下の進行を抑制する工法	共同溝下部の圧密沈下層に浮き杭を造成することで、将来的な沈下量を低減する工法	沈下により変形した可とう継手を補修または新設し、許容変位量を回復することで、今後の沈下に対する追従機能を確保する工法	沈下により変形等が生じた収容物を可とう性を有する部材への更新や補強を行い(可とう化)、沈下に伴う変位や応力を吸収させる工法
概要図						
対策効果		◎ ・施工箇所において高い沈下抑制効果を発揮可能	◎ ・施工箇所において高い沈下抑制効果を発揮可能	○ ・将来発生する沈下量の低減が可能 (※支持杭設置と比較して、完全に沈下を抑制するものではない)	△ ・継手の許容変位量をリセットすることで、将来沈下に対する追従性を確保可能 ・沈下自体は継続するため、再対策が必要となる可能性あり	△ ・収容物を可とう化(フレキシブル化)することで、将来沈下に対する追従性を確保可能 ・沈下自体は継続するため、再対策が必要となる可能性あり
適用性・施工性	躯体内部	△ ・躯体内部において、施工機械の設置スペースの確保が必要 ・空頭(概ね2.5m以上)の確保が必要 ・施工機械の改良や削孔方法の工夫等により、対応可能な場合あり	○ ・躯体内部に制約がある場合も施工可能	△ ・躯体内部において、施工機械の設置スペースの確保が必要 ・空頭(概ね2.5m上)の確保が必要 ・施工機械の改良や削孔方法の工夫等により、対応可能な場合あり	△ ・収容物の撤去または移設が可能な場合に施工可能	○ ・部分的な交換作業のため、躯体内部に一定の制約がある場合でも施工可能
	躯体外部	○ ・一時的な交通規制(運用制限)が必要	△ ・土留め掘削を伴うため、長期間の交通規制(運用制限)が必要	○ ・一時的な交通規制(運用制限)が必要	△ ・土留め掘削を伴うため、長期間の交通規制(運用制限)が必要	○ ・基本的に影響は小さく、施工制約は比較的小さい
想定される適用箇所		・段差、開き量が特に顕著で、今後の沈下に対して構造物への対策のみでは対応できない箇所 (躯体内部に施工機械を設置でき、かつ空頭2.5m以上が確保できる箇所)	・段差、開き量が特に顕著で、今後の沈下に対して構造物への対策のみでは対応できない箇所 (躯体内部に施工機械を設置できない箇所)	・周辺構造物等の影響により、支持層まで支持杭を造成できない箇所 ・支持杭設置箇所の隣接する継手部において、支持杭設置に伴う新たな沈下差の発生を抑制する必要がある箇所	・継手の許容変位量を超過する箇所	・収容物の許容変位量を超過する箇所 (対象となる収容物が一時的に供給停止できる箇所)
施工実績		あり(東京メトロ構内等)	類似事例あり(羽田空港)	あり(東京メトロ構内等)	あり(羽田空港)	あり(羽田空港、関西空港)

【適用性・施工性の凡例】

○:適用にあたり問題がない、又は効果が高い △:適用にあたり調整が必要となる ▲:条件により適用できない可能性がある ×:適用不可

2－3．不同沈下対策の優先度の基本的な考え方

- 不同沈下対策の実施にあたっては、継手部における許容変位量の超過時期に着目し、対策優先度を設定する。
- また、同一の優先度に分類される箇所については、施工条件、周辺施設や空港運用への影響、その他工事の実施状況等といった個別事情を踏まえつつ、実順序を決定する。

■ 不同沈下対策 対策優先度の区分

対策優先度	取扱い	適用箇所
高	速やかに対策実施に向けた検討を行う	● 既に許容変位量を超過している箇所 ● 今後10年以内に、許容変位量の超過が予想される箇所
中	必要に応じて対策実施に向けた検討を行う	● 今後30～40年程度で、許容変位量の超過が予想される箇所
低	従来通りの点検・維持管理を継続し、経過観察とする	● 今後約70年間は、許容変位量以内に収まる箇所 (＝供用100年時点でも、許容変位量の超過が予想されない箇所) ● カラー継手やスリップバーの許容変位量を超過している箇所 将来的な超過が見込まれる箇所

※ただし、不同沈下の進行状況や変状の発生状況を踏まえ、適宜対策優先度の見直しを行う。

3-1. 耐震化の基本方針

■耐震化の基本方針

- 共同溝の耐震化にあたっては、液状化及び浮上りの発生や耐震性能の不足が多くの箇所で確認されていることから、対策優先度を設定の上、その優先度に則り順次対策を進めることを基本とする。

■工法選定の方向性

求められる 対策

- 共同溝躯体において、加振時における断面力や継手の許容変位量の超過、躯体の浮上りが懸念される。このため、躯体及び継手の耐震補強ならびに浮上り対策が必要である。

対策実施に おける課題

- 共同溝内には多くの収容物が設置されており、施工スペースが非常に狭隘である。
- 共同溝内の収容物(ライフライン)には、切回し・移設が困難なものもある。
- 地上から施工する場合には、空港運用への影響(交通規制等)を考慮した調整が必要となる。



工法選定の 方向性

- 上記の課題を踏まえ、狭隘な施工スペースにおける施工性や、空港運用への影響に留意しつつ、以下の観点から整理し、適切な工法を選定する。
 - ✓ 躯体の補強対策（曲げ・せん断）
 - ✓ 継手の変位対策（抑制・緩和）
 - ✓ 地盤への浮上り対策

3-2. 耐震化の工法例①（躯体の補強対策）

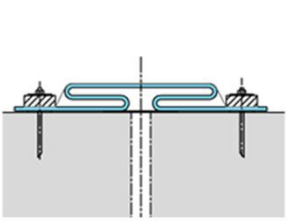
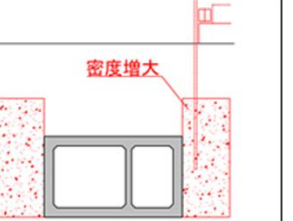
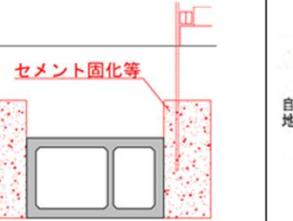
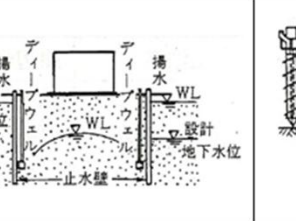
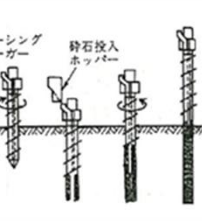
- 共同溝全域での対策が必要となる「せん断対策」において一般的な「せん断補強鉄筋挿入工法」は、特殊削孔ドリルや斜め削孔技術等により、共同溝の狭隘部でも施工可能であることを確認した。
- 対策箇所の内空寸法や収容物の設置状況を考慮し、他工法と組み合わせて最適な施工方法を選定することが重要となる。

		躯体の補強					
		内部補強案					外部補強案
		① コンクリート増厚工	② 鋼板接着工	③ 炭素繊維シート工	④ せん断補強鉄筋挿入工	⑤ 仮設補強工	⑥ 地盤改良工
分類		躯体の補強	躯体の補強	躯体の補強	躯体の補強	躯体の補強	地震応答値の緩和
工法例		コンクリート増厚工法	鋼板接着工法	炭素繊維シート工法	PHb工法、CCb工法	支保工	高圧噴射攪拌工法 等
工法概要		躯体内壁面にコンクリートを打ち足して一体化させ、断面を厚くし曲げ耐力やせん断耐力を向上させる工法	躯体内壁面に鋼板をエポキシ樹脂等で接着し、アンカーボルトで固定することで曲げ耐力を向上させる工法	躯体内壁面のうち引張側にエポキシ樹脂等で炭素繊維シートを接着することで曲げ耐力を向上させる工法	躯体壁面を削孔し、せん断補強鉄筋を所定間隔で挿入・定着することで、部材のせん断耐力を向上させる工法	剛性の高い補強部材（鋼材）を共同溝内に一定間隔で配置し、躯体に発生する断面力を低減する工法	躯体周辺を地盤改良することで、躯体と改良体で地震力に対して抵抗し、躯体への作用力を低減する工法
概要図							
対策効果	曲げ	○ 効果あり	▲ 外側引張には効果無し	▲ 外側引張には効果無し	× 効果が無い	△ 配置によっては効果あり	△ 工法・対策範囲によっては効果あり
	せん断	○ 効果あり	× 効果が無い	× 効果が無い	○ 効果あり	△ 配置によっては効果あり	△ 工法・対策範囲によっては効果あり
	評価	・曲げ・せん断両方の補強効果が期待される	・曲げ補強効果が期待される ・外側引張が生じる箇所には効果が無い	・曲げ補強効果が期待される ・外側引張が生じる箇所には効果が無い	・せん断補強効果が期待される	・曲げ・せん断両方の補強効果が期待される	・液状化対策を目的としたものだが、工法や範囲によっては、曲げ・せん断両方に対し補強効果が期待される（高圧噴射攪拌工法等については、過年度検討において補強効果が確認されている）
適用性・施工性	躯体内部	△ ・施工機械の設置スペースの確保が必要 ・施工スペース確保のため、収容物の移設が必要となる可能性がある	△ ・施工機械の設置スペースの確保が必要 ・施工スペース確保のため、ライフラインの移設が必要となる可能性がある ・資材が重量物のため、狭隘部への搬入時の施工性が悪い	△ ・施工機械の設置スペースの確保が必要 ・資材が軽量のため、搬入時の施工性が良い	△ ・施工機械の設置スペースの確保が必要 ・特殊削孔ドリルや斜め削孔の適用により、狭隘部での施工も可能	▲ ・施工機械の設置スペースの確保が必要 ・管路等の支障物の配置次第では適用不可 ・補強部材の設置により共同溝の使用性が低下 ・資材が重量物のため、狭隘部への搬入時の施工性が悪い ・補強部材はパイプサポートのほか、ブレース・ダンパー等が考えられ、X型、V型等の様々な形状があるため、収容物の配置状況に応じた設置の可能性がある	○ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は無い
	躯体外部	○ ・内部からの施工のため、外部への影響はない	○ ・内部からの施工のため、外部への影響はない	○ ・内部からの施工のため、外部への影響はない	○ ・内部からの施工のため、外部への影響はない	○ ・内部からの施工のため、外部への影響はない	△ ・一時的な交通規制（運用制限）が必要 ・曲げ・せん断効果について効果検証が必要
想定される適用箇所		・曲げ、せん断補強箇所 ・ハンチ部等、収容物への影響が小さい箇所	・曲げ補強箇所（内側引張）	・曲げ補強箇所（内側引張）	・せん断補強箇所	・収容物が少ない箇所 ・緊急的に耐震化対策が必要な箇所（対策実施までの暫定措置として）	・基本施設直下等の液状化対策が必要な箇所
施工実績		多数あり	多数あり	多数あり	多数あり	松山空港 （施工中の仮設支保として）	多数あり

【適用性・施工性の凡例】

○：適用にあたり問題が無い、又は効果が高い △：適用にあたり調整が必要となる ▲：条件により適用不可な可能性がある ×：適用不可

3-2. 耐震化の工法例②（継手の変位対策、地盤への浮上り対策）

		継手の変位対策		浮上り対策			
		内部補強案	外部補強案	外部補強案			
		① 継手の増設	② 地盤改良工	③ 密度増大	④ 固結	⑤ 地下水位低下	⑥ 過剰間隙水圧消散
分類		継手の補強	地震応答値の緩和	密度増大	液状化の抑制	地下水位低下	過剰間隙水圧消散
工法例		可とう継手増設工法	高圧噴射攪拌工法 等	CPG工法 等	高圧噴射攪拌工法 等	ディープウェル工法 等	ドレーン工法 等
工法概要		地震時に許容変位を超過する可能性のある箇所に継手を設置し、変位への追従機能を確保する工法	躯体周辺を地盤改良することで、躯体と改良体で地震力に対して抵抗し、躯体の変位を低減する工法	躯体周辺の地盤を締固めることで、密度を増大させ液状化に対して抵抗し、躯体の浮上りや不同沈下を抑制する工法	躯体周辺を地盤改良することでせん断変形を抑制させ液状化に対して抵抗し、躯体の浮上りや不同沈下を抑制する工法	液状化の可能性のある地盤の地下水位を強制的に低下させ、液状化発生リスクを低減する工法	躯体周辺の地盤にドレーンを設置し、過剰間隙水圧を消散させることで液状化を防止する工法
概要図							
対策効果	継手	○ 効果あり	△ 工法によっては効果あり	—	△ 工法によっては効果あり	× 効果無し	× 効果無し
	液状化浮上り	—	○ 効果あり	○ 効果あり	○ 効果あり	○ 効果あり	○ 効果あり
	評価	・継手の追従機能向上が期待される ・一般的な継手の性能限界である200mmを越える変位が予測される場合は、適用不可となる可能性がある	・液状化対策を目的としたものだが、工法や範囲によっては、継手の変位抑制効果が期待される	・構造物の浮上り対策効果が期待される	・構造物の浮上り対策効果が期待される	・構造物の浮上り対策効果が期待される ・地下水位低下により地盤沈下が生じる可能性がある	・構造物の浮上り対策効果が期待される
適用性・施工性	躯体内部	○ ・省スペースでの施工が可能 ・人力作業が可能	△ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は小さい ・工法によっては、施工時の躯体の変位等に留意する必要がある	▲ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は小さい ・施工時に躯体へ影響を与える可能性があるため、その影響について検討の上で、適用可否を判断する必要がある	△ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は小さい ・工法によっては、施工時の躯体の変位等に留意する必要がある	▲ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は小さい ・地盤沈下による構造物への影響が懸念される	○ ・外部からの施工のため、躯体内部への影響は小さい
	躯体外部	○ ・内部からの施工のため、外部への影響は無い	△ ・一時的な交通規制（運用制限）が必要	△ ・一時的な交通規制（運用制限）が必要	△ ・一時的な交通規制（運用制限）が必要	▲ ・長期間の交通規制（運用制限）が必要	▲ ・長期間の交通規制（運用制限）が必要
想定される適用箇所		・地震時に継手の許容変位超過が予想される箇所	・地震時に継手の許容変位超過が予想され、かつ液状化対策が必要な箇所	・地震時に継手の許容変位超過が予想され、かつ液状化対策が必要な箇所	・地震時に継手の許容変位超過が予想され、かつ液状化対策が必要な箇所	・日々の復旧が不要な箇所 ・地盤沈下の懸念が無い箇所	・日々の復旧が不要な箇所
施工実績		空港での実績あり （羽田空港で類似実績）	空港での実績あり （液状化対策として）	空港での実績あり	空港での実績あり	空港での実績なし	空港での実績なし

【適用性・施工性の凡例】

○：適用にあたり問題が無い、又は効果が高い △：適用にあたり調整が必要となる ▲：条件により適用不可な可能性がある ×：適用不可

3-3. 耐震化の優先度の基本的な考え方

- 耐震化の実施に向けては、対策必要箇所が多く存在することから、羽田空港内の共同溝をいくつかのエリアに分け、共同溝の構造的な安全性と、被災時に空港運用へ与える影響の大きさの観点から、エリア毎の優先度を設定する。
- その上で、各エリアにおいて必要な耐震性能照査等を実施し、必要な対策を講じていく。

■優先度の区分

発生の可能性	可能性		3	2	1
	項目				
	躯体の損傷又は変状		・L1でOUT(曲げ、せん断) ・L1に対する浮上り、沈下による縦断方向に対する損傷の発生	・L2でOUT(曲げ、せん断) ・L2に対する浮上り、沈下による縦断方向に対する損傷の発生	・液状化対策実施済

重大性(※)	重大性		A	B	C
	項目				
	空港運用の継続性		・基本施設	・構内道路	・左記以外
	施設の重要性(ライフライン)		・幹線ライフラインを収容するエリア	・主な受配施設へ接続するライフラインを収容するエリア	・左記以外

※:「空港運用の継続性」、「施設の重要性」のうち、優先度区分が高い方の評価を採用するものとする。

■優先度の設定例

