

# 那覇港臨港道路沈埋トンネルにおける維持管理の検討

阿部龍介\*・金正富雄\*\*・名嘉康行\*\*\*

\* (財) 沿岸技術研究センター 調査部 主任研究員

\*\* (財) 沿岸技術研究センター 調査役

\*\*\* 内閣府 沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所 工務課 工務係長

那覇港臨港道路(空港線)沈埋トンネルは、フルサンドイッチ構造、ベローズ継手の採用、大断面(片側3車線×2)、基盤層の起伏及び表層地盤強度のバラツキ、台風の常襲地帯における沈埋トンネルの整備であることなどの特徴がある。

本稿では沈埋トンネル本体に付属する設備類および立抗上部(建築物)の維持管理について報告する。

キーワード：維持管理、計測管理、点検レベル、管理基準値、設備

## 1. はじめに

那覇港臨港道路(空港線)沈埋トンネルは、那覇ふ頭港口部を海底トンネルで横断し、波の上地区と那覇空港を8函の沈埋函で直結させる延長約1.1kmの自動車専用道路トンネルであり、沖縄県初の海底トンネルとなる。

那覇港(那覇ふ頭地区)道路(空港線)トンネル付属施設、換気塔建築物付属設備、その他付属設備(護岸、外構)の維持管理について報告する。

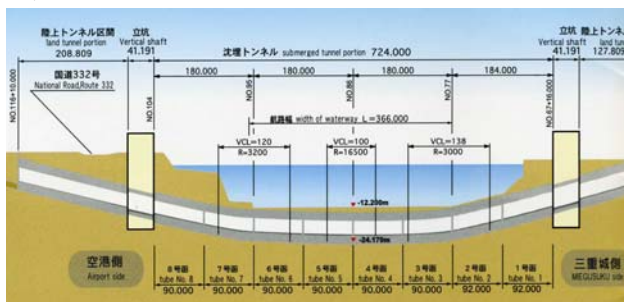


図-1 沈埋トンネル概要図



図-2 那覇ふ頭港口部

## 2. 維持管理

臨港交通施設を常に良好な状態に保つためには、トンネル本体に加え、沈埋トンネルに付属する設備類及び立抗上部(建築物)について各施設に適した頻度で適切な処置を講じることが重要である。

特に、トンネル付属設備についての維持管理は、点検、修理、部品交換および分解清掃等を実施することにより常に良好な状態に保全・維持し、円滑な交通と安全性を確保し、第三者に対する障害を未然に防止することを目的としている。

また、維持管理点検により、早期に損傷や劣化を発見して状況に応じた適切な補修等の処置を講ずることにより、その拡大や2次的な損傷を未然に防ぎ、良好な機能の確保が求められている。

さらに、継続的に維持管理点検を実施することにより、蓄積された点検結果や支出された維持管理費用について分析を行うことで、将来的に必要な維持管理修繕費用を算出し、施設寿命等を踏まえた長期的ビジョンを持って施設の補修計画および更新計画を図ることも可能である。

### 2.1 維持管理対象の整理

維持管理(トンネル付帯設備に限る)の対象を各区分ごとに整理すると、図-3のようになる。

主要設備については、トンネルを供用するために必要な機材であり、「換気設備、非常用設備、排水設備、電気設備、照明設備」は、常時稼動状態を保つため24時間管理が必要であり、空港側換気塔に、監視センターが設置される。

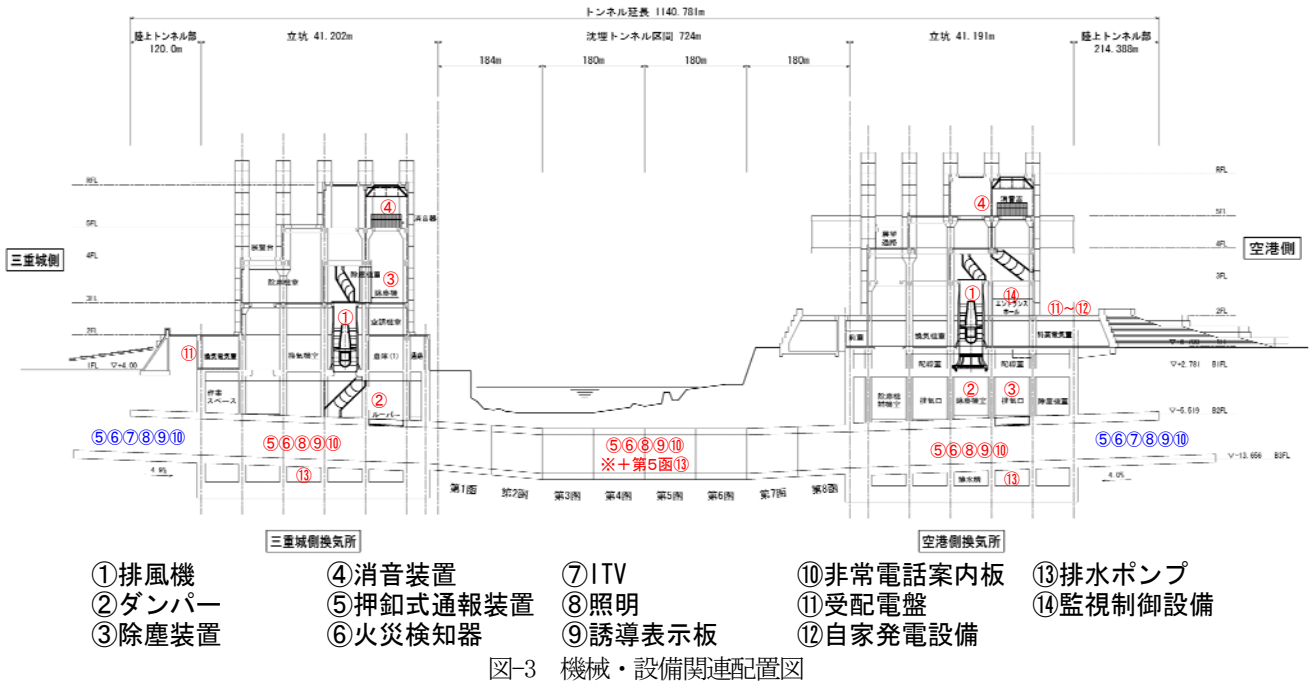


図-3 機械・設備関連配置図

## 2.2 維持管理レベルおよび耐用年数

設備・機械・電気設備はトンネル本体や土木構造物に比較して、耐用年数が短く、性能を維持するために分解修理・交換等が必要であるものや、電球・フィルター・消火剤等の消耗品扱いとなるものもある。また、消防関係設備や昇降機（エレベーター）等の機器・設備は、法定点検等が義務付けられている。これらの設備の維持管理点検については、維持管理マニュアルに記載せず、各機器のマニュアルや運転マニュアルに従い実施するものとした。維持管理レベルを表-1に示す。

表-1 維持管理レベル

維持管理レベル	説明	部材性能・経年変化
I	初期対応のみで性能を保持（無補修） 供用期間を通して要求性能を満足する性能が維持できる	
II	予防保全的な対策で性能低下に対処 性能低下を防止する対策を損傷が軽微な段階で供用期間中実施する	
III	事後保全的な対策で性能低下に対処 損傷劣化により性能を満足できなくなった際に事後的に対策を行う	

## 2.3 各部位の耐用年数について

設備関係維持管理周期（分解・部品交換等）を表-2に示す。維持管理レベルは「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」<sup>1)</sup>に基づき設定した。また、各機器・設備については仕様書及びヒアリング等により概略の耐用年数を整理した（表-3）。ここで、沈埋トンネル本体の設計供用期間は100年であり維持管理レベルIに設定されている。耐火被覆は、30年以上使うことも可能とされているため、供用後の状況を見て判断することとした。

換気所立坑の本体部（RC造）及びその他付属施設である護岸（整備中）については維持管理レベルIIを、設備・機械等については維持管理レベルIIIを設定した。

表-2 設備関係維持管理周期

設備名称	対象機器等	項目	維持周期
換気設備	排風機	分解整備（清掃を含む）	10年/回
	ジェットファン	分解整備（清掃を含む）	10年/回
	除塵設備	フィルタメディア交換	4年/回
		分解整備	8年/回
計測機器	点検(VI, CO, AV)	5年/回	
	非常用設備	泡消火栓/消火器	定期点検（清掃を含む）
電気関係設備	電気関係	点検	1年/回
	路面排水設備	排水ポンプ	分解整備
排水設備	排水溝	排水槽清掃	5年/回
	照明設備	灯具	清掃, 灯具交換
灯具		安定器交換	10年/回
受変電設備	排風機	分解整備（清掃を含む）	1年/回

表-3 耐用年数（設計・想定）及び維持管理レベル

(設計仕様)		設計耐用年数	維持管理レベル	維持管理レベル設定の考え方	
沈埋トンネル	主要部材	沈埋部外鋼板(合成構造)	100	I	電気防食工の陽極耐用年数（設計供用期間100年）より、変状を防ぐ『維持管理レベルI』を設定（「亜鉛照合電極の電圧を測定することで、電気防食工の健全性を評価」）
		沈埋部内鋼板(合成構造)	100	II	沈埋部内側鋼板防食は塗装（F10仕様）。設計供用期間中には予防保全的な対応として塗替塗装が必要であり『維持管理レベルII』を設定
		埋立部継手	100	I	構造的に重要な部材であり、本体構造と同様レベルIを設定
		沈埋部(RC部材)	100	I	鋼板にサンドイッチされた経年劣化が発生しない構造のため『維持管理レベルI』を設定
		内面塗装	30	II	
		計測システム	15	I	初期計測を目的として設置、耐用年数経過後は使用しない
その他	土被り	100	II	沈埋面上土被りは、函体安定上必要であり、定期的観測の必要性から予防保全的対策を施し変状発生を防止する『維持管理レベルII』を設定	
換気所立坑	主要部材	本体部RC部材	100	II	設計供用期間中は、コンクリート部材の経年劣化を想定して、予防保全的な対策を施すことで変状の発生を防止する『維持管理レベルII』を設定
		基礎部RC部材	100	II	
陸上トンネル	主要部材	本体部RC部材	100	II	経年劣化による継手部からの漏水を想定して、予防保全的な対策を施すことで変状発生を防止する『維持管理レベルII』を設定
		継手部	100	II	
トンネル付属主要施設	主要設備	換気設備	10~20	III	設備の要求性能を満足できない場合に事後保全的な対策を実施することを想定した『維持管理レベルIII』を設定
		非常用設備	10~20	III	
		排水設備	10~20	III	
		電気設備	10~20	III	
	その他	舗装路面	10	III	部材の要求性能を満足できない場合に事後保全的な対策を実施することを想定した『維持管理レベルIII』を設定
		排水溝	20~50	III	
		耐火被覆	30	III	
		内装設備	30	III	
躯体以外建築	建具	50	III	部材・施設の要求性能が満足できない場合に事後保全的な対策を実施することを想定した『維持管理レベルIII』を設定	
	建築付属設備関係	50	III		
その他付属施設	護岸	本体	100	II	コンクリート部材経年劣化を想定し予防保全的な対策を施し変状の発生を防ぐ『維持管理レベルII』を設定
		その他	50	III	
	外構	換気塔周辺諸施設	20~50	III	施設・部材が要求性能を満足できない場合に事後保全的な対策を実施を想定し『維持管理レベルIII』を設定

表-4 点検レベルと分類

点検レベル	点検人数	点検方法	点検内容	資格等
I	1人程度	歩行巡回	目視観察	資格は問わない
II	2人程度	歩行目視、車中目視	目視観察	有資格者が望ましい
III	3人程度	計測値 近接目視、打音検査	計測結果の判定 目視観察	専門家の意見や指導を受ける
IV	3人以上	計測値 近接目視、打音検査 測量、非破壊検査	計測結果の判定 目視観察 調査結果考察	専門家及び学識経験者の指導を受ける
V		計測値 近接目視、打音検査 測量、非破壊検査 構造解析	調査結果の判定 目視観察 調査結果考察 安全性判定	

### 3.2 点検員の資格

構造物の点検を適正に行うために、点検レベルIII以上の点検には、維持管理に関する専門的知識及び技術文は技能を有する点検員を1名以上配置し、点検調査を実施することが望ましい。

- ①大学卒業後3年以上の電気・機械・設備に関する実務経験を有する者。
- ②短大・高専卒業後5年以上の電気・機械・設備に関する実務経験を有する者。
- ③高校卒業後8年以上の電気・機械・設備に関する実務経験を有する者。
- ④前項①～③と同等以上の能力を有すると認められる者。
- ⑤法令点検等は、法令で定める資格者が実施する。

点検結果は、点検員の判断によるところが大きいため、上記のような実務経験を積み、かつ道路トンネル付属施設および点検に関する専門的な知識を有した1名以上の点検員と、トンネル付属設備および点検に関する基本的な知識を有する複数の点検補助員によって構成されたチームで作業を行うことが望ましい。補助点検員は点検員の指示に従い業務を遂行するものとする。点検は一般に1チーム3名程度の編成となる。

点検レベルIV以上(詳細定期点検、詳細地震時点検、詳細臨時点検)において、諸設備に関する専門資格を有している技能者が実施することとした。

### 3.3 法令点検と対象設備

立坑地上部(換気塔)は、建築物として届出した部分は「建築基準法等」に従い点検を行うこととなる。また、内部に設置される法令点検の対象となる施設については、表-5に示す点検等を実施する必要がある。

ここで、本トンネルの点検資格者としては、受記電自家発電設備燃料タンクが対象となるが、規定の容量以下の貯蔵数量であるため、危険物取扱者の資格は不要である。また、防火管理者(甲種・乙種)が必要であるが、いずれも講習により資格を取得後、保有者届を消防に提出することとなる。(空港側:非常放送設備あり:甲種、三重城備なし:乙種の予定)

## 3. 点検方法について

### 3.1 点検のレベル、内容

点検の重要度に応じて表-4のように定めた。点検の基本は目視確認であるが、レベルIII以上は近接目視を実施することとした。ここで、専門家とは、「技術基準対象施設の維持に関し必要な事項を定める告示(国土交通省告示第三百六十四号)第三条に示される者」を言う。

表-5 法令点検と対象設備

設備名	法令	内容
トンネル設備	無線通信補助設備	電波法(第73条) 電気通信管理局による定期検査(1回/5年)
	ラジオ再放送設備	有線ラジオ放送法 運用状況を電気通信管理局に報告
	燃料タンク(自家発電装置)	消防法 定められた点検項目の実施報告保管
	受配電自家発電設備	電気事業法 電気主任技術者の選任・管理
換気所	エレベーター	建築基準法 昇降設備定期点検
	避難通路	防火管理者の選任:点検報告書
	消防法対象設備	消防法 消防メーカー委託(1回/年)

3.4 点検の流れ, 点検項目

設備点検の事例として、定期点検フロー(図-4)を示す、点検員が判断する部分と管理者が判断する部分、管理者と協議して専門家に委託する場合など、それぞれの責任範囲を明示している。

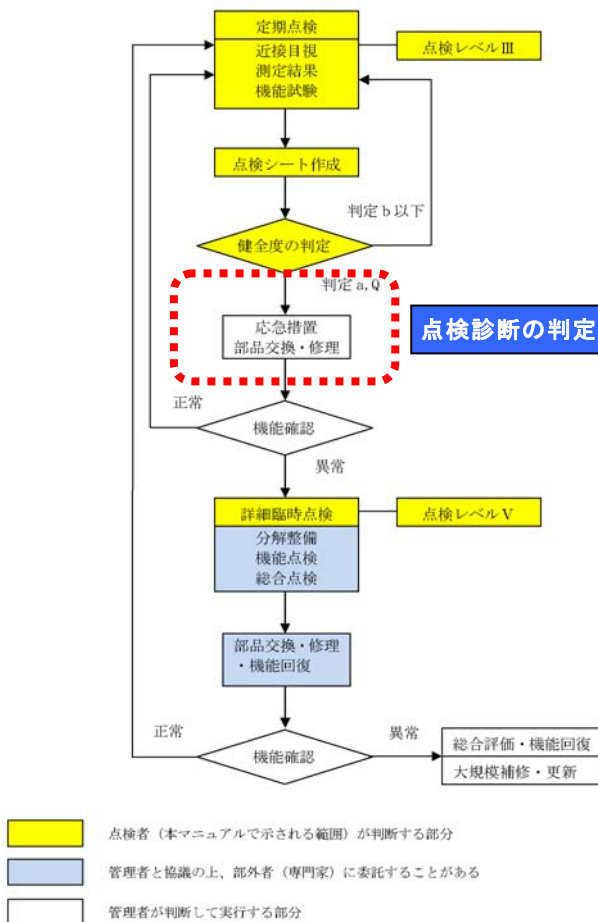


図-4 設備の定期点検の流れ

3.5 点検診断の判定基準

トンネル本体、換気塔等のRC・PC構造物は、耐用年数が長く、材料等の劣化により徐々に性能が低下する性質があるため、点検診断の判定基準については段階的に階級が設定されている(表-6 a~d及びQの5ランク)

一方、設備・機械等の点検診断は、機能・性能が使用に耐えるか否かを判断し、機能を満たさない場合は、修

理や部品交換等の処置を早急に行う判定基準となっている(表-7 a, b及びQの3ランク)。

表-6 点検診断の判定基準(トンネル本体)

判定	状況
a	・部材の性能が著しく低下している状態。 ・交通への支障や第3者への影響が大きく、緊急の補修が必要な場合。
b	・部材の性能が低下している状態。 ・変状はあるが交通への支障や第3者への影響が小さく緊急性はないも補修が必要な場合。
c	・部材の性能低下はないが、変状が発生している状態。 ・現在のところ交通への支障や第3者に与える影響や機能低下もなく、以後の日常点検で進行に着目する必要がある場合。
d	・変状が認められない状態。
Q	・変状はあるものの判定が出来ないため、別途詳細な調査を要する場合。

表-7 点検診断の判定基準(設備関係)

判定	状況
a	・施設の性能が著しく低下し、要求性能限界値あるいは要求性能を満たしていない状態。 ・交通への支障や第3者への影響が大きく、緊急の対策が必要な場合
b	・施設の要求性能を満たしている状態。
Q	・施設の性能が低下しているが、修理・交換の判定が出来ないため、別途詳細な調査を要する場合。

4. 維持管理計画書

本施設は沖縄県内で初めての沈埋トンネルであるため、類似の維持管理の経験者を確保することが難しいと考えられる。そこで、維持管理計画書(案)の作成にあたっては、具体的な設備機器の設置位置図を示し、点検対象機器の写真を掲載し点検時の利便性に配慮した。

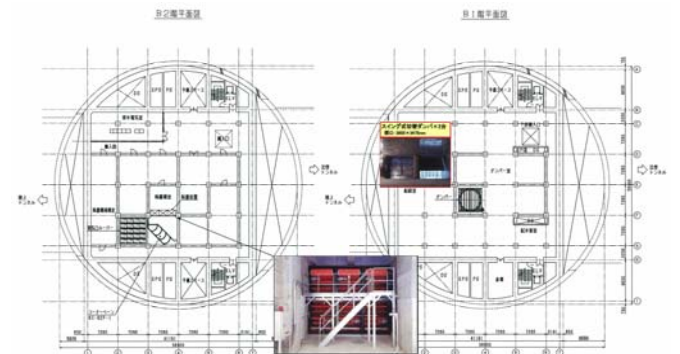


図-5 点検対象の記載例

5. おわりに

本報告は、沖縄総合事務局 那覇港湾・空港整備事務所発注の平成21年度那覇港(那覇ふ頭地区)道路(空港線)維持管理方策検討業務の成果をまとめたものである。

参考文献

1) (独) 港湾空港技術研究所編著, 港湾の施設の維持管理技術マニュアル, (財) 沿岸技術研究センター, 2007.10