

# 沖縄都市モノレール長寿命化修繕計画（第Ⅱ期）



令和4年3月



沖縄県土木建築部  
都市計画・モノレール課

## 目 次

1. 背景と目的	1
2. 沖縄都市モノレールのインフラ構造物の現状	1
3. 長寿命化に関する全体方針	3
4. 長寿命化修繕計画に関する基本方針	3
5. 長寿命化修繕計画の効果	7
6. 維持管理体制の構築	8
7. 県民の皆さま、民間企業へのお願い	9
8. 学識経験者からの意見聴取	9

## 1. 背景と目的

沖縄都市モノレール（愛称：ゆいレール）は、平成15年8月10日に開業して以来、定時・定速の公共交通機関として、県民や観光客の足として利用され、まちづくりの推進や交通渋滞緩和に大きな効果を発揮しています。また、平成31年10月には首里駅からだこ浦西駅までの約4.1Kmを延伸し、県中北部と那覇市内のアクセスに大きな利便性を与えています。

そこで、沖縄県では、限られた予算の中で、今後も永く県民や観光客にとって便利で快適な公共交通機関としての機能を保全するために、より効率的かつ効果的な維持管理を行うことを目的として、平成23年に県管理区間<sup>1</sup>を対象とした「沖縄都市モノレール長寿命化修繕計画（案）」を策定しました。

沖縄県では、本計画を基に5年に1回の頻度で点検を実施するとともに、インフラ構造物の修繕を積極的に進めてきており、損傷が発生していた構造物の健全性の回復に努めています。本計画は、今後もの確な維持管理を推進していくことを目的に、最新の点検結果に基づき、過年度に策定した長寿命化修繕計画を改訂したものです。

## 2. 沖縄都市モノレールのインフラ構造物の現状

### （1）沖縄県の環境条件 ～維持管理が特に重要となる厳しい環境～

沖縄県は、琉球諸島の西側海域を北流する黒潮の影響を受けて、温暖で四季の寒暖差も小さな気候となっています。年間月平均気温は15℃以上であり、年間を通して湿度が高く、相対湿度は70%以上です。

沖縄都市モノレールのインフラ構造物<sup>2</sup>にも多く使われている「鋼材」は、気温が高く、湿度が高いほど錆の発生が活発となります。「錆の発生」は「腐食」という劣化現象ですが、腐食が進行すれば、鉄の断面減少が生じ、構造物の安全性に影響します。

また、沖縄県は東アジア季節風帯に属しており、季節風の影響で、海水の塩分が島の全地域に飛来します。さらに、台風の襲来も多いため、暴風によって、より多くの塩分が島の全地域に飛来します。この塩分も、鋼材の腐食を促進する要因となります。

黒潮、季節風、台風の影響を受け、温暖多雨な気候から、他県と比べても、鉄が錆びやすい厳しい自然環境であるため、維持管理がとても重要となるといえます。



<sup>1</sup> 沖縄都市モノレールは、国（沖縄総合事務局）、沖縄県、那覇市、浦添市の4者で管理しています。また、日常の営業やメンテナンスといった運営は、沖縄都市モノレール株式会社が行っています。

<sup>2</sup> インフラ構造物：モノレール車両が走行する橋りょう部分の軌道桁や支柱、駅舎の構造部材（鉄骨）その他主に内装以外の部材、自由通路、昇降機（エスカレーター・エレベーター）といった、社会生活・経済産業基盤を形成する公共施設を指します。

## (2) 沖縄都市モノレールのインフラ構造物の現状

現在認められる主な変状（劣化・損傷）の特徴は、以下のとおりです。

- ①鋼部材における添接部などの現場塗装部位<sup>3</sup>を中心とした錆の発生（腐食）
- ②コンクリート部材のひび割れ

①については、特に添接部において錆の発生が集中しています。形状が複雑（凹凸等）なため、鋼材の腐食を抑制するための「塗装」が塗りにくく、防食機能の耐久性が低下しやすいと考えられます。これらは、適切な時期に塗装の塗り替えを行うことで健全性を回復・維持することができます。

②については、主にコンクリート打設後の乾燥や温度変化等によってコンクリートが収縮することにより生じるひび割れと考えられ、コンクリートの宿命ともいえる初期変状の一つです。構造物の安全性にすぐに影響するものではなく、適切な経過観察により、健全性を維持できます。また、一部代表箇所において、塩害<sup>4</sup>や中性化<sup>5</sup>に関する進行状況を試験したところ、現時点ではそれらの劣化に対する所要の耐久性は有していると判定しました。

県管理区間における主な鋼部材とコンクリート部材の劣化状況を、図-1に示します。鋼部材は、塗装の塗り替えが必要な段階にあるといえ、一方でコンクリート部材は、全体的には概ね健全であるといえます。

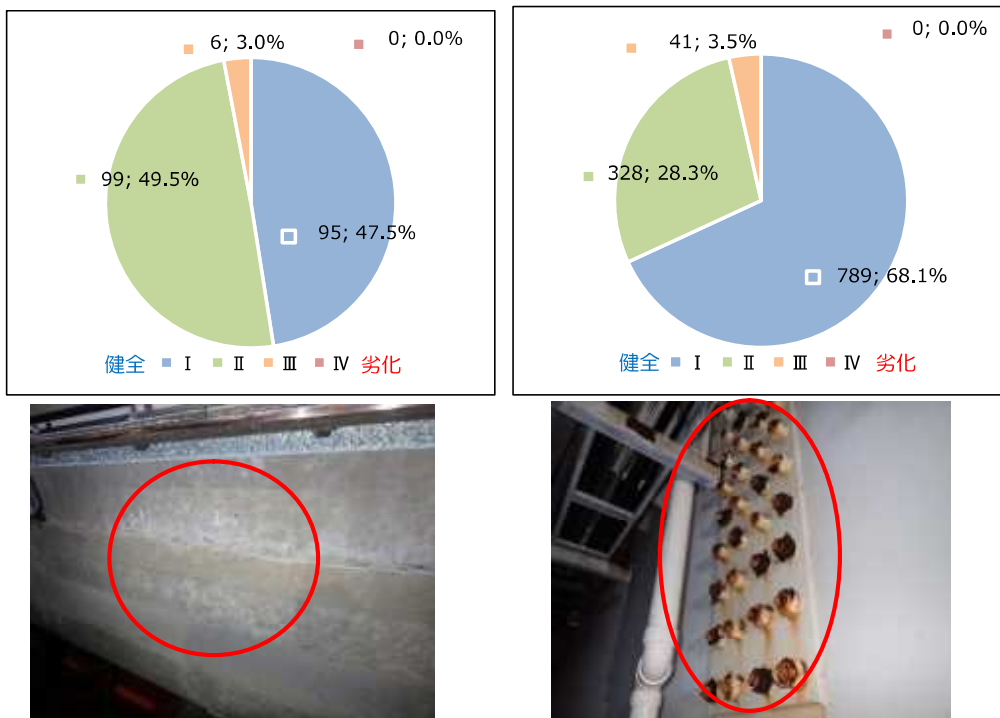


図-1 コンクリート部材（左）及び鋼部材（右）の劣化状況

<sup>3</sup> 鋼材から成る構造物は、工場で製作および塗装された鋼材を、現場で組み立てて建設されます。鋼材同士は、ボルトで締めるか、溶接することにより連結します。これらの箇所は、連結後、現場にて塗装されます。

<sup>4</sup> コンクリートに使用される材料(海砂や海砂利)に付着している塩分や、海水からの飛来塩分がコンクリート内部に浸透することで、内部の鉄筋が腐食する劣化現象です。

<sup>5</sup> 大気中の二酸化炭素がコンクリート内部に侵入し、コンクリートが中性化することで、内部の鉄筋が腐食する劣化現象です。

### 3.長寿命化に関する全体方針

- ①まずは管理水準に応じた現況対策による**健全度の回復・維持**を行います。
- ②その上で、ゆいレールの運行にできる限り支障を与えないことを前提とした将来に亘る**高度な予防保全型管理**を行い、構造物の**安全性の確保と維持管理コストの縮減**を図ります。
- ③**PDCAサイクルの運用**により、効果的・効率的な維持管理体制を継続的に追求していきます。



### 4.長寿命化修繕計画に関する基本方針

全体方針を踏まえて、以下の方針により沖縄都市モノレールにおけるインフラ構造物の維持管理を実施していきます。

- ①構造物の特性を踏まえた管理水準（確保すべき健全性）を明確にします。
- ②これまでの一般的な維持管理（事後保全型管理）ではなく、①に応じた**予防保全型の維持管理**を実施します。
- ③劣化の特徴を踏まえた**合理的な維持管理**により、**コスト縮減**を図ります。
- ④**コストの平準化**により、維持管理の持続的な推進を図ります。

## ①管理水準の設定

【鋼部材】 錆の発生を局所的かつ軽微な段階に抑えます。



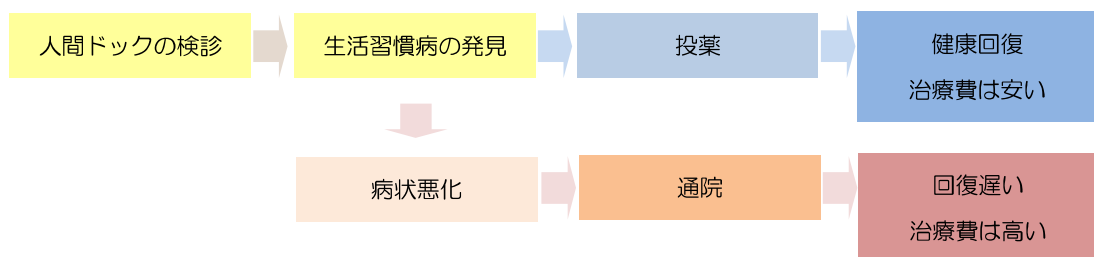
【コンクリート部材】 塩害・中性化の進行状況を軽微な段階に抑えます。



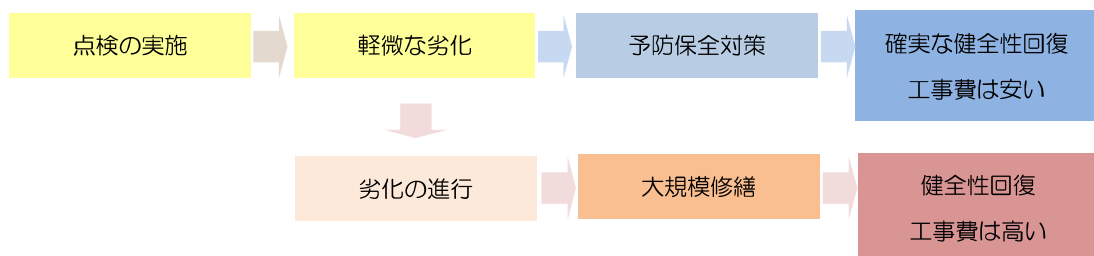
## ②予防保全型の維持管理

これまでの一般的な維持管理の考え方は、劣化が進行した段階において、大規模な修繕を実施するものでした。近年では、安全性の確実な確保と、長期的な維持管理費用の縮減を図る観点から、より効率的・効果的な維持管理として、予防保全の考え方が重要となっています。沖縄都市モノレールのインフラ構造物においても、早期に予防保全型の維持管理体制を構築することが有効となります。

### 【人間の健康管理】



### 【沖縄都市モノレールインフラ構造物の維持管理】



### ③合理的な維持管理によるコスト縮減

経年劣化する主な部材として、鋼部材とコンクリート部材が挙げられます。沖縄都市モノレールのインフラ構造物における劣化の特徴を踏まえて、以下のとおり合理的な維持管理を実施することで、確実に健全性を確保しつつ、長期的な維持管理費用を縮減します。

#### 鋼部材：沖縄地区の特性を踏まえた合理的な塗装の塗替えと詳細点検による管理

- ◆ 厳しい腐食環境においても耐久性を確保できる塗替え工法を選定し、腐食が軽微な段階で計画的に塗り替えます。
- ◆ 添接部のボルト部やナット部は塗料の付着が悪く腐食が生じやすい箇所であるため、ボルトキャップによる防錆対策を実施します。
- ◆ その他鋼部材に発生しうる疲労亀裂なども含め、今後は詳細点検によって鋼部材の変状を注意して経過観察していき、管理水準の確保に努めます。

#### コンクリート部材：詳細点検による劣化進行の把握と健全性の維持による管理

- ◆ 現状で認められる軽微な変状（ひび割れ等）は、必要に応じて修繕を実施し、変状の劣化進行を抑制していきます。
- ◆ 定期的な詳細点検によって、塩害や中性化といった経年劣化の進行状況を把握し、必要に応じて劣化抑制対策を検討するなど、現在の健全性を適切に維持することに努めます。

参考までに鋼部材の塗装塗替えの合理化によるコスト縮減のイメージを、図-2に示します。

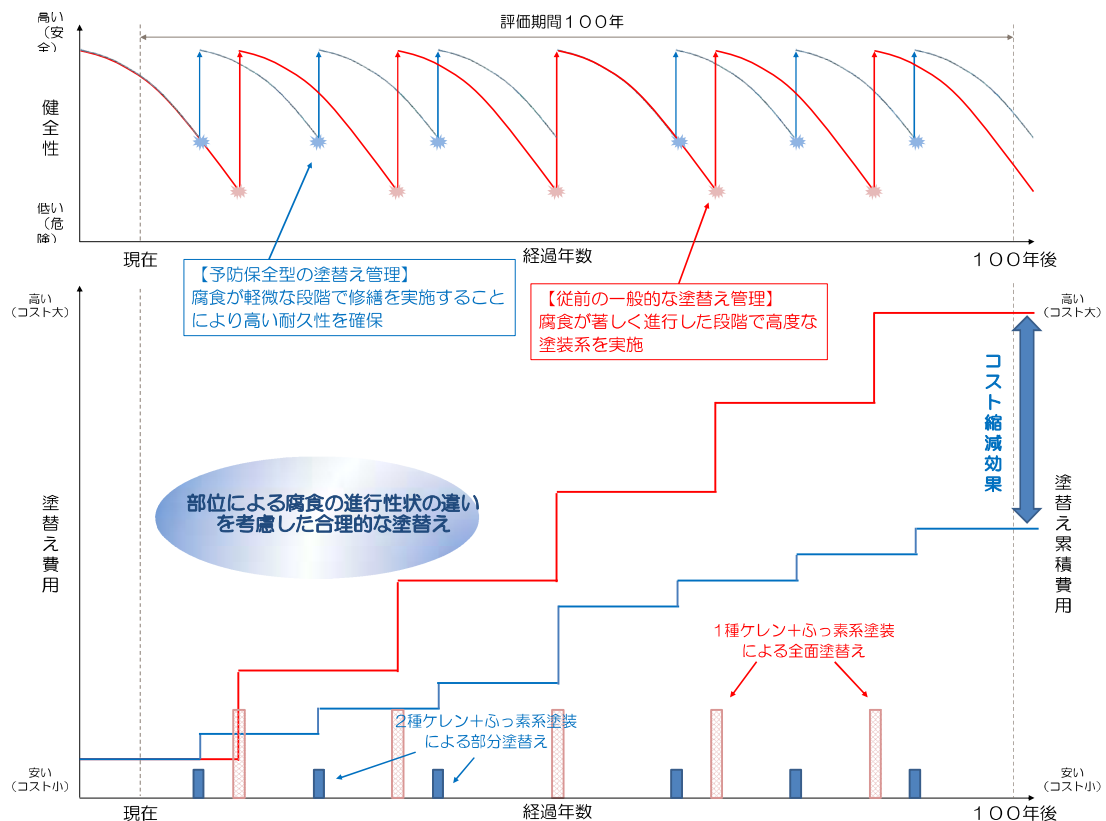


図-2 鋼部材の合理的な塗装塗替えのイメージ

#### ④予算の平準化

修繕が一時期に集中し、予算が不足した場合には、修繕優先度の高い構造物から修繕を実施するなど、修繕の時期を調整することで予算を平準化し、持続的な事業推進を図ります。

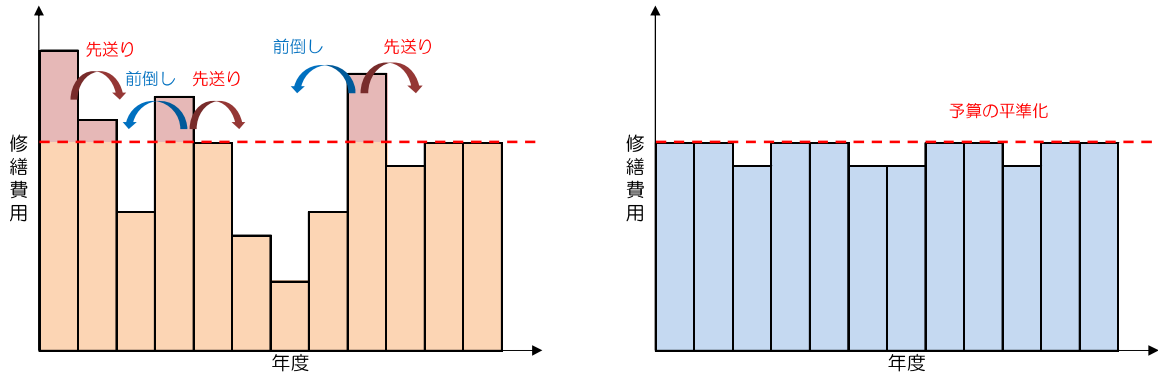


図-3 予算の平準化のイメージ

#### 【修繕優先度】

修繕優先度は、健全性（劣化・損傷の度合）と、重要度（構造物の重要性の度合）の両者から総合的に評価します。沖縄都市モノレールのインフラ構造物の場合、供用年数が比較的短く、健全度は概ね一様な傾向にあることから、特に重要度による評価が大事になります。例えば、利用者数の多い駅は、重要度が高いと考え、より優先的に修繕を実施します。



図-4 修繕優先度の考え方

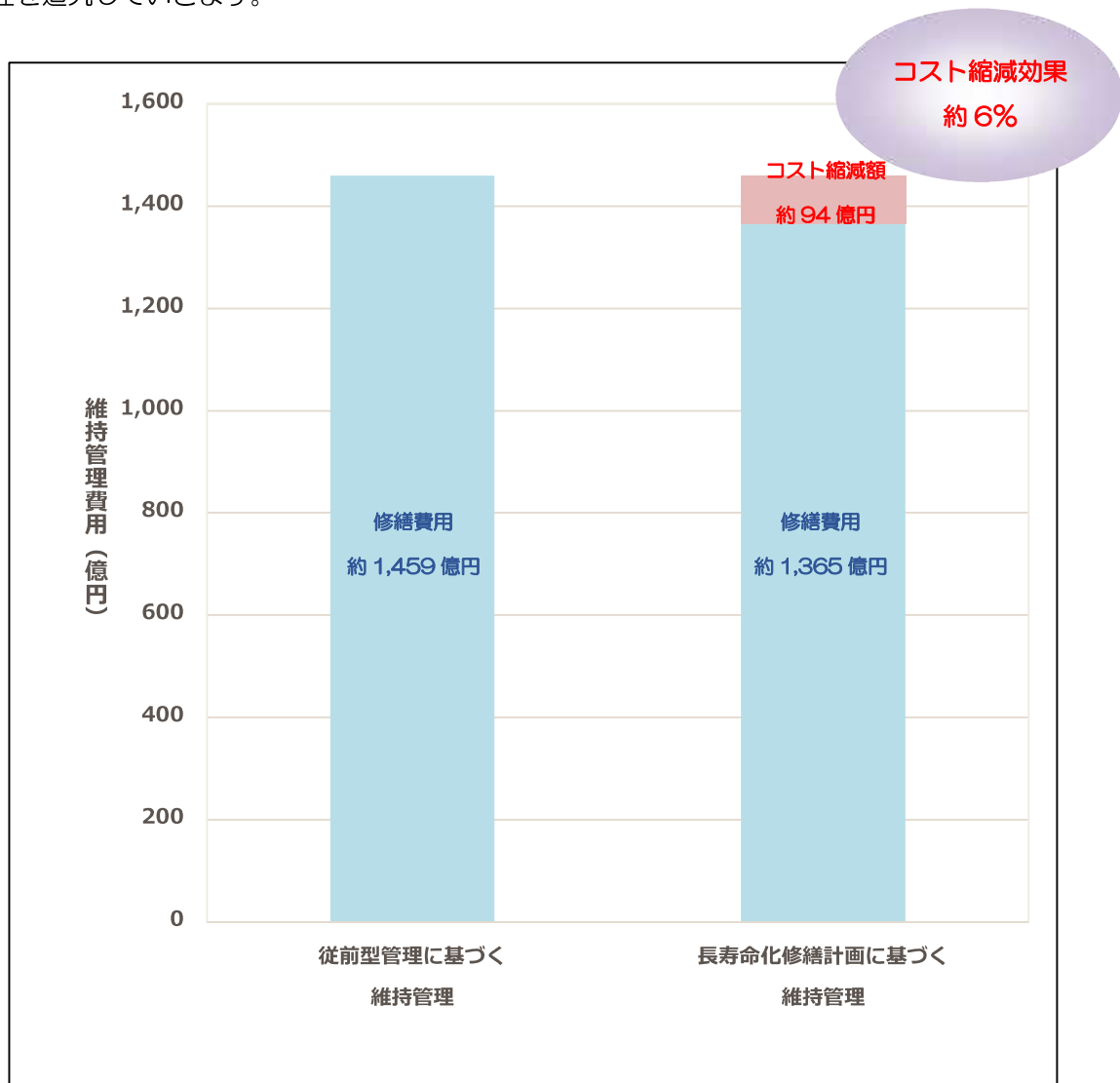


## 5. 長寿命化修繕計画の効果

前述した基本方針に基づき、沖縄県都市モノレールのインフラ構造物における県管理区間に関して、長寿命化修繕計画を策定しました。長寿命化修繕計画に基づく維持管理を行っていった場合、従来の一般的な補修の考え方に基づく維持管理（事後保全型管理）を行った場合と比較して、今後100年間で、維持管理費用の縮減額は約94億円と試算し、約6%のコスト縮減効果が期待できる結果となりました。

長寿命化修繕計画に基づくことで、修繕費用は大幅に縮減され、一方で、今後新たに実施していく長寿命化点検（後節参照）に要する費用を踏まえても、なおコスト縮減を図ることができま

す。今後は、長寿命化修繕計画に基づく維持管理を実施していく中で、長寿命化に関する全体方針に基づき、PDCAサイクルの運用によって、計画の見直しを含め、より効率的・効果的な維持管理を追究していきます。



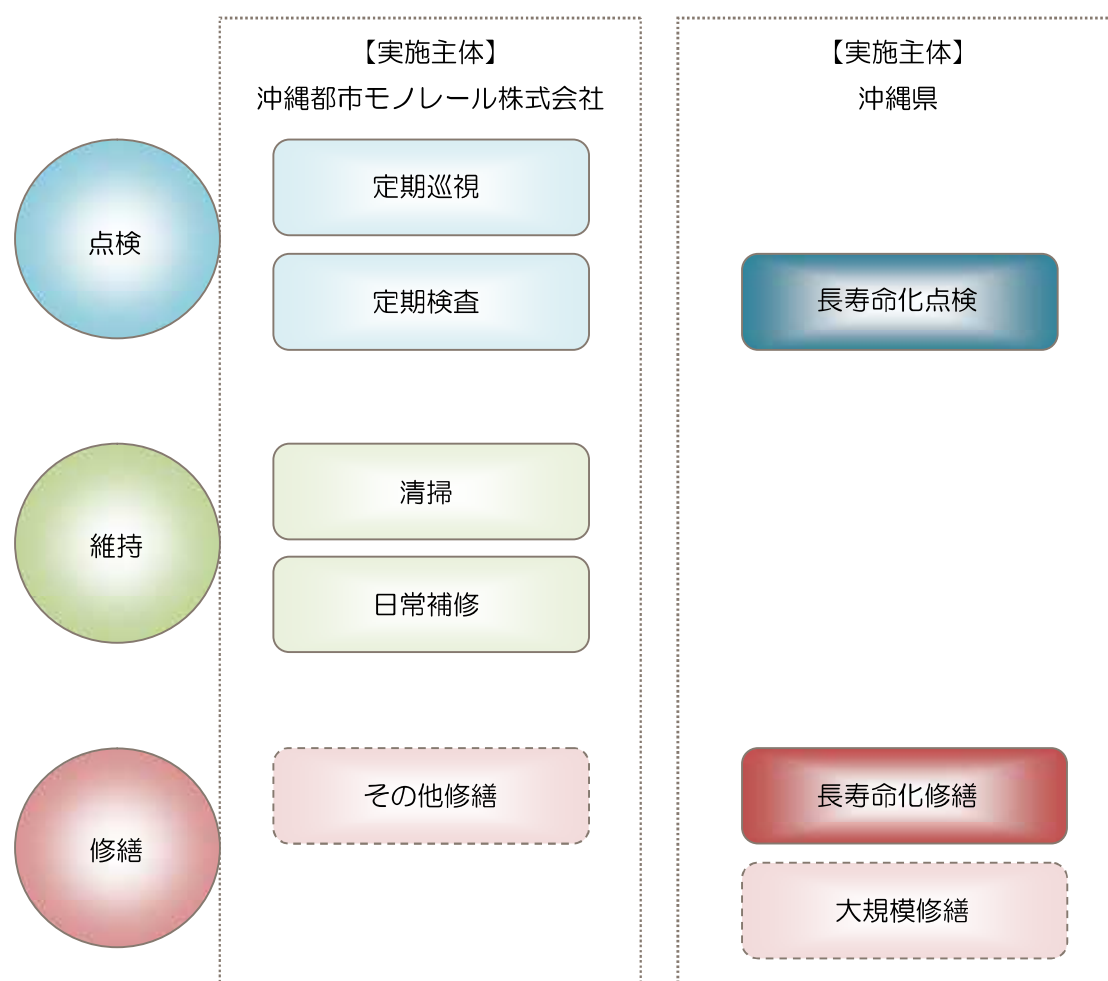
図ー5 長寿命化修繕計画に基づく維持管理によるコスト縮減効果の試算

## 6. 維持管理体制の構築

これまで、沖縄都市モノレール株式会社による日常的な巡視や定期的な検査によって、構造物の安全性を確認してきました。また、駅舎内をはじめとした清掃や、エスカレーター等の機械設備のオイル交換といった日常的な維持作業、不具合箇所の修理を行い、県民や観光客が快適かつ安心して沖縄都市モノレールを利用できるよう努めています。

今後は、予防保全型の管理を実施していく中で、より一層の維持管理の効率化を図ることが重要となります。そのためには、PDCAサイクルによる維持管理体制の高度化が必要不可欠となります。具体的には、定期的な点検や計画的な修繕のデータを蓄積することで、より最適な点検方法や修繕時期・工法を追究し、維持管理体制にフィードバックすることが重要となります。

そこで、「沖縄都市モノレールインフラ構造物維持修繕基本方針（素案）」を作成し、劣化状況の把握のみならず、長寿命化に資するデータ蓄積を目的とした長寿命化点検（詳細点検）を組み込んだ、新たな維持管理体制を検討しました。今回、本基本方針（素案）の内容見直しを実施することにより、沖縄県と沖縄都市モノレール株式会社の新たな役割分担による維持管理体制への転換をより進めていくことで、さらなる維持管理の合理化に努めます。



図ー6 新たな維持管理体制のイメージ

## 7. 県民の皆さま、民間企業へのお願い

維持管理は、県民の皆さまのご理解とご協力によって、さらに効果的なものとなります。

- ◆ より迅速な対策のためにも、駅舎内の安全柵の変形・破損等、**何らかの不具合を発見された際にはご連絡ください。**
- ◆ 施設への落書き、ごみの投棄は、観光立県である沖縄のイメージ低下となるため、**施設美化にご協力ください。**
- ◆ 点検や修繕に関する**新技術・新工法**が開発されることによって、より効率的・効果的な維持管理が可能となるため、このような取り組みを応援します。

## 8. 学識経験者からの意見聴取

長寿命化修繕計画を立案するにあたって、以下の学識経験者の方々にご協力いただきました。貴重なご意見、ご指導をいただきましたことを深く感謝申し上げます。

### 【ご協力いただいた学識経験者】

- 琉球大学 工学部 下里哲弘 教授
- 琉球大学 工学部 富山潤 教授