

経済社会変化による利用ニーズ変動に対応可能な 港湾アセットマネジメント手法の一提案

(財)港湾空港建設技術サービスセンター(SCOPE)

加 藤 博 敏(現 内閣府) 北里新一郎 兵頭武志

北海道大学大学院 工学研究院

横田 弘

はじめに

1. 港湾の維持管理制度の概要
2. 港湾施設の特殊性と利用ニーズ変動への対応の必要性
3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

おわりに

はじめに

- ① 2007年に、**港湾施設の維持管理体制**が見直されたが、行政事務の手引き等は、**新設構造物を念頭においたものが中心**。
- ② **港湾施設**は、主な利用者である**企業の経営判断などにより、施設利用ニーズが大きく変化するなどの特殊性**を有する。
- ③ 特殊性を有する港湾施設が、物理的な劣化現象だけに注目したアセットマネジメントで良いのか？

⇒ 利用者ニーズの変化というリスクを認識し、その変動に対応したマネジメントを行うべきではないか？

- ◎ 昨年度の本発表会で、著者らが以下の2点発表
 - i) 施設の**劣化進行状態を連続的かつ総合的に示す指標 DP**
 - ii) 既設構造物のデータに基づく**劣化速度(遷移率)の確立密度分布**

⇒ これらを用いることで、既設構造物に対する利用ニーズの変動に対応できるアセットマネジメント手法が成立するのでは？

1. 港湾の維持管理制度の概要

(1) 約5年前に見直された港湾の維持管理制度

(2) 現状の港湾の維持管理システムの概要

1. 港湾の維持管理制度の概要

(1) 約5年前に見直された港湾の維持管理制度

過去は・・・

- ① 高度成長期は、施設需要量拡大の中で、荷役形態の変化や船舶の大型化が進展。⇒ **利用ニーズの変化は、量の拡大の中で吸収対応**
- ② 国直轄施工の施設も含め、港湾管理者が管理。
既存施設も「改良工事」等で更新同等の措置を実施。
⇒ **公共事業による改良工事で補修ニーズを吸収**

そして・・・

- ① 質の変化への対応を、吸収できるほどの施設量の拡大は望めず。
- ② 高度な技術で建設されたモノは、維持管理にも特別な配慮が必要に。

そこで・・・

- ① **2007年に「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」を改正**
- ② **新たに、「維持に関し必要な事項を定める告示」**
- ③ **「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」改訂**
- ④ **「港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き」 発刊**

1. 港湾の維持管理制度の概要

(2) 現状の港湾の維持管理システムの概要

a) 施設の点検診断の体系

- 技術とデータの蓄積が不十分
- 部材の外観上の劣化・変状による不具合を、目視によりa～dの4段階の劣化度として判断し、部材性能の代替値として使用。
- 部材毎の施設全体の安全性に及ぼす影響を考慮の上、**施設毎の総合的な健全性をA～Dの4段階に評価。**

評価	施設の状態
A	施設の性能が低下している状態。
B	放置した場合に、施設の性能が低下する恐れがある状態。
C	施設の性能にかかわる変状は認められないが、継続して観察する必要がある状態。
D	0 異常は認められず、十分な性能を保持している状態。

b) 維持管理計画書の体系

- 「手引き」は、**新設構造物の計画策定を念頭に作成**
- **「設計供用期間50年にわたり適切に維持すること」を「計画の目標」として例示**

1. 港湾の維持管理制度の概要

(2) 現状の港湾の維持管理システムの概要

c) 施設の変状進行予測等の体系

- 「マニュアル」において、同一構造物内での劣化進行のバラツキがあることなどから、**構造物全体の劣化予測の手法として、確率論的モデルであるマルコフ連鎖モデル**を紹介。
- 「手引き」では、供用開始後の点検結果に基づく維持管理方針のあり方の言及にまで至っていない。
- 現在、**制度発足後の初回点検や計画書作成がほぼ一巡した段階**。
- 行政的にも、供用後の施設のアセットマネジメント手法の体系化にまで至っていない。

2. 港湾施設の特殊性と 利用ニーズ変動への対応の必要性

- (1) 社会基盤施設の中での港湾の特殊性
- (2) 経済社会情勢によって変化する港湾の利用ニーズ
- (3) 利用ニーズ変動への対応が欠かせない港湾施設

2. 港湾施設の特殊性と利用ニーズ変動への対応の必要性

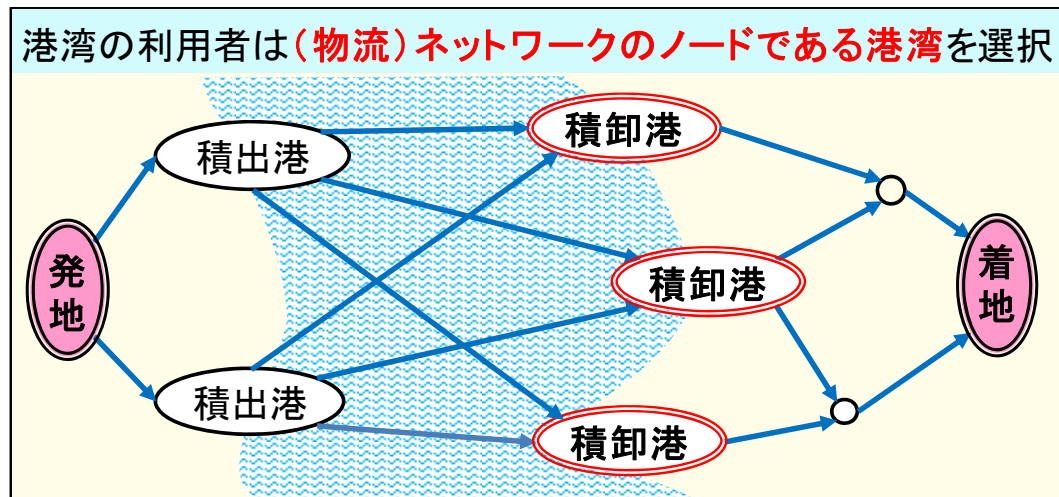
(1) 社会基盤施設の中での港湾の特殊性

a) 私企業の経営判断が左右する利用施設の選択

- **利用者の多くは**港湾関連企業、工場等を構える製造業などの**私企業**
- 港湾は、企業等の利用者から見れば、**複数の選択肢からの選択対象**

b) 物流ネットワークのノードを構成する港湾

- ドアツードアで輸送する物流において、**ネットワークの中の選択対象**となる一つのノードに過ぎず。
- 補修工事の実施方法の是非によっては、当該港湾の**顧客を喪失する可能性**有り。



2. 港湾施設の特殊性と利用ニーズ変動への対応の必要性

(1) 社会基盤施設の中での港湾の特殊性

c) 利用船舶の規格の自由度を、利用者が握る港湾

- 各々の港湾は、寄港船社や立地企業の意向によって、規格の見直し（大型岸壁の整備など）をも余儀なくされる特殊な基盤施設。
- 国内初の水深16m級コンテナターミナルが供用し、世界最大級のコンテナ船建造中の船会社が、主要ターミナル港を変更した例も。

d) 技術革新や政策転換などで激変する利用施設の条件

① 輸送技術の進展によるニーズ変動

コンテナ輸送が主流に。・・・櫛形埠頭 ⇒ 広いヤードを備えた埠頭形状

② 輸出入国の政策転換によるニーズ変動

南洋原木の水面貯木場 ⇒ 南洋製材・北洋材原木の陸上取扱
中古車輸出の激減(2009 年ロシア)

③ 国内政策の変化によるニーズ変動

高速道路の無料化の長期社会実験実施に伴い、瀬戸内海などのフェリー航路の減便・廃止。

2. 港湾施設の特殊性と利用ニーズ変動への対応の必要性

(2) 経済社会情勢によって変化する港湾の利用ニーズ

◎ 港湾施設は、計画・建設段階では想定できないような経済・社会情勢の変化を受け、施設の存続意義が左右されることが生じる可能性大。

資産マネジメントの観点からの「寿命」と捉えて整理すると・・・。

a) 「物理的寿命」

土木施設として、当初の設計で想定した水準での強度や形状を保持し、安全かつ安定的に利用できる状態を維持している期間

b) 「経済・社会的寿命」

施設の建設・改良の計画時点に土木施設として応えようとした経済・社会活動からの要請そのものが存続する期間

または、要請に応えるに十分な規模・設備のサービス水準を提供し続け得る期間

⇒ 港湾施設は、構造面からの「物理的寿命」と、施設の存続意義を左右する「経済・社会的寿命」とが共に継続する期間として、当該施設の「寿命」が決まる。

c) 当該施設の「寿命」

「物理的寿命」と「経済・社会的寿命」の内、期間の短い方の「寿命」

2. 港湾施設の特殊性と利用ニーズ変動への対応の必要性

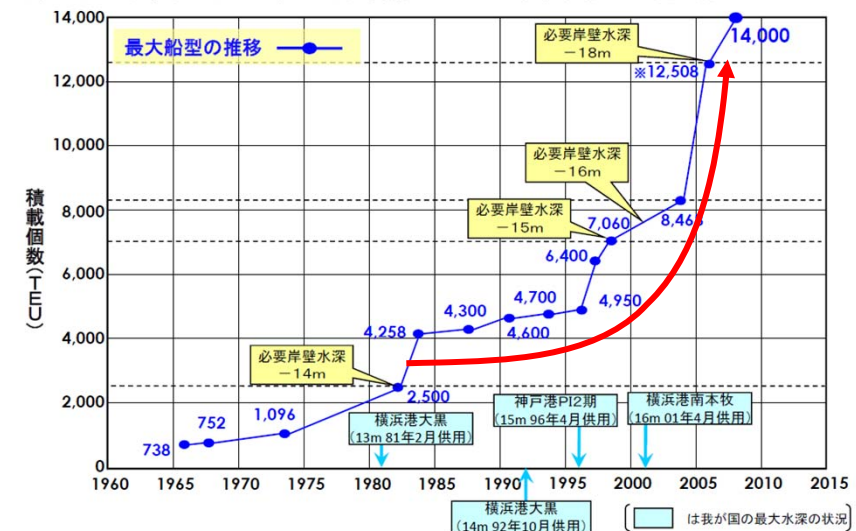
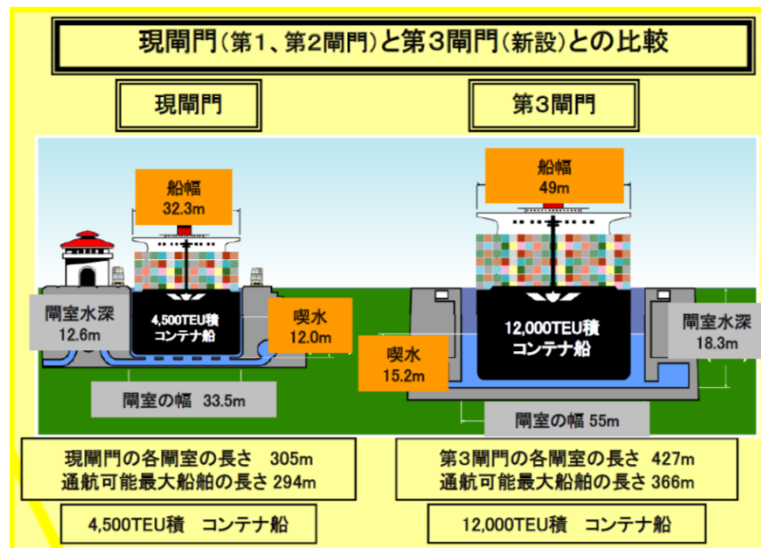
(3) 利用ニーズ変動への対応が欠かせない港湾施設

◎ 今後も経済・社会的寿命を睨んだ維持管理が必要な港湾

- ・ 経済・社会的寿命は、グローバルな経済社会情勢の変化や、これに対応するための製造業や運輸業の経営戦略に大きく左右される。
- ・ 長期間に亘り貨物船が利用する個々の岸壁を取り巻く数十年先までの経済・社会情勢を高い精度で予め見通すことは困難。

⇒ 経済・社会的寿命を、高い精度で見通すことは、事実上困難。

⇒ 港湾施設のアセットマネジメントを効果的に進めていくために、経済・社会的寿命の変動に、柔軟に対応できるマネジメント手法が不可欠。



3. 利用ニーズ変動対応型の アセットマネジメント手法

- (1) ニーズ変動を見通した補修計画立案方法の必要性
- (2) ニーズ変動対応型のマネジメント手法の提案
- (3) 提案手法の試算結果と判断例
- (4) 今後の展望と課題

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(1) ニーズ変動を見通した補修計画立案方法の必要性

- 多くの維持管理計画書は、物理的寿命が設計供用期間の50年を下回らないように管理することを目標として作成。
- しかし、経済・社会的寿命に左右され、物理的寿命だけでは定まらないのが現実。
 - a) 半永久的な経済・社会的寿命が見込まれる場合は、設計供用年数50年を越える、長期的な見通しの中での維持管理方針の検討が必要。
 - 素材型産業など、大規模設備投資を行い操業する事業所で、港湾が不可欠な場合。
 - b) 設計供用期間の50年を迎える前に、経済・社会的寿命を迎える事態になる場合には、物理的寿命が50年を超過しないような維持管理を進めることが合理的となる。
 - 企業の経営判断や内外各国の政策転換による影響を受けやすい岸壁などの場合。
- 施設の供用期間中の一定のタイミングで、逐次、経済・社会的寿命の長期化・短期化を評価し、物理的寿命の延長対策の要否を定めることが合理的。

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(2) ニーズ変動対応型のマネジメント手法の提案

- ① 施設の点検結果に基づき、劣化進行を連続的に表現できる指標を利用。
- ② 予防保全等の措置要否を判断するタイミング前に、物理的寿命を見通し。併せて、経済・社会的寿命の見通しを把握
- ③ その都度、経済社会情勢の変化による利用ニーズ変動に併せた維持管理方針の見直しを実施。

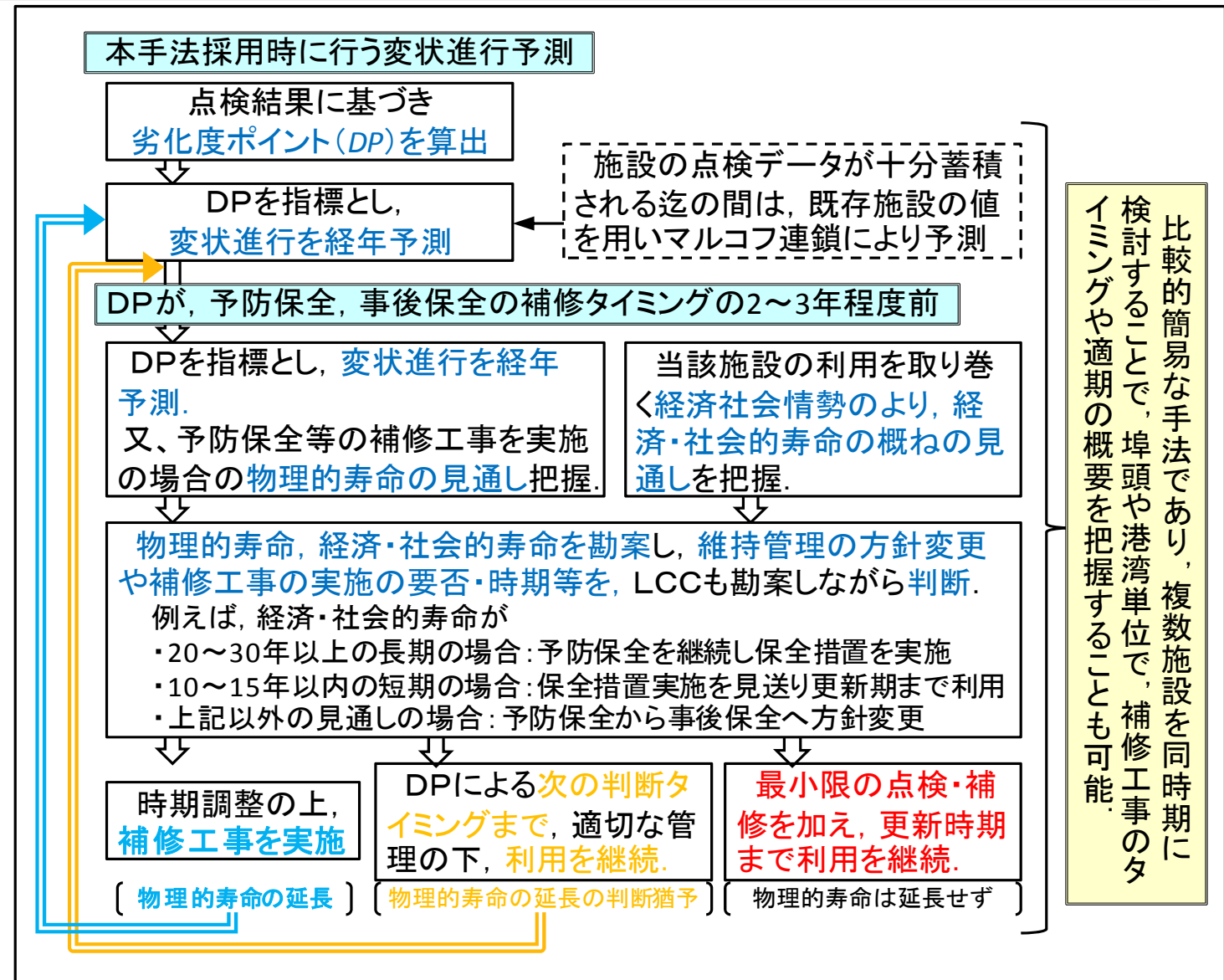


図-5 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(2) ニーズ変動対応型のマネジメント手法の提案

◎ 提案手法の特徴

- これまで、当該施設の**経済・社会的寿命の予測**は、施設の計画時点と建設時点のみの**限られたタイミング**で実施。
- 一方、当該施設の**構造物の健全度評価**は、一般的に、経済・社会的寿命との関係性を考慮しないままに、**設計供用期間の50年目を目処に実施**。
- **本手法は**、別々に行われていた**寿命の見込みを総合的に検討**するもの。
- **施設供用開始後の、「予防保全や事後保全のための措置を講ずる時期」を目安に**、期待される**経済・社会的寿命の見通しを把握**。この**利用ニーズの変動に応じて、維持管理方針の変更の是非判断を可能に**。
- 供用開始後50年目の**経済社会情勢の見通しを**、供用開始後20～30年目前後の**予防保全措置実施**、30～40年目前後の**事後保全措置実施の判断時**などに行うため、**経済・社会的寿命の見通し精度も、従来より向上**。
- 簡易に予測できるため、**埠頭単位・港湾単位**などで、**供用開始後の施設群としてのマネジメント検討にも実用的**。
(補修工事のタイミング把握や実施スケジュール立案、維持管理方針の組合せ検討など)

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(2) ニーズ変動対応型のマネジメント手法の提案

◎ 提案手法の実施に用いる条件等

① 施設の連続的健全度指標：劣化度ポイント

- 施設の劣化進行状態を連続的かつ総合的に示す指標

$$DP = W_1 a + W_2 b + W_3 c + W_4 d$$

DP : 劣化度ポイント,

$W_1 \sim W_4$: 各劣化度に対する重み係数 ($W_1=4, W_2=3, W_3=2, W_4=1$)

$a \sim d$: 劣化度 $a \sim d$ がそれぞれ占める割合.

② 施設の補修等の判断等を行う「補修等要否判断値」(劣化度ポイント)

- 補修工事のタイミングに相当する判断指標値
- 補修工事のタイミングに相当すると判断する DP の値として...

予防保全では2.5, 事後保全では3.15, 更新では3.8 の値を使用。

注) この重み係数や判断する指標値としての DP 値については, 過去の補修時期設定の経験上設定した値であり、引き続き検討中。

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(2) ニーズ変動対応型のマネジメント手法の提案

③ 後の判断例で用いる遷移率

- 全国の栈橋335施設から分析して求めた確率密度関数の累積度数75%相当の遷移率0.116を使用。(なお、試算ケースは表面被覆が施されているものとし、予防保全措置として有効な間は遷移率を半分の0.58とした。)

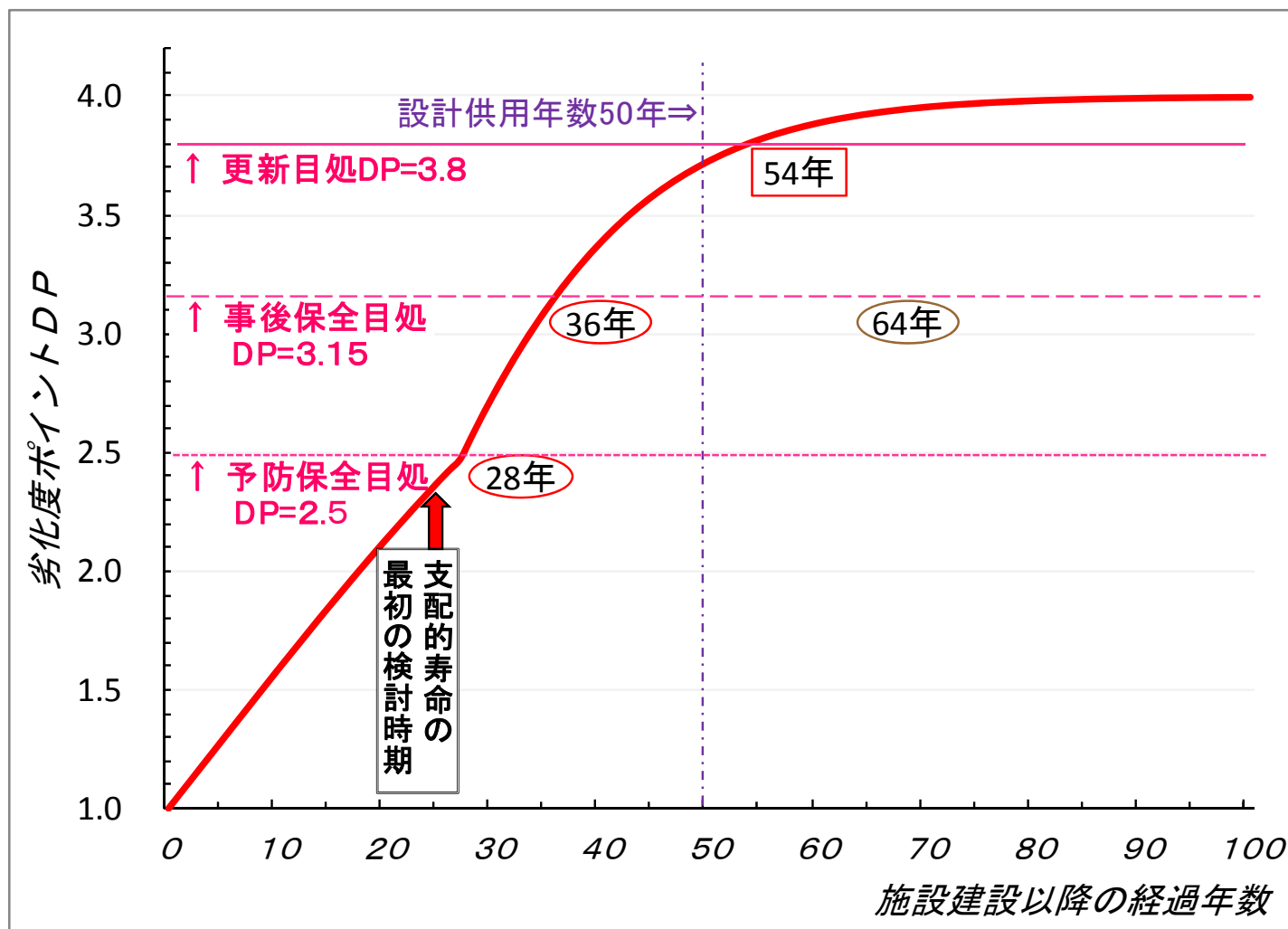
◎ 維持管理の対応方針(試算時の対応)

- 物理的寿命(劣化)への維持管理の対応方針は、以下の3 ケース。
 - イ) 予防保全: 建設時における劣化予防策の実施および対策の更新
 - ロ) 事後保全: 発生した劣化箇所の除去・復旧による事後保全
 - ハ) 更新: 利用継続のための施設の撤去・再整備

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

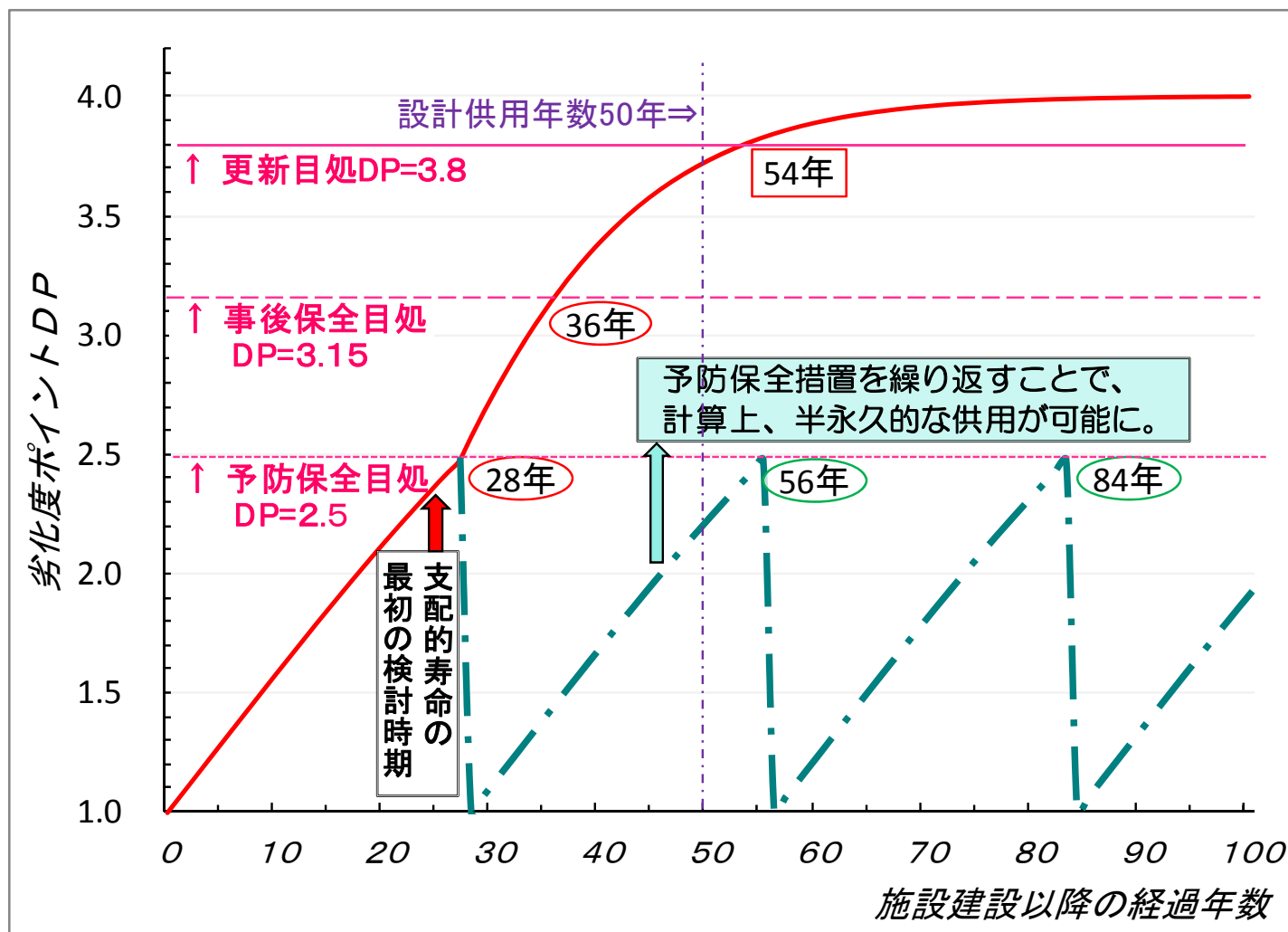
◎ 栈橋構造の劣化推移（劣化度ポイント:補修等未実施の場合）



3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

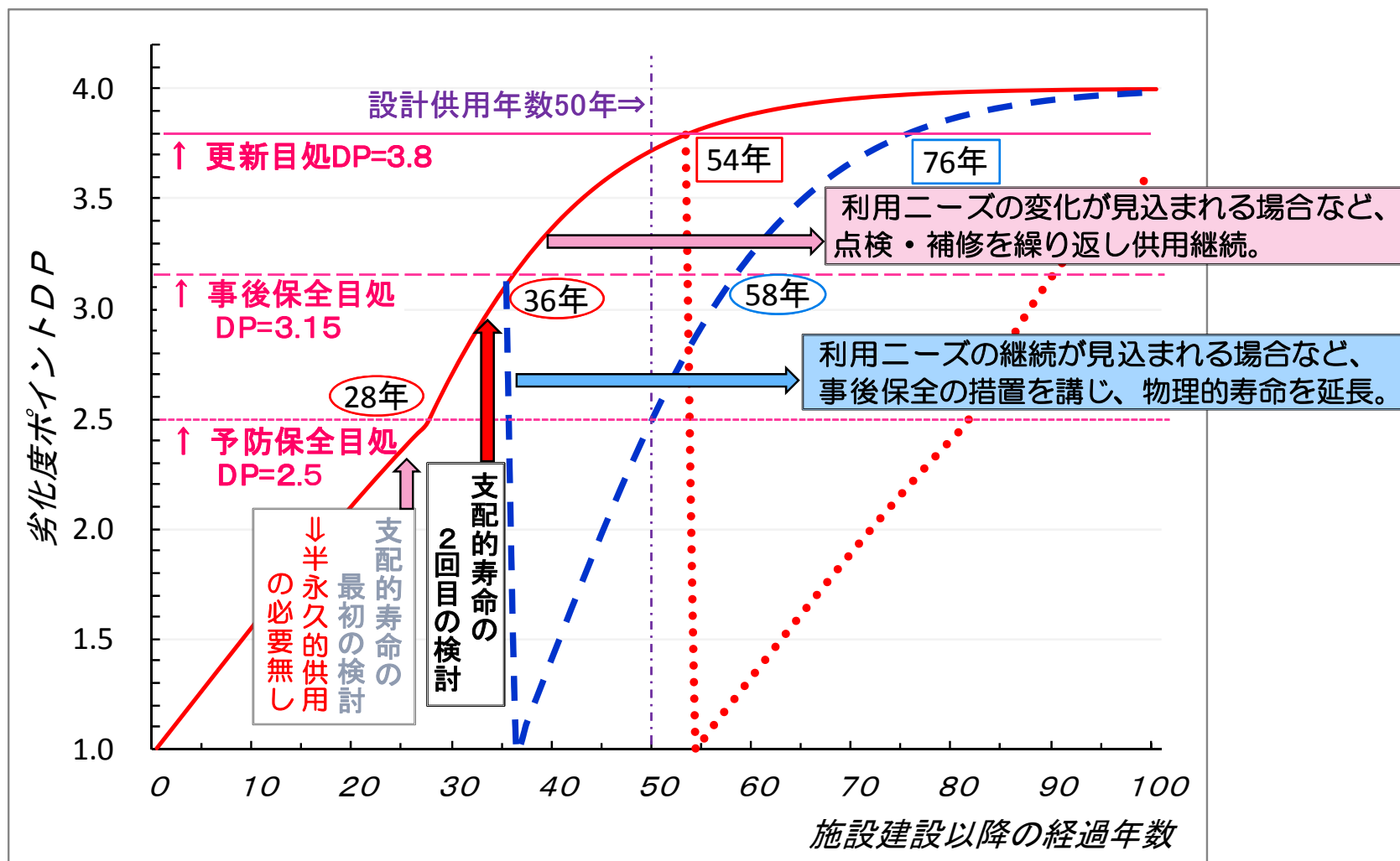
① 最初(28 年目)の予防保全時期を控えての検討・判断



3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

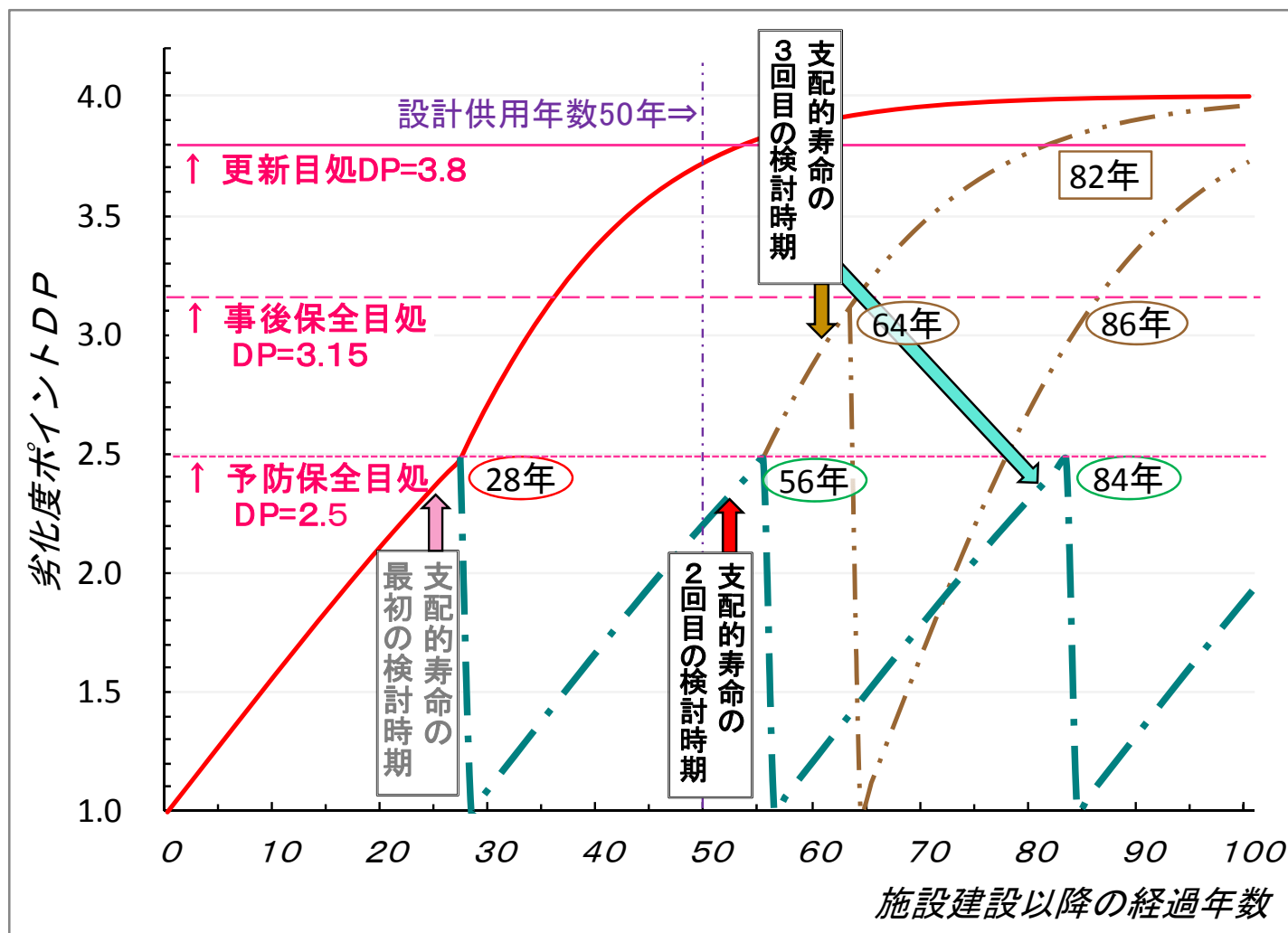
② 36年目の事後保全時期を控えての検討・判断



3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

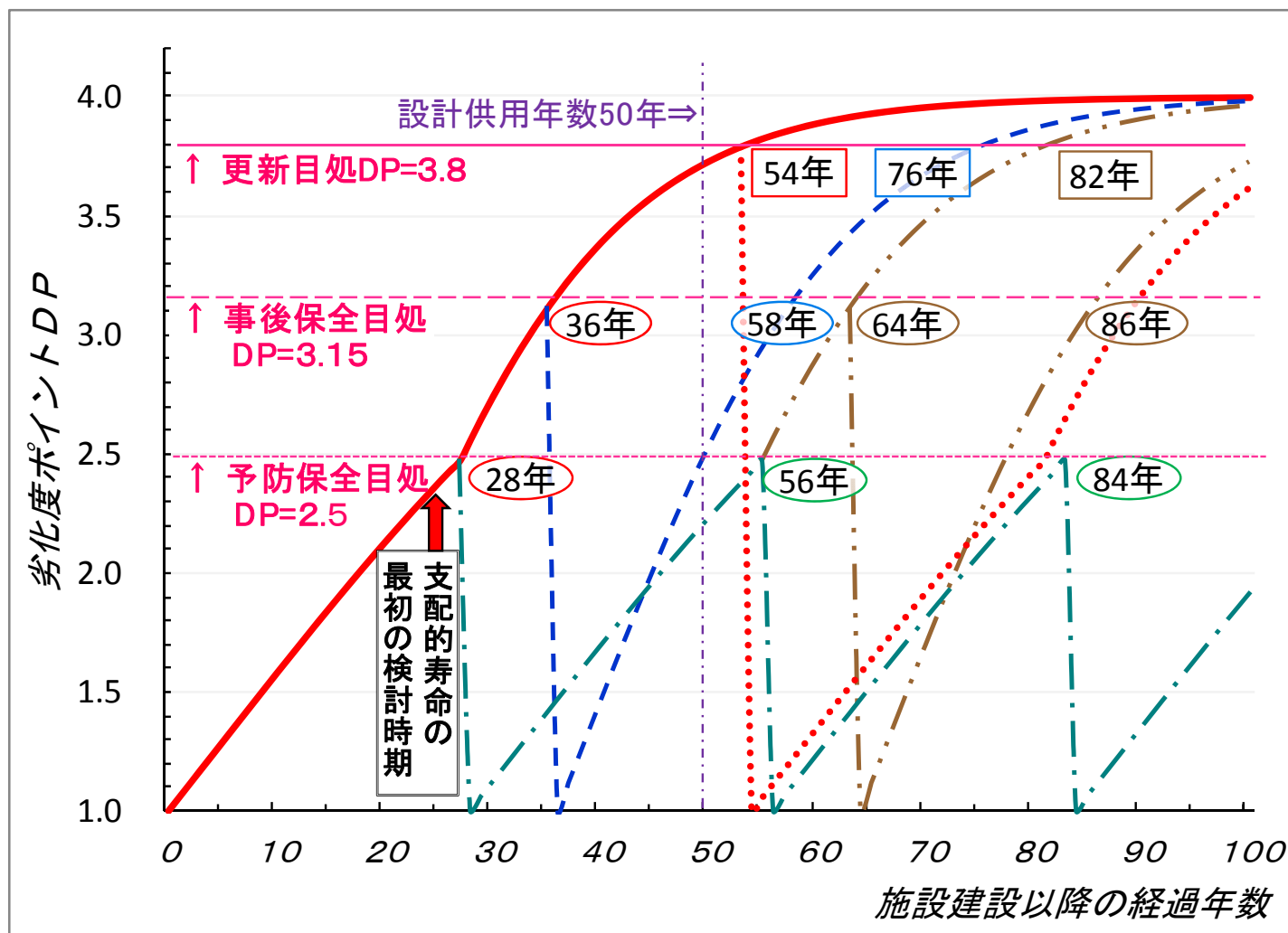
③ 56年目の2回目の予防保全時期を控えての検討・判断



3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

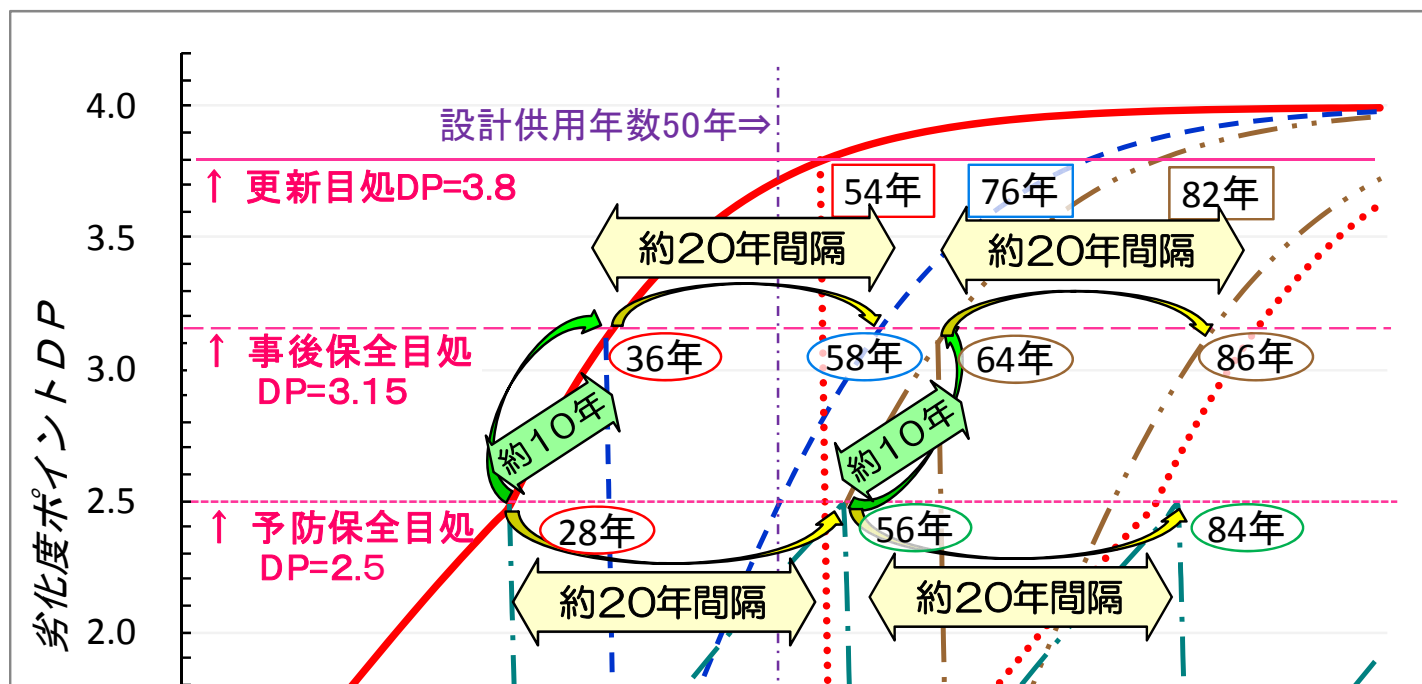
◎ 栈橋構造の劣化推移と措置実施（紹介した全ケース）



3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(3) 提案手法の試算結果と判断例

◎ 約10～20年の間隔で経済・社会的寿命の検討・判断



⇒ 港湾計画が、概ね10～15年毎に改訂（全面的見直し）

⇒ 経済・社会的寿命の判断は・・・

遷移率 $P_x > 0.116$ なら、判断タイミング増加。

< 0.116 なら、劣化遅い・都度判断の必要性低下

3. 利用ニーズ変動対応型のアセットマネジメント手法

(4) 今後の展望と課題

a) 空間軸の観点からのアセットマネジメント構築への展開

港湾計画の改訂の検討の際に、補修の要否やタイミングを施設群をして捉えて検討し、補修の順序や時期を検討する方法として利用することも可能に。

b) 提案方法の実用性向上のための課題

劣化状態に関する・・継続的・体系的なデータ取得
データベース化
分析・研究の推進

おわりに

- 構造面からの物理的寿命のみならず経済・社会的寿命にも配慮した資産のマネジメントの体系構築の確立、行政における利用ニーズ変動に対応したアセットマネジメント実施の契機となれば幸い。
- LCC計算による経済性の比較分析、遷移率のバラツキに代表される物理的寿命の変動リスクの分析などと組み合わせた体系の構築を進めることにより、経済的合理性も備えたアセットマネジメントのシステム構築へ展開が可能。

ご清聴ありがとうございました。