

# 国際線エプロンにおける維持管理計画について

国際線エプロンJV 神谷 誠

キーワード：維持管理、健全度評価、予防保全

## 1. まえがき

国際線地区エプロン等整備等事業は、設計・施工・維持管理を含めた PFI 事業であるが、2009 年 9 月（一部 2010 年 7 月予定）に国への施設引渡しを完了し、25.5 年間に亘る維持管理業務を開始している。

本報告では、維持管理の基本方針、各施設の健全度評価方法、重要度の高い施設における予防保全の考え方を踏まえた維持管理計画について説明する。

## 2. 維持管理業務内容

### 2-1 維持管理対象施設

維持管理の対象施設を図-1に示す。

- ・基本施設：エプロン舗装、ショルダー、GSE 通行帯・置場、GSE 橋梁、アースリング、テザーアンカー、標識
- ・航空保安施設：航空灯火（誘導路灯、エプロン中心線灯、航空障害灯、スポット番号表示灯、駐機位置指示灯、エプロン照明灯）、電源施設、電線路、エプロン監視用 ITV、マルチラテレーション柱、状況監視カメラ架台
- ・付帯施設：消防水利施設、排水施設、防護柵
- ・構内道路：車道、歩道、バスポール、タクシースポール、ガードレール・パイプ、ラバーポール、滑り止め舗装、案内・警戒・補助標識、排水施設、道路標示
- ・緑地：草刈、芝刈、樹木剪定、雑草抜取、施肥、薬剤散布、マルチング管理、自動灌水管理
- ・道路駐車場照明灯：道路照明灯、電源施設、電線路、プリンカーライト

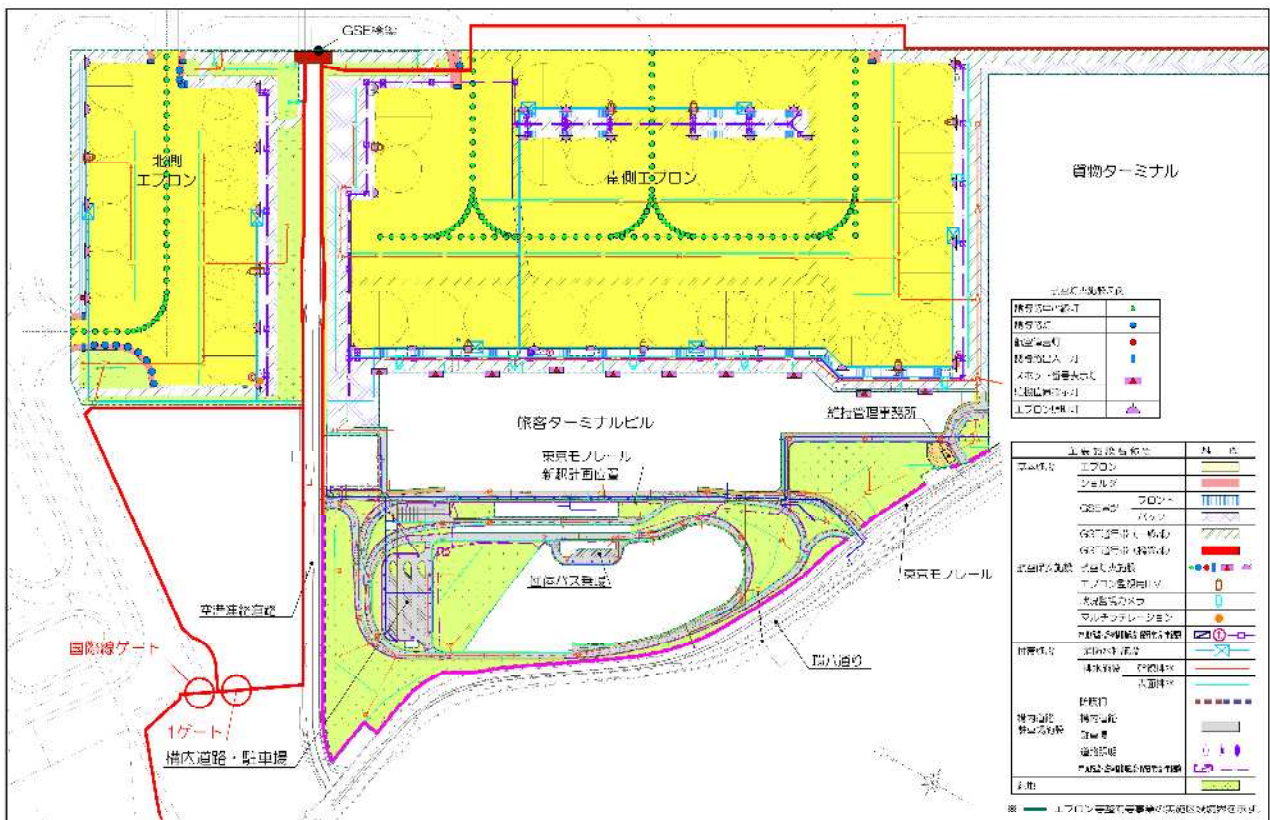


図-1 維持管理業務対象施設

## 2-2 維持管理業務の対象項目

航空保安施設等の維持管理対象項目は点検等からなる保安業務と補修工事であり、要求水準書における提示条件を表-1に示す。

表-1 維持管理業務の対象項目（航空保安施設等）

対 象 項 目		提 示 条 件
保守業務	日常点検	日常的な点検であり、車両又は徒歩により巡回し、点検する業務をいう。
	月例点検	より詳細な状況把握のために定期的に点検する業務をいう。
	臨時点検	緊急時において、維持管理対象施設を点検する業務をいう。
	応急復旧作業	緊急時の施設の劣化・損傷により、低下あるいは消失した機能を回復するための工事をいう。
補修工事		経年劣化による施設の劣化・損傷により、低下あるいは消失した機能を回復するための工事及び施設の更新をいう

基本施設等の対象項目は、点検業務、調査業務、維持工事、補修工事及び応急復旧工事であり、要求水準書における提示条件を表-2に示す。

表-2 維持管理業務の対象項目（基本施設等）

対 象 項 目		提 示 条 件
点検業務	巡回点検	車両又は徒歩により巡回し、点検する業務をいう。
	定期点検	より詳細な状況把握のために定期的に点検する業務をいう。
	緊急点検	緊急時において、維持管理対象施設を点検する業務をいう。
調査業務	調査	発生劣化、変形、変状、動態変位等の状況を調査・計測し、評価・分析及びデータ整理等を行う業務をいう。
	緊急調査	緊急時において、維持管理対象施設を調査・計測する業務をいう。
維持工事		施設の機能保持のため、経常的に反復されて行なわれる業務をいう。
補修工事	補修工事	経年劣化による施設の劣化・損傷により、低下あるいは消失した機能を回復するための工事及び施設の更新をいう
	大規模補修工事	補修工事の内、エプロン、GSE 置場及び GSE 通行帯等の運用を一定期間制限をして実施する、広範囲な補修工事（舗装の打換等）をいう。
応急復旧工事		緊急時の施設の劣化・損傷により、低下あるいは消失した機能を回復するための工事をいう。

## 2-3 維持管理システムの構築

維持管理を効率的かつ適切に行うため維持管理システムの設計及び構築を行い、設計情報、施工情報及び維持管理業務の履歴情報をデータベース化した。なお、この維持管理システムは監視職員、エプロン維持管理 SPC 及び JV の双方で閲覧可能である。維持管理システムの機能は以下のとおりである。

- 1) 対象施設に関する図面表示機能
- 2) 施設諸元、設計条件等に関する情報表示機能
- 3) 対象施設の設計及び施工業務時に作成した図面、現場写真及び報告書等の書類管理情報表示機能
- 4) 点検及び破損情報等の点検管理情報表示機能
- 5) 補修（大規模を含む）工事等の履歴に関する情報表示機能
- 6) その他必要となる情報表示機能

### 3 維持管理の基本方針

空港としての使用性、構造物の安全性、施設の維持管理性の確保、LCCの低減、および有識者等委員会からの意見も踏まえて作成した維持管理基本方針を以下に示す。

- ・ 要求水準書に提示された基準類やその他の情報を基に、効果的、効率的、かつ確実に実施可能な点検・調査、保守業務計画を立案する。
- ・ 施設を細分化し重要度評価を行い、重要度の高い施設は「予防保全」を実施する。
- ・ 各施設の変状（劣化・損傷）を適切に細分化し、個々の健全度評価基準（維持及び補修工事の要否判定のための管理値）を可能な限り定量的に設定する。
- ・ 航空灯火施設等の耐用年数等について、具体的な機種や仕様等の詳細を設定した機器、仕様等に基づいて、各取扱い機器メーカー等へのヒアリング調査及び既往の実績等から適切な耐用年数を再度設定し、その結果を反映した航空灯火施設等の器具、装置類の維持管理計画を策定する。
- ・ 最重要施設であるエプロンコンクリート舗装の大規模補修工事については、将来の荷重条件や地盤沈下予測を十分に反映させて設定する。
- ・ 緊急時の対応を適切に行うため危機管理マニュアルを作成し、自然災害及び事件・事故等で想定される緊急時事象を踏まえ、体制と資機材の確保等に十分留意し維持管理計画を策定する。
- ・ 現時点で最大限の知見を反映させて維持管理計画を策定するが、保守・点検の履歴データおよび各種調査のデータ分析、将来の補修技術の進歩等を反映させ、監視職員と協議の上、最適時期・方法の見直しを随時行い、維持管理計画を更新する。

## 4. 予防保全

### 4-1 予防保全の考え方

予防保全とは、「経年劣化に起因する施設の性能低下によって、要求性能を維持できなくなることがないように余裕を持って事前に対策（補修工事）を実施する維持管理手法」のことである。予防保全を導入するメリットを以下に示す。

安定したサービス水準の提供

予防保全により劣化が顕在化しないように施設の機能を維持することで、施設の健全性を長期的に確保できる。また、スポット閉鎖を伴う大規模補修工事を減らすことにも繋がり、航空機の運用への影響を低減することができる。

総補修工事費用の低減（劣化の進行度合いにより、補修工法が異なる場合）

図-2に示すとおり、施設の劣化が比較的小さな状態で補修工事を実施する維持管理手法（シナリオⅠ）は、劣化が顕在化してから補修工事を実施する維持管理手法（シナリオⅡ）に対し、補修工法が異なり1回の補修における補修費用が小さい場合において、設計供用期間の総補修工事費用が小さくなる場合がある。

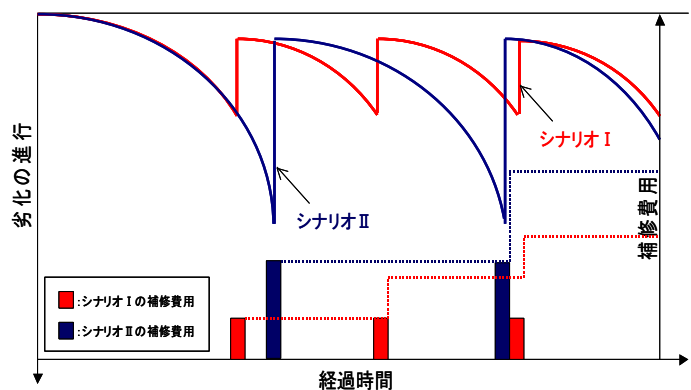


図-2 予防保全のシナリオ

#### 4-2 予防保全の対象施設

予防保全の対象施設は、空港運用上「重要度が高い」と判断される施設とする。

施設の重要度は表-3に示すとおり、施設の劣化によって生じる可能性のある「損失」と劣化の進行に影響を与える「環境」という2つの視点で整理した。「損失」では①人命への影響、②空港運行への影響、③補修の困難さ（空港運行に影響）の3指標を、「環境」では①設置条件、②使用条件の2指標を設定し、それぞれ必要に応じて評価項目を細分化した。

表-3 施設の重要度の判定項目

指標		項目	
損失	人命への影響	A	当該施設が著しく劣化した場合、人命に危険を及ぼす。
		B	当該施設が使用できなくなった場合、航空機の運行の支障となる。
		C	当該施設が使用できなくなった場合、代替施設による応急対応ができない。
		D	当該施設が使用できなくなった場合、緊急時の復旧活動の支障となる。
	補修の困難さ	E	当該施設が制限区域内にある。
		F	健全度評価基準 Cでの補修に時間がかかる。
環境	設置条件	G	当該施設の設置場所が劣化を大きくする環境にある。
		H	当該施設の劣化が顕在後に急速に進行する。
	使用条件	I	通常運行時に航空機荷重が直接的・間接的に、大型車両荷重が直接的に作用する。

施設の重要度判定の結果、重要度が高い(予防保全エリア)と判定された重要度区分を図-3に示す。

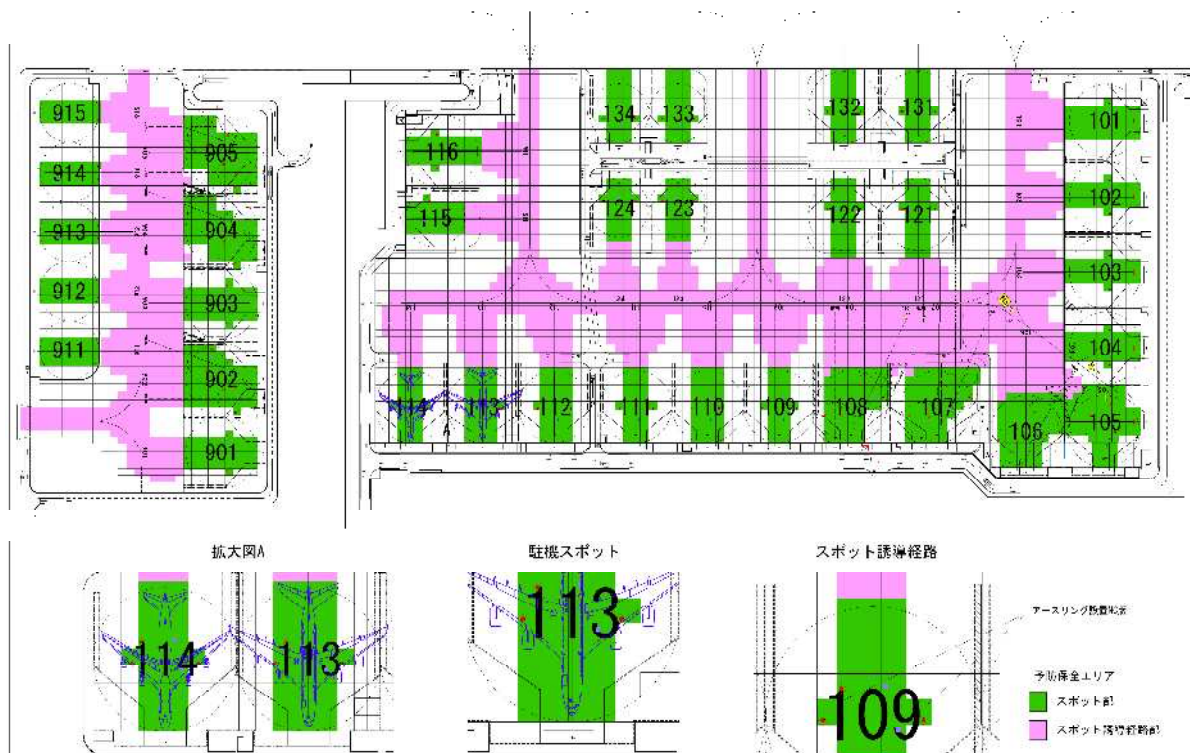


図-3 重要度区分図（エプロン・スポット誘導経路）



## 5. 維持管理業務の基本フロー

「3. 維持管理の基本方針」を反映した維持管理業務の基本的なフローを図-4に示す。維持管理計画に基づいて点検・調査を実施し、各施設の健全度を評価し、必要に応じて維持・補修工事を行っていく。

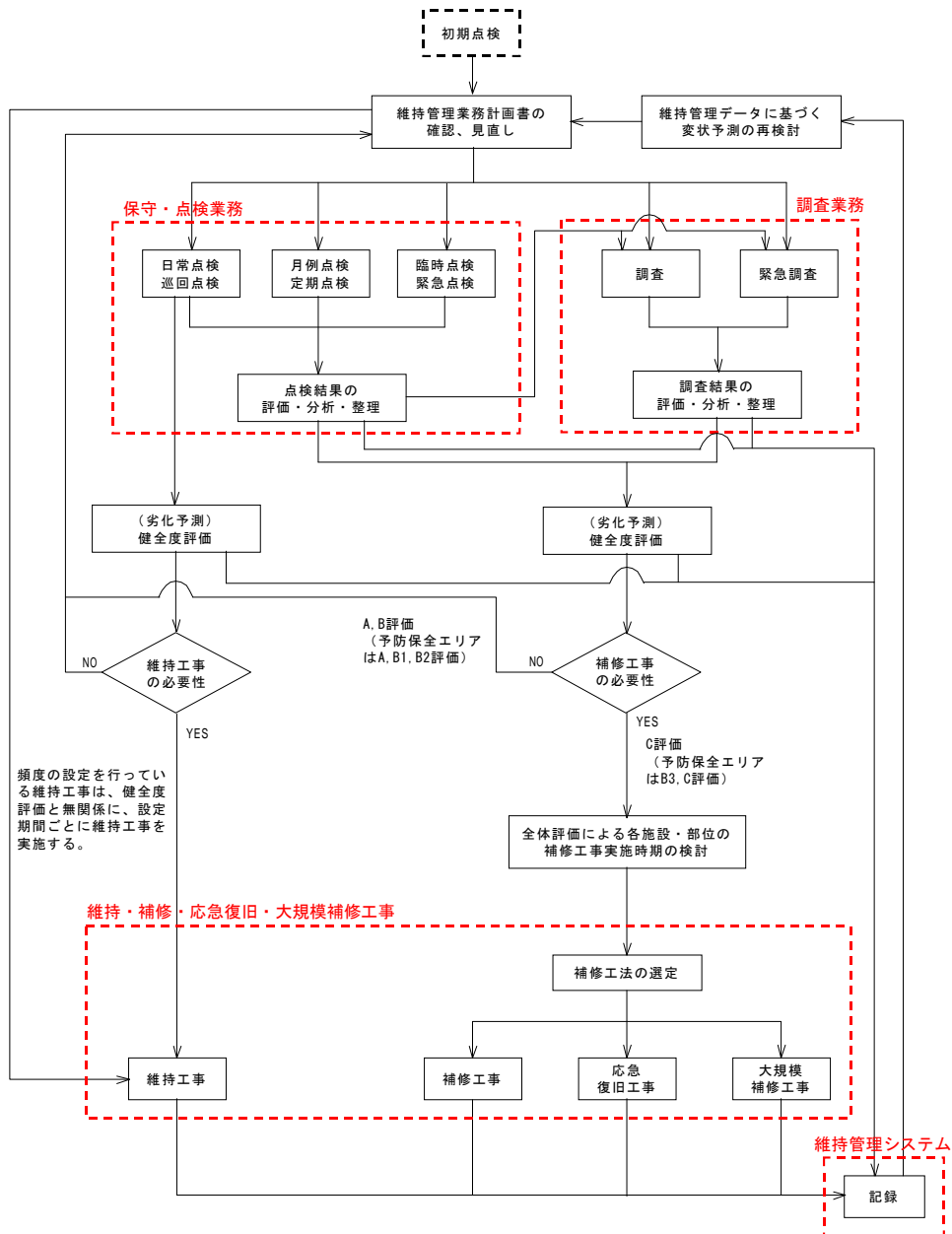


図-4 維持管理業務の基本フロー

## 6. 健全度評価方法

各施設の健全性を評価するため、各施設の変状（劣化・損傷）を適切に細分化し、個々の健全度評価基準（維持及び補修工事の要否判定のための管理値）を可能な限り定量的に設定する。その基準に基づき保守・点検・調査業務を行い、維持・補修工事の必要性を判定する。表-4に健全度評価基準の一般的状況と維持・補修工事の必要性を示す。評価基準をA、B、Cの三段階に分類し、重要度が低い予防保全対象外の施設については、評価基準がC評価になった場合に監視職員と協議し補修の必要性を判断する。また、予防保全対象施設については、B評価を更にB1～3の三段階に細分化し、C評価の一段階手前のB3評価になった場合に監視職員と協議し補修の必要性を判断する。

表-4 健全度評価基準の一般的状況と工事の必要性

評価基準	一般的状況	維持工事・補修工事の必要性	
		予防保全対象外施設	予防保全対象施設
A	変状がない、もしくは軽微な場合	維持・補修の必要なし	維持・補修の必要なし
B	B 1 変状があるが、安全性、使用性、耐久性に影響を及ぼす予兆がない場合	維持・補修の必要なし（要経過観察）	状況に応じて、維持・補修を行う（要経過観察）
	B 2 B 1とB 3の中間の状態		
	B 3 変状があり、安全性、使用性、耐久性に影響を及ぼす予兆がみられる場合		監視職員と協議し、補修工事の必要性を判断する。
C	変状が大きく、安全性、使用性、耐久性に影響を及ぼす場合	監視職員と協議し、補修工事の必要性を判断する。	監視職員と協議し、補修工事の必要性を判断する。

## 7. エプロン舗装の維持管理

### 7-1 エプロン舗装の点検・調査方法

エプロン舗装が空港の最重要施設の一つであることから、要求水準書で求められている「空港としての使用性」「構造物の安全性」「施設の維持管理性」に十分配慮して維持管理を行う。エプロン舗装の変状および経年劣化の評価を以下の2項目により実施する。

① エプロン舗装勾配逸脱

② 路面性状調査（P R I（Pavement Rehabilitation Index：舗装補修指数））

#### 7-1-1 エプロン舗装勾配逸脱

##### (1) 舗装勾配の評価方法

###### ア) 舗装勾配の経年変化の計測

全ての NC 舗装版についてレベル測量を実施し、NC 舗装版毎の舗装勾配を算出する。計測頻度は1回/3年を基本とし、1～5年目および26年目（引渡し前年度）は1回/年の頻度で舗装勾配の計測を実施する。なお、計測時期は舗装勾配の経年変化の計測データの傾向により、必要に応じて見直すものとする。

###### イ) 舗装勾配評価ユニット

舗装勾配評価ユニットは、駐機スポットは駐機スポット全体、スポット誘導経路は航空機走行方向のNC舗装版4枚×2枚=計8枚とする。勾配評価ユニットについては、スポット部とそれ以外に分類され、それぞれ図-5のA及びBの範囲としている。

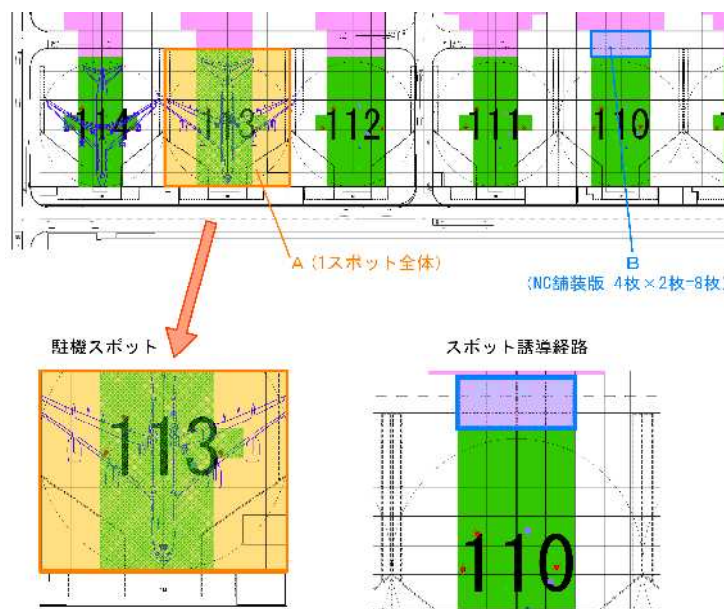


図-5 舗装勾配評価ユニット割図

ウ) 舗装勾配の補修管理値

舗装勾配の補修管理値を表-5に示す。予防保全対象外ユニットはC評価、予防保全対象ユニットはB3評価にて監視職員と協議の上、補修工事の必要性を判断する。なお、次年度の大規模補修工事の実施の採否にあたっては、前年度の維持管理業務報告書の結果を踏まえて、空港管理者および監視職員と協議し決定する。

表-5 勾配の補修管理値(%) (( )内は部分勾配)

項目		評価基準	A	B			C
				B 1	B 2	B 3	
駐機 スポット	最大勾配		0.5	0.5<i 0.6 (0.5<i 0.7)	0.6<i 0.7 (0.7<i 0.8)	0.7<i 0.9 (0.8<i 1.0)	0.9を上回る (1.0以上)
	最小勾配		0.5	0.4 i<0.5		0.3 i<0.4	0.3未満
スポット 誘導経路	最大勾配		0.5	0.5<i 0.7	0.7<i 0.8	0.8<i 1.0	1.0を上回る
	最小勾配		0.5	0.4 i<0.5		0.3 i<0.4	0.3未満

7-1-2 PRI 調査 (路面性状調査)

ア) PRI 調査

日常的に繰返し作用する航空機荷重に加え、地盤の不同沈下によるNC舗装版のひび割れが問題となる。また、上記に加え、構造的な損傷は伴わないものの、目地部の劣化や破損・コンクリート舗装版の段差等もエプロン舗装の使用性・安全性を確保する上で重要な管理項目となる。

こうした路面性状評価は、PRIで規定される各評価項目に基づき、エプロン全域に対して評価すると共に、イベントツリーの手法による健全度評価と補修対策により、リスクを顕在化し、適切な維持補修を実施する。

イ) PRI 評価ユニット

PRIの評価ユニットは図-6に示すとおり、NC舗装版3枚×3枚=9枚(25.5m×25.5m)を基本とする。巡回点検( )および巡回点検( )から得られる舗装路面性状の経年変化の計測データによりPRIを算出する(図-7)。なお、PRI評価をするための経年変化の計測データ整理は、1回/年実施するものとする。

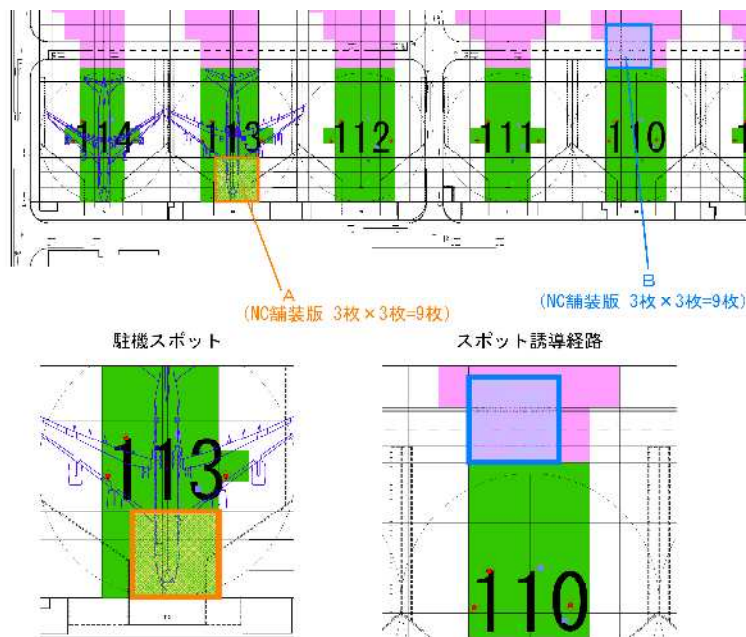
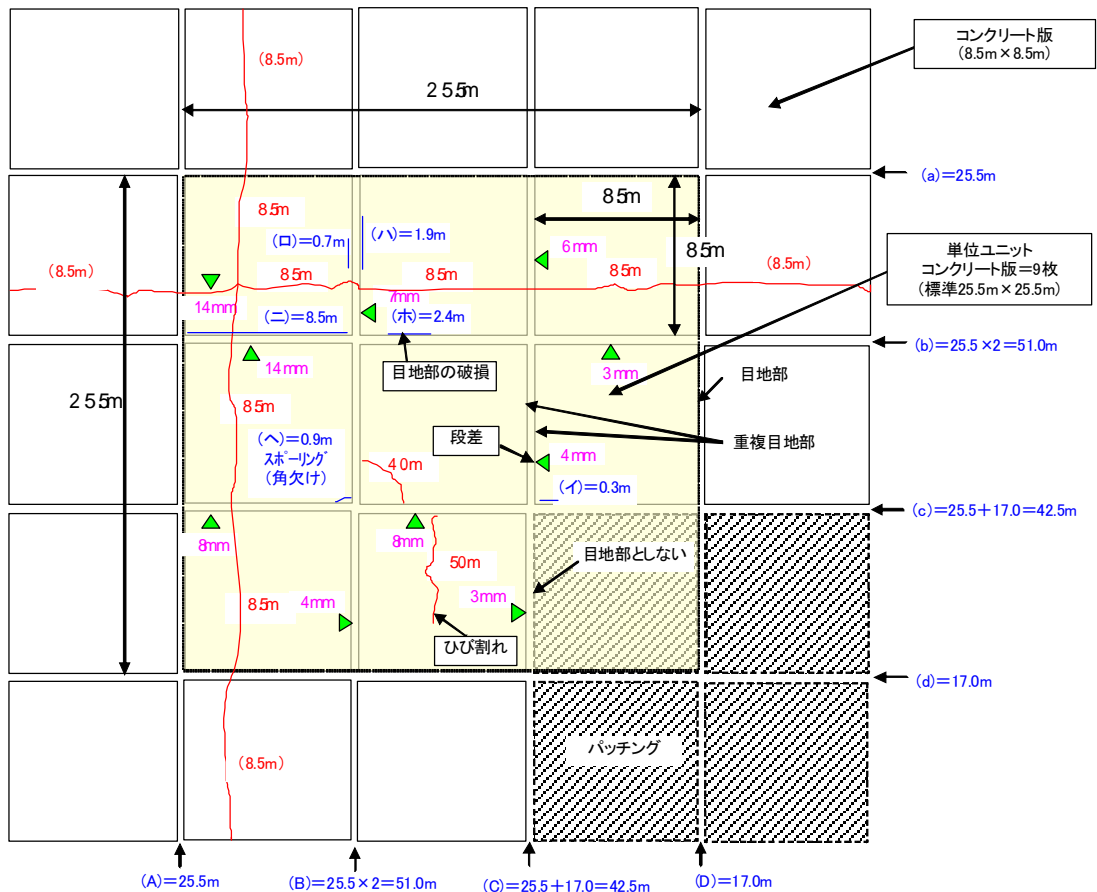


図-6 PRI 評価ユニット割図



$$\text{ひび割れ度 } R = (850 \times 3 + 850 \times 3 + 400 + 50) \div (25.5 \times 25.5) \\ = 9.227 \sim 9.3 \text{ ㉞} / \text{r}^2$$

$$\text{目地部の破損率 } JG = (0.3 + 0.1 + 0.8 + 2.4 + 0.9) \div \\ \{ (25.5 + 51.0 + 42.5 + 17.0) \times 2 \} \times 10 \\ = 5.4 \text{ ㉞} \sim 5.5\%$$

段差 SV = 最大 14m

$$\text{舗装補修指数 } PRI = 10 - 0.20R - 0.296JG - 0.53SV \\ = 10 - 0.20 \times 9.3 - 0.29 \times 5.5 - 0.53 \times 14 \\ = -1.85 \text{ ㉞} \sim \text{C 評価}$$

図-7 PRI 算出方法例

#### ウ) 路面性状の補修管理値

路面性状の補修管理値を表-6に示す。予防保全対象外ユニットはC評価、予防保全対象ユニットはB3評価にて監視職員と協議の上、補修工事の必要性を判断する。なお、次年度の大規模補修工事の実施の採否にあたっては、前年度の維持管理業務報告書の結果を踏まえて、空港管理者および監視職員と協議し決定する。



表-6 路面性状調査他の補修管理値

管理項目	補修管理値				
	A	B			C
		B 1	B 2	B 3	
路面性状調査 (PRI)	5.7 以上	3.8 以上 5.7 未満	1.9 以上 3.8 未満	0.0 以上 1.9 未満	0.0 未満 (マフラ×)
ひび割れ度 (cm/m <sup>2</sup> )	1.1 未満	1.1 以上 4.4 未満	4.4 以上 7.8 未満	7.8 以上 11.1 未満	11.1 以上
目地破損率 (%)	0.1 未満	0.1 以上 2.0 未満	2.0 以上 3.8 未満	3.8 以上 5.7 未満	5.7 以上
段差 (mm)	5mm 未満	5mm 以上 8mm 未満	8mm 以上 11mm 未満	11mm 以上 14mm 未満	14mm 以上

7-2 大規模補修工事

実施設計時に不等沈下シュミレーション結果に基づいて推定した大規模補修工事の想定範囲および時期を図-8 に示す。

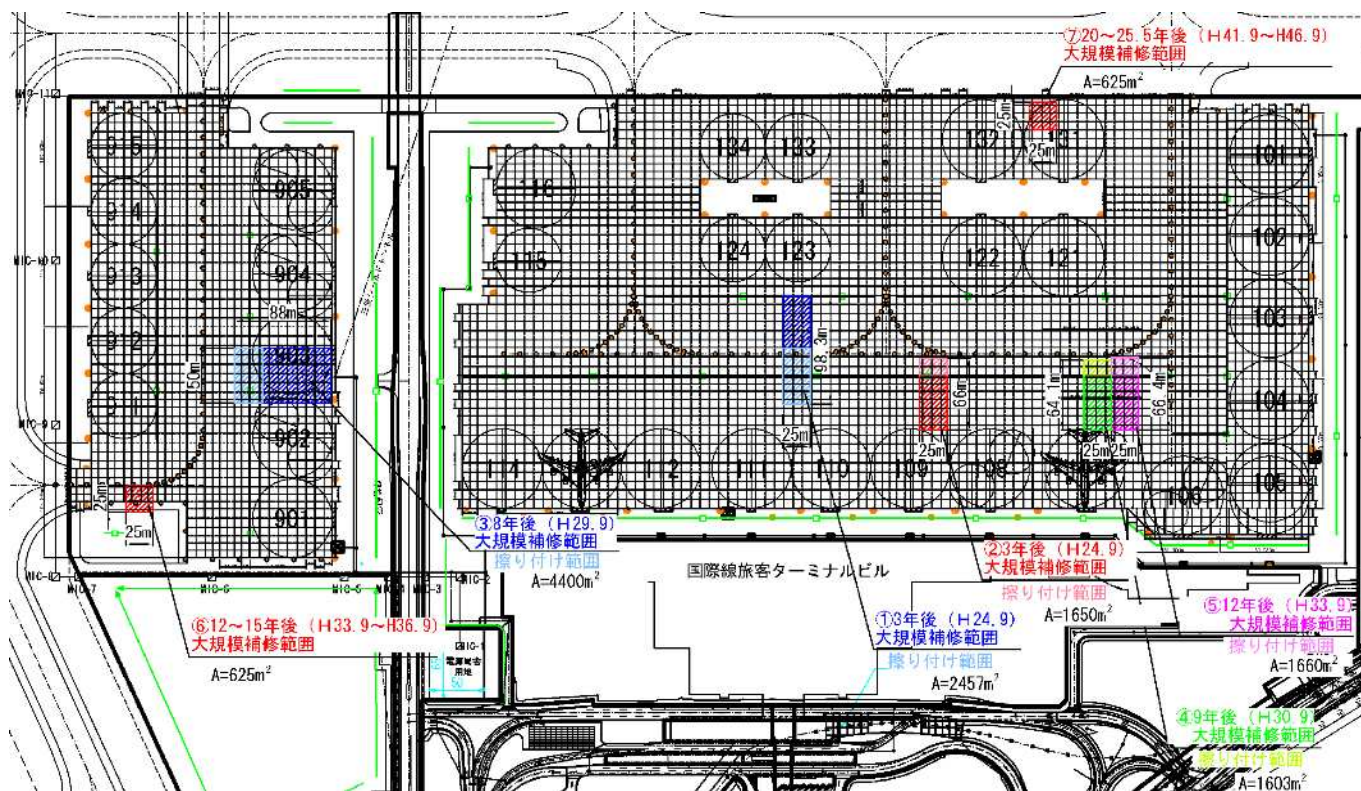


図-8 大規模補修工事設計範囲(初年度~25.5年後)平面図

大規模補修工事の補修管理値に対する対処方針のフローを図-9に示す。基本は打換工法とし、構造上問題無いNC舗装の勾配逸脱の補修については付着オーバーレイ工法、即日復旧が必要な箇所についてはPRC版設置にて対応する。

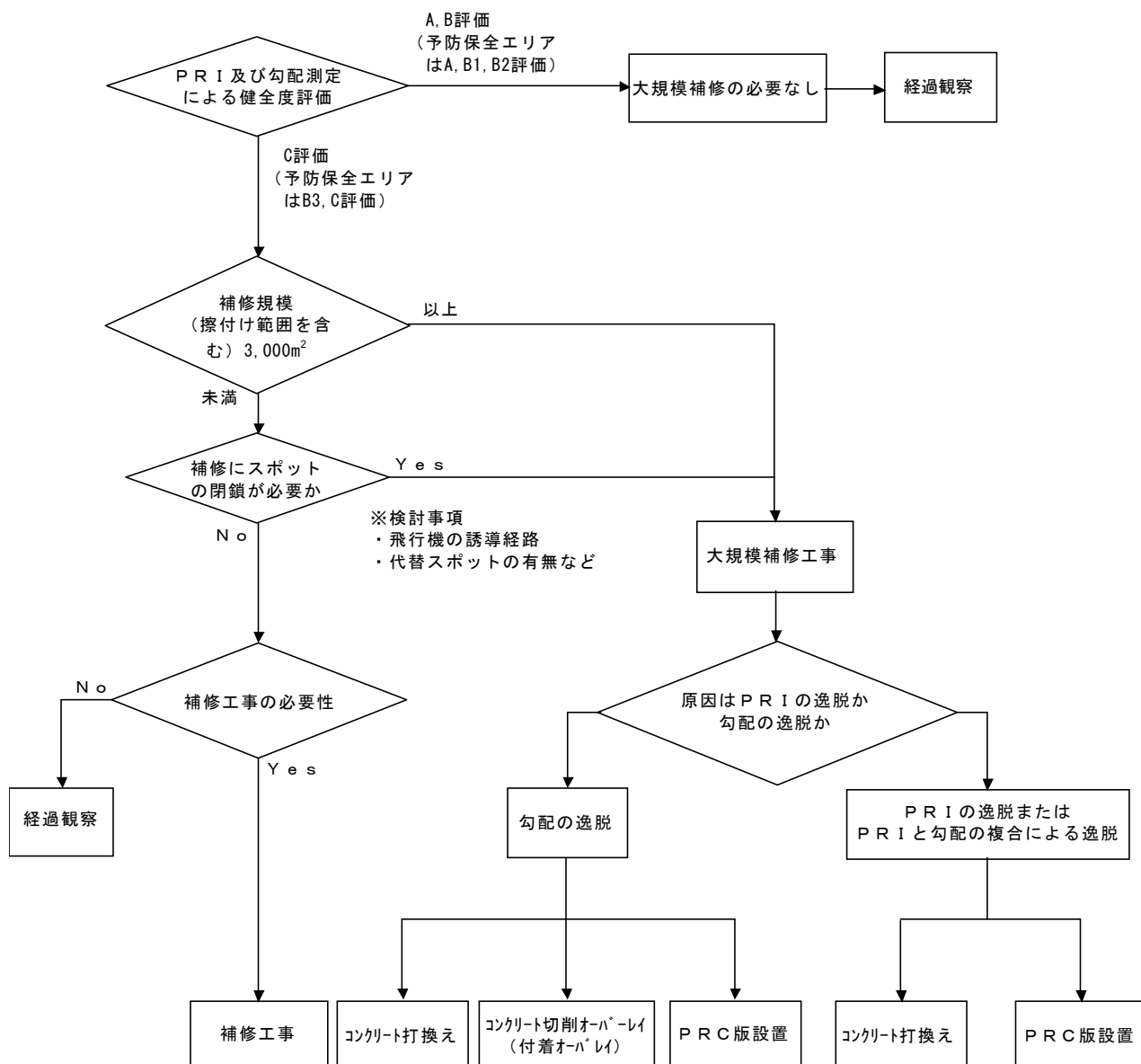


図-9 健全性評価に対する対処方針のフロー

## 8. あとがき

要求水準書に示される関係基準類をはじめ、各分野で得られた知見をできるだけ反映し、維持管理計画を作成した。今後も、設計・施工関連データおよび維持管理データ、特に各施設の健全度の時系列的変化や地盤沈下量をはじめとした各種計測結果を確実に維持管理システムに蓄積するとともに、それらを定期的に分析することによって将来の劣化予測を見直しながら、最適な維持管理計画を遂行していくこととしたい。