

PC橋の長期保証に関する検討

長谷川強¹・石川堅一¹・兼松俊成¹

¹中部地方整備局 道路部 道路工事課 (〒460-8514 名古屋市中区三の丸2-5-1)

これまで、ポストテンション・プレストレストコンクリート橋の品質確認は、主に竣工検査によって実施されてきた。しかし、乾燥収縮等による初期ひび割れは数年を経て進行するため、竣工検査時には確認出来ないものが多い。ひび割れからコンクリート内部への雨水等の浸入は鉄筋等の腐食要因となることから、ひび割れの抑制は長期的な橋梁の健全性を保つ上で極めて重要と考える。そこで、中部地方整備局では、PC橋（ポストテンション桁）工事において竣工検査数年後のコンクリートのひび割れの抑制を保証基準（長期保証の指標）として設定した試行工事を行うこととし、その指標の決定根拠や確認方法等について報告するものである。

キーワード：橋梁の長寿命化、予防保全、長期保証

1. はじめに

道路橋をはじめとした道路構造物は、高度経済成長期に集中して建設され、今後、高齢化が急速に進行していく状況にある（図1-1）。

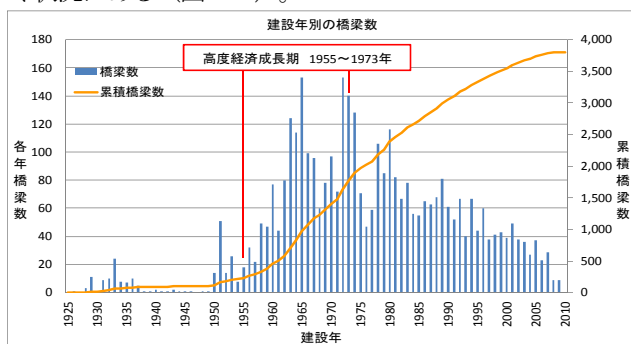


図 1-1 中部地方整備局管内の建設年別の橋梁数

道路構造物のうち、橋梁は道路を構成する重要な要素であり、その健全性を維持・更新していくために、国土交通省では2004年より「橋梁定期点検要領(案)平成16年3月 国土交通省 道路局 国道・防災課」¹⁾に基づき橋梁の点検（以下、「橋梁点検」と称する。）を実施している。一方で、橋梁の高齢化とともに損傷箇所も増加し、維持管理・更新費用をいかに縮減するかが今後の重要な課題となっている。

本検討は、これまでの橋梁点検によって判明した、中部地方整備局（以下、「中部地整」と称する。）管内のPC橋の損傷状況を踏まえ、新設橋の施工時における予防保全の対策について検討を進めたものである。

2. PC橋の現状と課題

(1) 中部地方整備局管内の橋梁状況

中部地整で管理する道路橋は約3,800橋を有し、約5割をコンクリート橋が占めている（図2-1）。

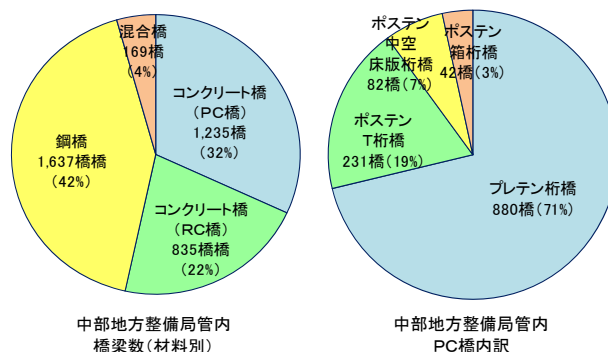


図 2-1 中部地方整備局管内の橋梁状況

(2) 橋梁点検による損傷状況

直轄国道の橋梁点検は、供用後2年以内に初回点検を行い、2回目以降は原則5年以内実施している。過年度に実施した橋梁点検では、図2-2に示すようなひび割れが多く確認された。ひび割れはコンクリート構造物の代表的な変状であり、また、進行したひび割れ箇所から雨水がコンクリート内部に浸入し鉄筋等を腐食させるなど、構造物の劣化要因の一つである。橋梁点検では、現場施工となるポストテンション桁（以下、「ポストテン桁」と称する。）にひび割れが多く確認され、特に上部工部分で生じている橋梁が多い結果となった（図2-3）。

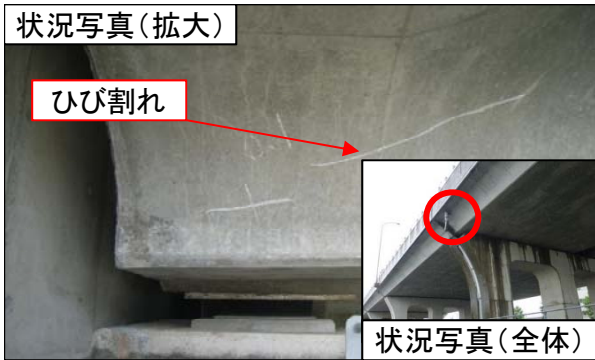


図 2-2 ポステン桁のひび割れ状況

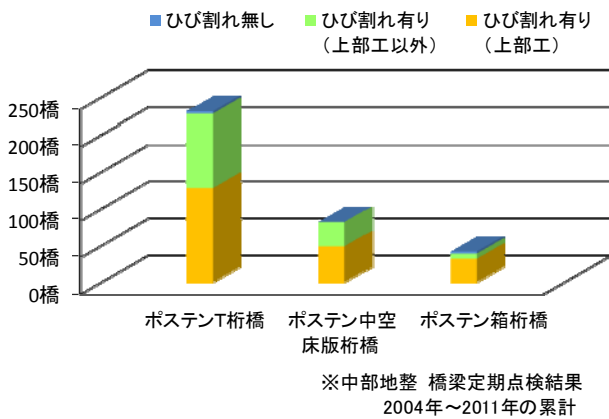


図 2-3 ポステン桁のひび割れ点検結果

(3) 初回点検結果を踏まえた考察

橋梁点検では損傷状況の把握をするにあたり、点検項目を部材ごとの「要素」と位置づけ、損傷度合いを定量化している。また、損傷として特に注視すべき「ひび割れ」については、幅と長さに応じて判定基準を定めている。幅については、0.2mm以上が「ひび割れ大」、0.1mm以上0.2mm未満は「ひび割れ中」、0.1mm未満は「ひび割れ小」としている。過去に実施したポステン桁の初回点検結果では、全42橋中8橋の主桁にひび割れが生じていた。そのうち、「ひび割れ大」は18要素となった(図2-4)。

ひび割れ程度に関して、土木工事特記仕様書(中部地方整備局 平成25年4月)では、受注者は構造物施工完了時に0.2mm以上のひび割れに対して調査を実施し、監督職員への報告を定めている。また、「コンクリートのひびわれ調査、補修・補強指針2009」²⁾では、ひび割れ幅と透水量との関係を示している(図2-5)。ひび割れ幅と透水量の関係では、ひび割れ幅0.2mmを超える値からの透水量上昇率が高くなっており、このことから初回点検にて確認された18の「ひび割れ大」要素については、雨水の浸入要因となり、将来の劣化不安要因の1つになると考えられる。

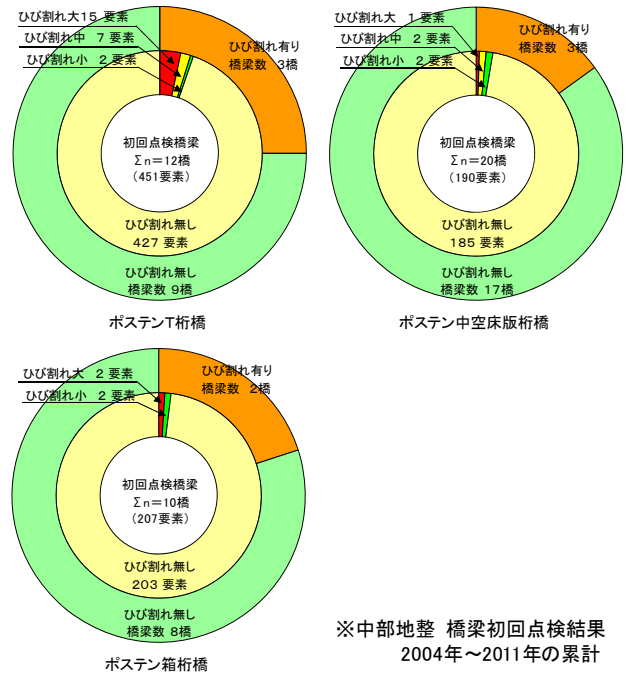


図 2-4 ポステン桁の橋梁初回点検結果

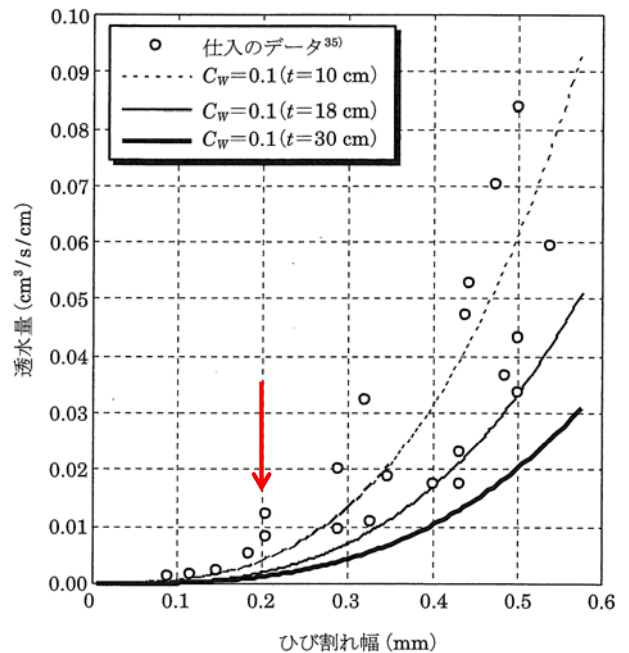


図 2-5 ひび割れ幅と透水量の関係²⁾

コンクリートのひび割れが生じる原因については、繰り返しの上載荷重等の外的要因の他に、施工時から始まるコンクリートの温度変化や乾燥収縮などがある。今回、初回点検にて確認されたひび割れの内、「ひび割れ大」「ひび割れ中」について、その発生位置を確認した結果、桁端部での発生が大半を占めていた(図2-6)。桁端部はコンクリートボリュームも大きく、コンクリート打設後の温度変化による内部拘束力、および乾燥収縮による引張力が大きく作用する箇所である。初回点検時に確認されたひび割れの多くは、乾燥収縮によるものと推測さ

れた。一方で、桁端部はPC定着部や支承据付け部があり、構造上重要であると共に、伸縮部からの漏水等水の影響を受け易く、腐食環境が進行しやすい箇所である。その様な中で橋梁において桁端部の破損事例は多く、初期ひび割れは橋梁の劣化を促進する要因の一つといえる(図2-7)。

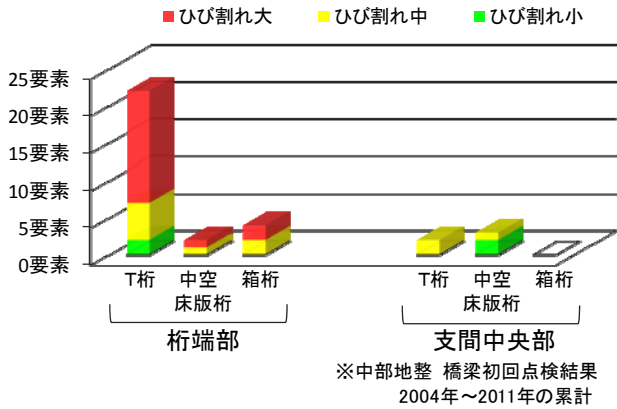


図 2-6 桁端部と支間中央部のひび割れ発生割合

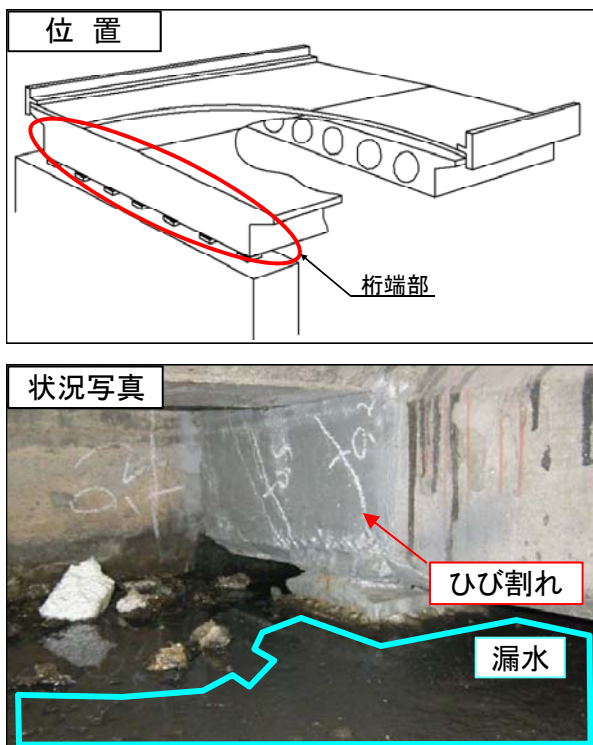


図 2-7 桁端部の破損状況

(4) PC橋の長寿命化に向けて

橋梁点検の結果を踏まえ、竣工後、初期に発生するコンクリートのひび割れを抑制することが、橋梁の長期的な健全性を保つための一つの方策と位置づけた。言い換えれば、施工時に技術的な工夫を行うことが、将来の劣化リスクを低減させ、長期にわたる品質を保証することにつながり、ひいては橋梁の維持管理費用の縮減に寄与すると考えるものである。しかし、現行の制度では、施

工者の技術力を発揮する方法、検査・受取り手法等、実施するにあたっての指標が定まっていない。そこで、中部地整ではPC橋(ポステン桁)の初期ひび割れに的を絞り、竣工検査数年後のコンクリートのひび割れの抑制を保証基準(長期保証の指標)として設定した試行工事を実施するための検討を行った。

3. 長期保証指標の決定

(1) 検討委員会の設置

PC橋の長寿命化を目標とした試行工事実施に向けて、指標値などを検討するために「PC橋の長期保証に関する検討委員会(以下、「検討委員会」と称する。)」を2012年に設立した。本検討委員会は学識経験者、コンクリート業界関係者及び国土交通省職員で構成し、「産・学・官」が連携し幅広い視点から検討を進める体制を整えた(写真3-1)。



写真 3-1 検討委員会開催状況(2013年1月 第1回)

(2) 対象部位の決定

長期保証の対象部位については、これまでの定期点検結果の分析を行い、桁端部とした。桁端部の詳細な範囲については、プレストレス力が働いている箇所と働いていないRC領域を分け検討した。一般的に、PC構造物ではひび割れを許容しないことから、RC領域を長期保証対象部位とした(図3-1)。

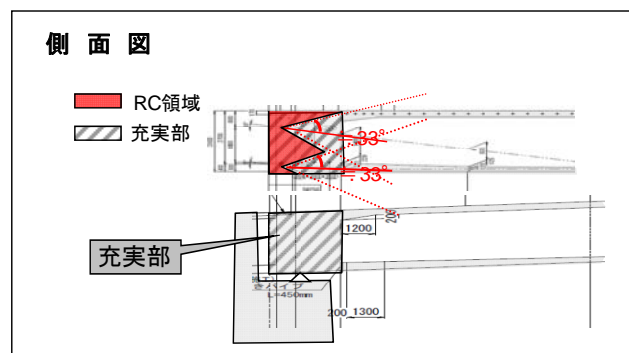


図 3-1 長期保証対象部位³⁾

(3) 指標値の決定

桁端部の初期ひび割れ発生を抑制することが目的であるため、評価する指標は対象部位に生じるひび割れ幅とした。ひび割れ幅の指標値については、前述の図2-5に示すひび割れ幅と透水量の関係、および一般的に補修を必要としないとされるひび割れ幅を勘案し、0.2mmで判断することとした（表3-1）。

表 3-1 補修の要否に関するひび割れ幅の限度⁴⁾

区分	環境 ¹⁾ その他の 要因 ²⁾	耐久性からみた場合			防水性から みた場合
		きびしい	中 間	ゆるやか	—
補修を必要とする ひび割れ幅 (mm)	大	0.4以上	0.4以上	0.6以上	0.2以上
	中	0.4以上	0.6以上	0.8以上	0.2以上
	小	0.6以上	0.8以上	1.0以上	0.2以上
補修を必要としない ひび割れ幅 (mm)	大	0.1以下	0.2以下	0.2以下	0.05以下
	中	0.1以下	0.2以下	0.3以下	0.05以下
	小	0.2以下	0.3以下	0.3以下	0.05以下

(4) 施工者による技術力の反映方法

長期保証工事を実施するにあたり、施工者の技術力をいかに反映するかが、橋梁の品質に最も影響する事項である。施工者の技術力は企業により様々である。また橋梁はその形状、施工箇所、施工時期が工事ごとに異なる。よって、工事契約後に施工者が保証対象部位に関して設計の工夫（照査設計）協議を実施し、技術力を取り入れることとした。設計の工夫時の条件とし、次項に示す保証期間内において、評価指標値の最大ひび割れ幅0.2mm以下を達成出来る内容について設計協議可能とした。また施工者からの協議内容については、検討委員会にて技術的観点から評価が出来る体制とした。

(5) 保証期間の決定

対象部位の保証期間については、ひび割れの主要因となるコンクリートの収縮応力の推移を踏まえ決定した。コンクリートの収縮応力は打設から概ね3～4年程度で収束している（図3-2）。また、橋梁上部の竣工から、構造物の供用開始、橋梁点検の初回の時期を兼ね合わせ、保証期間を竣工検査から3年間と設定した。

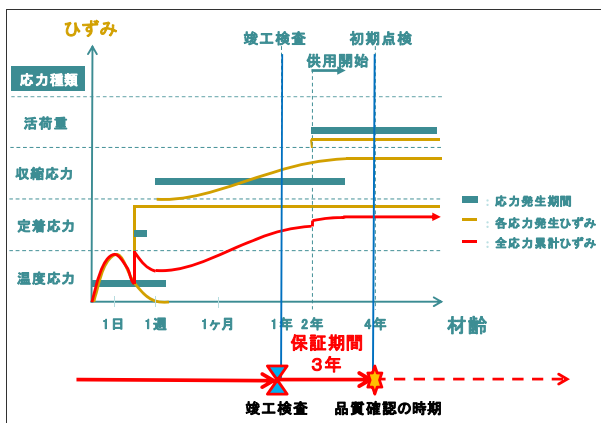


図 3-2 保証期間とコンクリート応力³⁾

(6) 保証期間中および期間後の調査方法

保証期間中および期間後の、指標値の調査時期および調査者を表3-2のとおり定めた。竣工検査時（保証期間開始時）には、施工者が調査を実施し、調査結果票を提出するものとした。竣工後については橋梁管理者が調査を実施するものとし、1～3年の保証期間中にはひび割れの推移を確認するために毎年調査を実施し、保証期間終了後は橋梁定期点検で実施することとした。また、保証期間中および期間後において、橋梁管理者が実施する調査に施工者が立ち会うことを可能とし、評価に対する公平性を確保し、さらに施工者の技術力蓄積も図れる体制とした。

表 3-2 指標値の調査時期および調査者

調査者	調査時期	竣工 検査時	竣工検査後			
			竣工1年 経過後 (供用時)	竣工2年 経過後 (供用後1年目)	竣工3年 経過後 (供用後2年目) (初回定期点検)	保証期間 終了後
施工者		○	—	—	—	—
橋梁管理者		—	○	○	○	○

(7) 契約事項としての記載

前記 (2) ～ (6) の項目については、工事契約時の追加特記仕様書に保証対象部位等を明確に記載し、契約事項とした。

(8) 制度運用フロー

施工者による施工時の設計の工夫協議、指標値の調査時期等の事項および対応について整理し、竣工検査前及び後の対応フローを定めた。また、竣工検査前および竣工検査後において指標値を超えるひび割れが発生する場合は想定されるため、是正措置についても検討を行った。

a) 竣工検査前の対応

竣工検査前において、ひび割れが生じた場合は、施工者からの協議を受けた上で検討委員会を開催し、ひび割れ状況を精査した後、0.2mmを超えるまたは施工不良による場合は施工者にて補修を実施することとした。また、補修が必要な場合は契約事項の不履行に該当するため、補修実施後に長期保証を解除して、工事成績に反映させることとした（図3-3）。

b) 竣工検査後の対応

竣工検査後においては、橋梁管理者が調査したひび割れの調査結果について、指標値を超えるか否かに関わらず、施工者へ通知することとした。また、保証期間が経過し指標値を超えるひび割れが生じなかった場合には、施工者へ「保証の履行確認通知」をすることとした。一方、指標値を超えるひび割れが確認された場合は、施工者にて是正措置案を作成し、検討委員会にて内容を精査

した後、是正措置を実施することとした。ただし、検討委員会にて是正措置を求められた場合で、内容に不服が生じた場合は再判定を求められることが出来ることも定めた。

竣工検査後の対応については、ひび割れ無し・ひび割れ有りのいずれの場合においても、検討委員会にて状況を確認し、是正措置を実施した後においても措置の妥当性を確認するなど、段階的に評価ができる体制を整えた(図3-4)。

4. PC橋の長期保証実現に向けて

検討委員会により定めた指標をもとに、中部地整では、2013年に全国に先駆けて「PC橋の長期保証を求める工事」を試行工事として発注することとし、現在契約手続きを進めている。試行工事としての検証を考慮し、橋種及び施工地域を分けて、多様なデータが得られるように選定した。試行工事の実施、および検討委員会による指標値設定の概要については、公表を行い、その資料は中部地整ホームページに掲載している。

5. まとめ ～品質向上のために～

「構造物の品質」を考えたとき、それはどの段階での品質が重要なのだろうか。我が国の経済活動の基盤を成し、国民の生活を支えるインフラの品質とは、構造物が竣工検査を受ける段階での品質とは限らないと考える。とりわけ、道路橋は道路本体を構築し、物流や緊急時の輸送路として重要な構造物であり、長期にわたる安全・安心が求められるものである。鋼橋では現場での架設前

に、工場にて不可視部分の品質の確認を行っている。また、コンクリート橋のうち、プレテンション方式のプレキャスト桁などは、工場製作により一定の品質を確保している。このように、各々の特性に合った品質確認を実施している中で、本取り組みは、現場で製作するポストテンション方式のコンクリート構造物の特性を考え、長期に渡りより良い品質を確保するための新たな提案である。

一方、今回実施した検討は試行段階であり、保証基準として定めた各指標と構造物の長期的な健全性の関係については、確立されているものではない。今後は、試行工事の結果をもとに構造物の長期的な健全性について検証するとともに、保証制度のブラッシュアップを行い、よりの確かつ汎用性のある制度としていきたい。

最後に、本取り組みが橋梁をはじめとした道路構造物のより良い品質確保に貢献できるものとなることを期待している。

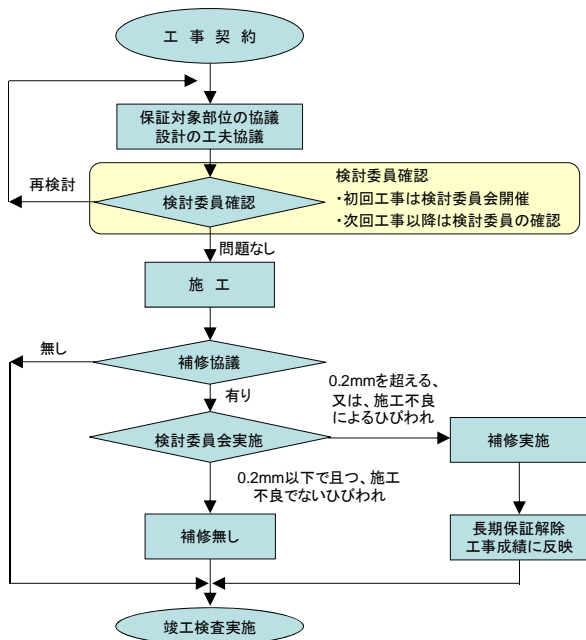


図 3-3 竣工検査前の対応フロー³⁾

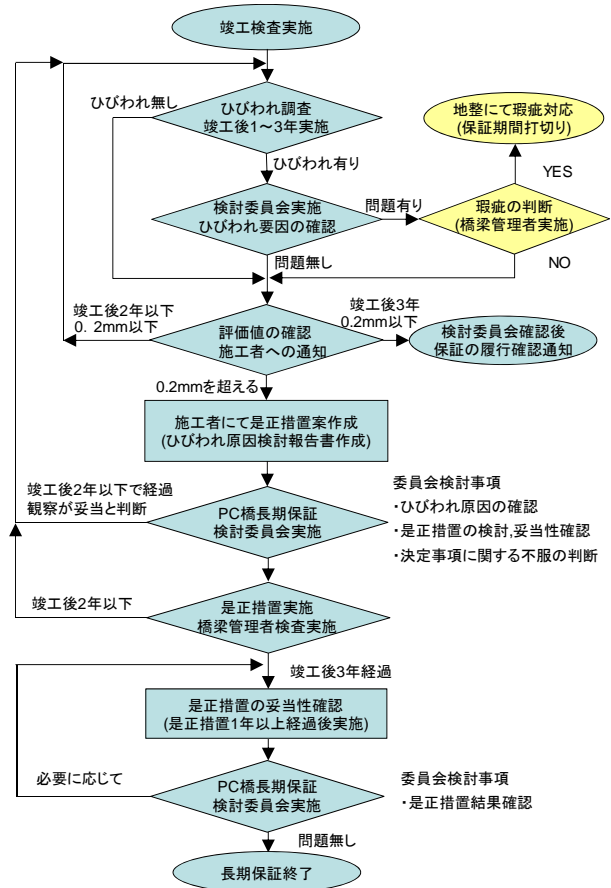


図 3-4 竣工検査後の対応フロー³⁾

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・防災課：橋梁の維持管理体系と橋梁管理カルテ作成要領(案)，平成16年3月
- 2) 社団法人 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針，2009年
- 3) PC橋の長期保証に関する検討委員会資料，2013年
- 4) コンクリートのひび割れがわかる本，2003年