

道路橋のマネジメント

2012. 12. 6

国土技術政策総合研究所
道路構造物管理研究室長
玉越 隆史



1. 道路橋の現状
2. 維持管理から見たこれまでの整備と課題
3. 維持管理時代の技術基準
4. 道路橋のマネジメント

1. 道路橋の現状

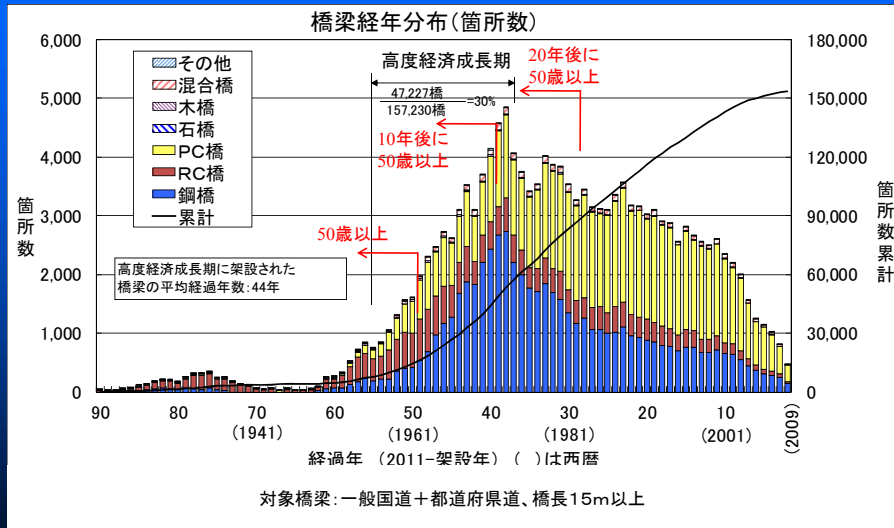
道路橋ストックの現状

(単位:橋)

	全橋梁数	うち、15m以上
高速自動車国道	7,084	6,912
一般国道指定区間	20,837	12,393
一般国道指定区間外	30,173	13,300
都道府県道	100,372	34,001
市町村道	521,423	90,835
計	679,889	157,441

出典:道路統計年報2011

道路橋ストックの現状

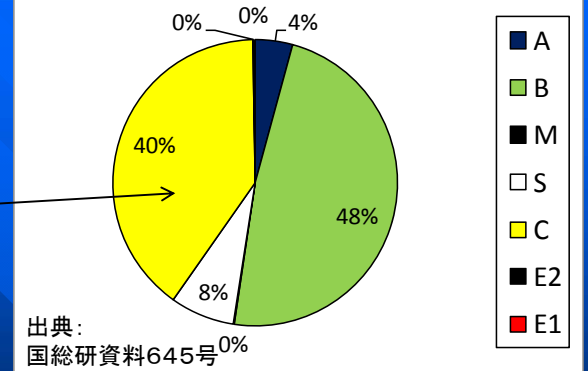


出典:国総研資料第645号

直轄道路橋の実態

対策区分別橋梁数比率

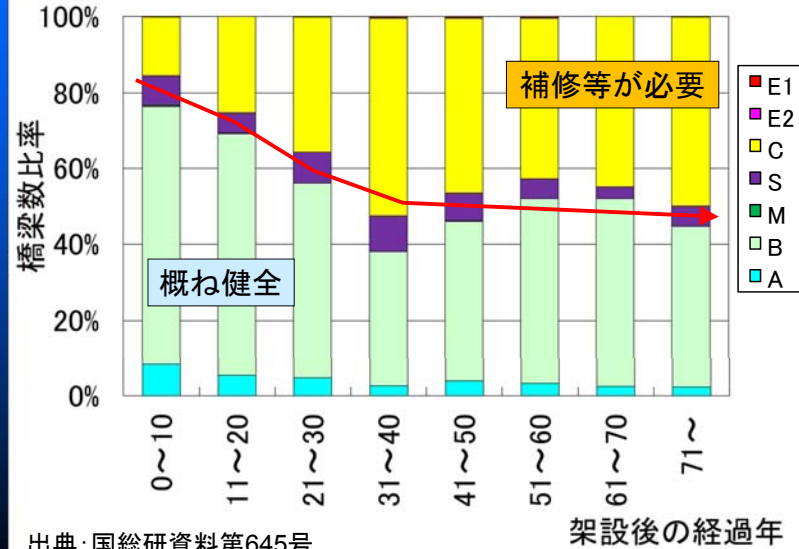
C:速やかに補修等を行う必要がある。



対策判定区分	判定の内容
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E2	その他、緊急対応の必要がある。
C	速やかに補修等を行う必要がある。
S	詳細調査の必要がある。
M	維持工事で対応する必要がある。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
A	補修を行う必要がない。

直轄道路橋の実態

判定区分別橋梁数比率(経過年別)



2. 維持管理から見た
これまでの整備と課題

技術基準の体系

道路橋の場合

法律
政令
省令
告示
通達
...

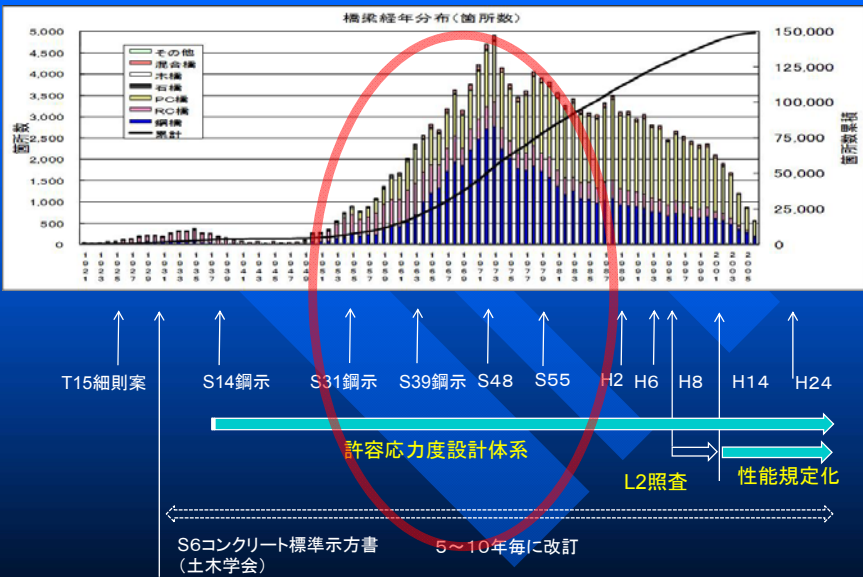
- 道路法(法律)
 - ・ 技術基準は、政令で定める
 - ・ 通常の衝撃に対して安全なものであるとともに、安全かつ円滑な交通を確保することができるものでなければならない。
- 道路構造令(政令)
 - ・ 必要な事項は省令で定める。
- 道路構造令施行規則(省令)
 - ・ 十分安全なものでなければならない。

■橋・高架の道路等の技術基準(=道路橋示方書)
(道路局長・都市局長通達)

道路橋の技術基準の体系

道路法 (法律)	【第30条 道路の構造の基準】 ・ 高速自動車国道及び国道の構造の技術的基準は、政令で定める。 ・ 都道府県道及び市町村道の構造の技術的基準(自動車の種類、建築限界、自動車の荷重に対し必要な強度に係るものに限る。)は、政令で定める。
道路構造令 (政令)	【第35条 橋、高架の道路等】 ・ 必要な事項は、国土交通省令で定める。
道路構造令 施行規則 (省令)	【第5条】 ・ 当該橋等に作用する荷重及びこれらの荷重の組合せに対して十分安全なものでなければならない。
(通達)	省令に準じたものとして運用 橋、高架の道路等の技術基準(都市局長、道路局長)
	道路橋示方書・同解説(Ⅰ～Ⅴ編)
各種便覧 ・技術図書	道路橋伸縮装置便覧、道路橋支承便覧、鋼道路橋塗装・防食便覧、鋼道路橋設計(施工)便覧、コンクリート道路橋設計(施工)便覧 他

設計技術基準は、最新の知見で逐次改正



フェーズ1:画一化・規格化

■一定水準の品質を満たすための技術・方法論の標準化。
(品質を維持しつつ経済的に大量の資産整備の実現へ)

→ 設計基準類・規格類の整備

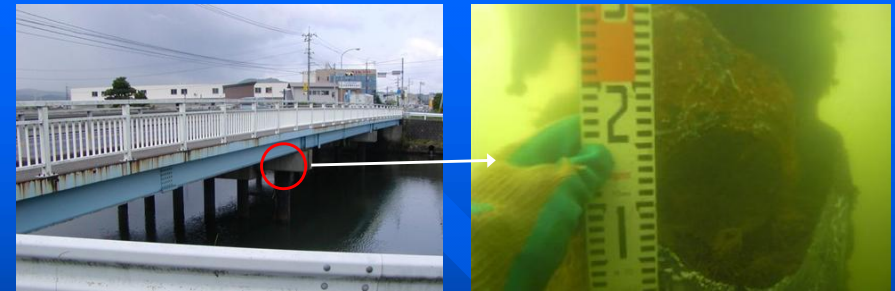
- ・道路橋示方書
 - ・許容応力度設計法
 - ・構造細目規定
 - ・JIS等の材料規格との連動
- ・学協会の各種技術資料や規格類
 - ・設計技術や施工方法の一般化・標準的方法の提示(標準示方書)
- ・JIS、JSSC、JCI

時々の知見による対応が産むもの



未経験の劣化に対する過去理解の限界
→ 最適解ではなかった可能性はこれからも

時々の知見による対応が産むもの

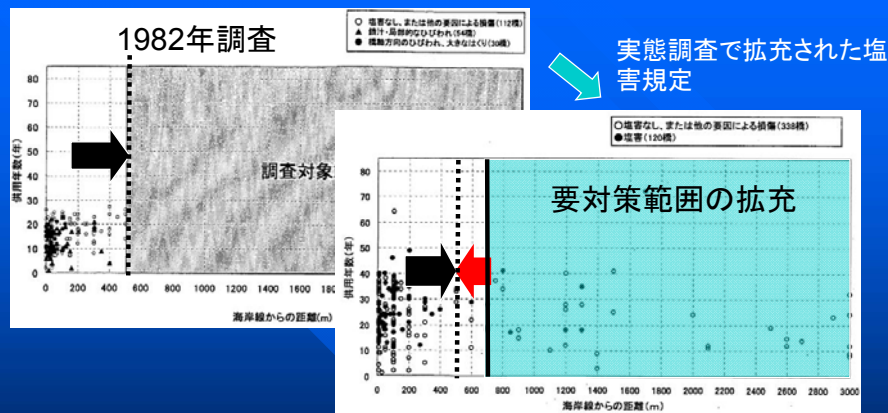


鋼パイルベント橋脚の水中部における断面欠損

初体験の高齢化と経験則の限界

→ 未知の事象の潜在リスクは今も、これからも
生みだされる可能性が高い。

時々の知見による対応が産むもの



対策方法の妥当性評価の限界

→ 既存不適格・不十分は今後も不可避
(過去の基準や対策が不十分と判明することもある)

フェーズ2：性能規定化

■ 要求性能を満足すれば具体の手法には自由度を許容する。
(多様なニーズや条件に対する「画一的手法」の弊害をなくす)

→ 設計基準類・規格類の整備

・道路橋示方書

・H14 性能規定型への転換

(在来手法を、要求性能を満たす標準解と位置づけ)

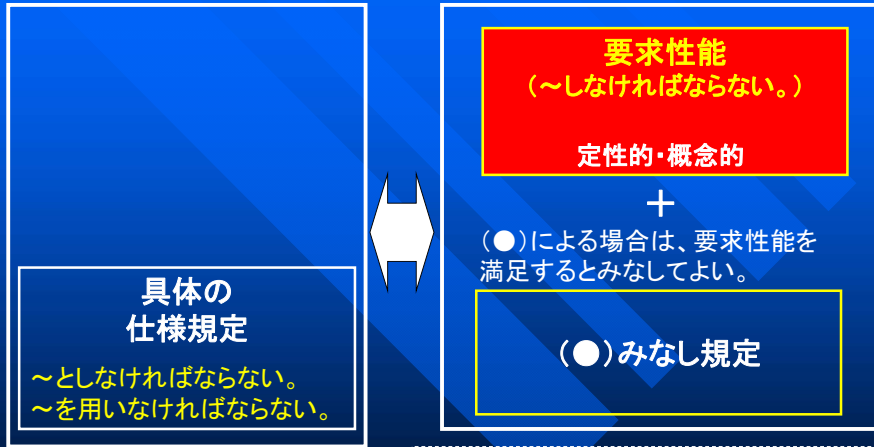
(可能な限り、要求性能を規定として明文化)

→ 技術提案型調達手法の採用

H13(H14)道示による性能規定化

(H8以前)

(H14道示)



ただし、性能を満たすことが確認できれば、他の方法による照査も許容する。

技術基準としては、
新技術や新材料をふくむ様々な方法での
性能の実現が許容されることが明確にされた。



耐久性照査の実態は変わったか？

- ・架橋条件などの不確実性を考慮した
精度の高い定量的な設計・照査技術は・・・
- ・施工品質や建設技術の不確実性を考慮した
精度の高い耐久性設計は・・・

性能規定によって、目標性能は明確になったものの

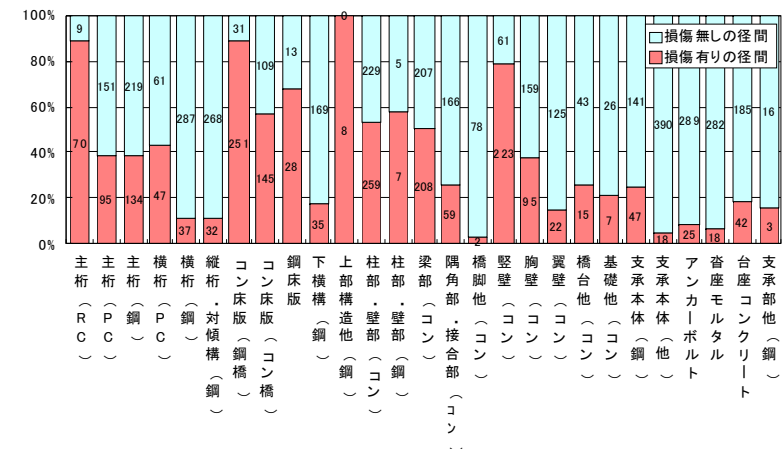


ばらつきのある架橋条件・ローカル環境による早期劣化も

→ 信頼性の高い耐久性が実現しているとはいえない。

初回点検結果の例

性能規定化後に建設された橋でも、多くの初期不良が発見されている



→ 依然として耐久性が大きくばらつく資産が形成されている

さらに、設計上の想定とは必ずしも一致しない現実



→ 長期の供用期間中には想定外が生じる可能性が高い

21

維持管理からみた整備の課題(反省)

- ①時々の最新の知見の限界
→ 未知の知(今後も想定される新たな事象)
- ②耐久性の信頼性の限界
→ 供用期間中の定期・適時の状態把握を前提
- ③設計での想定と一致しない被災や不具合の発生
→ 具体的に想定できる事態以外の発生を想定

22

3. 維持管理時代の技術基準

(H24道路橋示方書の改定と今後の課題)

23

未知の知(今後も想定される新たな事象)

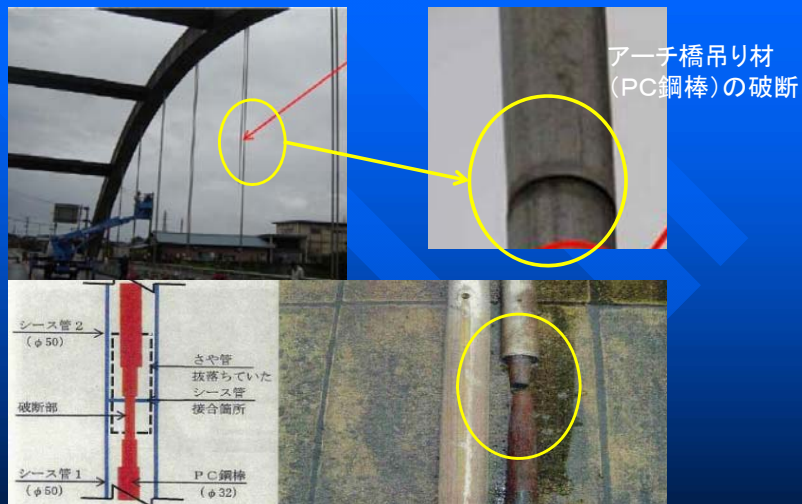


維持管理の容易さ
= 予定した点検などがやりやすい?

→ 維持管理の「**確実性**」と「容易さ」

24

維持管理が困難となる構造の回避



「保護管」の存在による、不測の悪影響(局部腐食)

25

道路橋示方書(H24.3)における反映

1章 総則

1.3 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、**維持管理の確実性**及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

➡ 将来の劣化や損傷、被災なども念頭において、**維持管理できない箇所や部位構造を避けたうえで、さらに容易に点検・調査・補修などの維持管理行為ができるように配慮する。**

26

維持管理の計画と必要な維持管理設備の配置



27

道路橋示方書(H24.3)における反映

1章 総則

1.6 設計

1.6.2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

(2) **供用期間中の点検**及び事故や災害時における橋の状態を評価するために**行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な維持管理設備の設置**。点検施設等を設置する場合には、5.4の規定による。

28

想定外の想定



具体想定^①の範囲にのみ考慮した基準

→ 不測の事態の発生を念頭に^②した配慮

29

経験的に更新や補修が必要となる可能性が高い部材では可能な範囲でそれらの事態にも配慮



30

道路橋示方書 (H24.3)における反映

4.1 支承部

(2) 支承部の設計にあたっては、塵埃、水の滞留等の劣化要因に対する耐久性や施工、維持管理及び補修の確実性や容易さに配慮しなければならない。

4.2 伸縮装置

(1) 伸縮装置は次の性能を確保するよう、適切な型式、構造及び材料を選定しなければならない。
5) 施工、維持管理及び補修の確実性や容易さに配慮した構造であること。

5章 付属物等 5.2 排水

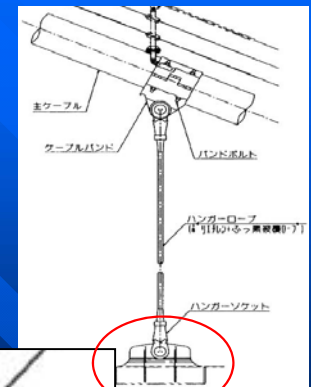
(3) 排水施設は、橋の供用期間中に確実に機能が維持されるよう、維持管理の方法等の計画と整合し、かつ、必要な耐久性を有する構造としなければならない。

31

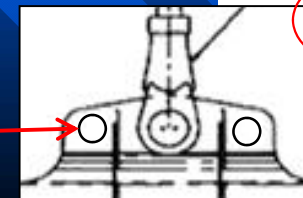
具体の事象の想定はなくとも、部材によっては更新できることを配慮することも許容



↑ 支承交換のための補強



ハンガー交換のための仮設ケーブル用の穴



32

道路橋示方書(H24.3)における反映

1章 総則

1.6 設計

1.6.2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (3) 供用期間中に更新することが想定される部材については、維持管理の方法等の計画において、あらかじめ更新が確実かつ容易に行えるよう考慮しなければならない。

一部の部材が「何らかの理由」で破壊された場合を想定した検討の実施



亀裂で主桁が破断した例

1格点の破壊による落橋

道路橋示方書(H24.3)における反映

1.6 設計

1.6.2 構造設計上の配慮事項 ※新規追加

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (1) 橋の一部の部材の損傷等が原因となって、崩壊などの橋の致命的な状態となる可能性。

＝ 補完性・代替性の考慮

ただし、

- 明確な評価・照査基準がない
- 経済性に大きく影響する

→ 橋の位置づけなどの条件に照らして個別に判断

不測は予測不能、しかし、必要となる可能性が高いものを用意することは可能



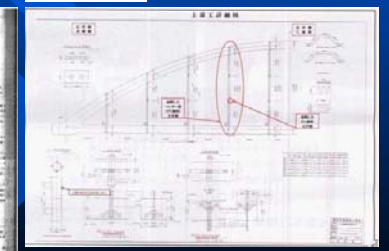
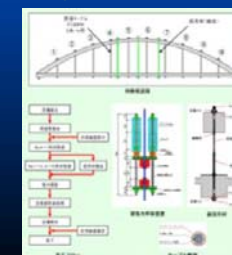
工事記録や施工記録



合理的な補修計画の立案につながる

関連文献

関連図面



道路橋示方書(H24.3)における反映

6章 記録

6.3 設計・施工に関する事項 ※新規追加

橋の完成後には、少なくとも設計や施工に関する次に定める事項について、記録を作成し、供用期間中の維持管理に用いることが可能となるよう保存しなければならない。

- (1) 1.4に規定する調査に関する記録
- (2) 1.5に規定する計画に関する記録
- (3) 1.6.1に規定する設計の手法に関する記録
- (4) 1.6.2に規定する構造設計上の配慮事項に関する記録
- (5) 1.7に規定する設計図等
- (6) 施工に関する記録

維持管理に対して用意されるべき対策の考え方

維持管理対策の体系的整理	事象の性格		
	想定内		想定外
	計画事象	想定事象	不測の事象
必須	予防・予見 (維持管理性)	定期点検 定期更新	緊急点検 補修補強
容易	具体の想定に基づく対策 (震災・経年劣化など)		記録 資料保全
確実	不測を想定した対応策 (あっても無駄にならない措置) (事象を問わず必要性の高いものの準備)		

<参考>アクシデント対策における深層防護

深層防護	アクシデント対策		
	内部事象 <small>機械故障・ヒューマンエラー...</small>	外部事象 <small>地震・津波...</small>	人為的事象 <small>テロ...</small>
Prevention	予防・免災		
Mitigation	(想定できる)被害の軽減策		
Evacuation	不測を想定した対応策 減災(破綻の回避)		

H24年道路橋示方書において維持管理時代に向けていくつかの重要な改定がなされた。

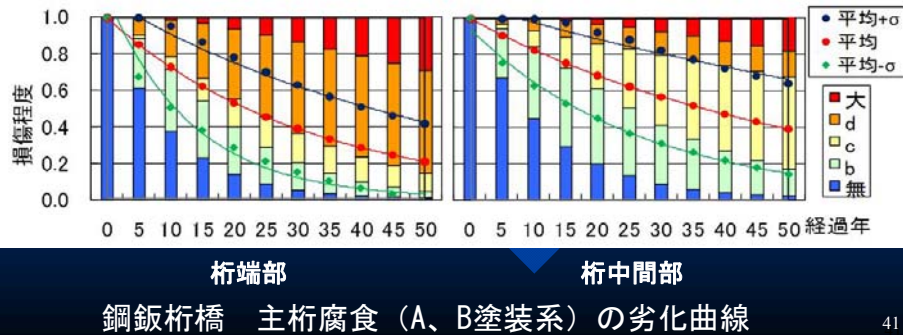
維持管理の時代への対策は万全か？

維持管理の観点で技術基準に残されている課題

- ① 耐久性の信頼性の向上
- ② 不測の事態への対応性の向上

① 耐久性の圧倒的に大きな「ばらつき」の改善

- ∴ 予防保全の足かせ(手遅れリスク)
- ∴ 計画的管理の足かせ(信頼性の低い将来予測)
- ∴ 点検の省力化の足かせ(高頻度の点検)



41

② 不測の事態への対応性向上の具体策

1) 損傷の制御

- ∴ 「ばらつきが不可避」で「予測困難」な事象でもよりリスクの小さな損傷形態への誘導できるのでは



→ 長期供用期間の維持管理リスクまで考慮した、ダメージコントロールの思想・方法を課していくことも考えられる

2) 補修・補強を念頭においた合理性

- ∴ 補修・補強の「容易さ」までは実現できていない



補修補強がしにくいと再劣化は避けがたい。

→ 将来、確実かつ容易な補修補強ができることレベルを性能として整備段階で評価できないか？

43

3) 供用後に生じる様々な症状に対して

に精度よくに残存(保有)性能が評価できる性能



→ 症状が診断しやすいことも性能として要求できないか？
(性能状態と対比できる症状が現れやすいと診断も容易)

44

4) 更新や挽回が容易な技術の開発と基準化

→ 道路橋の基本的技術は、「やり直し」ができない技術



そのまま再締め付けはできない高力ボルト接合

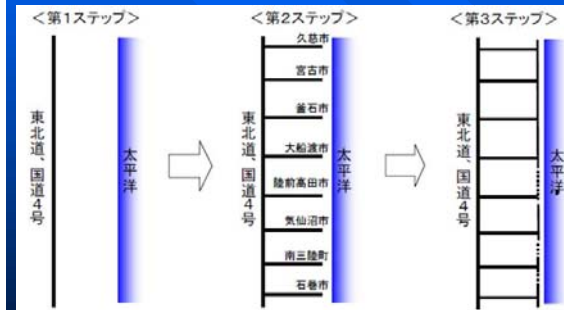


再溶接が困難な場合も多い溶接継手

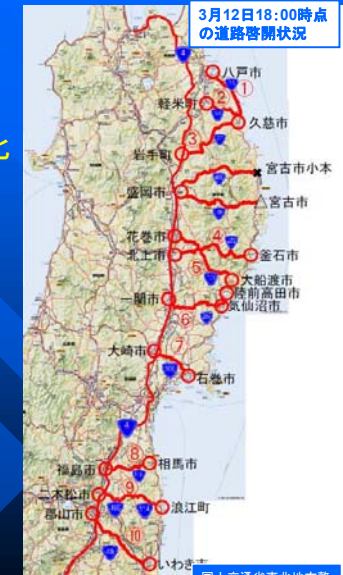
5) 個々の橋だけでは限界のある事態への配慮

ネットワークによる
道路機能の補完性・代替性を発揮

→ 明確で説明性のある
ネットワーク評価と必要な性能の規定化



(国土交通省 東北地方整備局 道路部)
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/kushinohasakusen.html



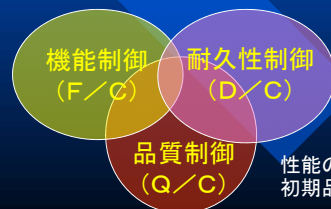
国土交通省東北地方整備局発表資料より引用

まとめ

～ 維持管理時代の道路橋のマネジメント ～

- 機能制御
 - 損傷の制御(ダメージコントロール)
- 耐久性制御
 - 高い信頼性で耐久性を制御
 - 補修補強の信頼性向上(更新を前提とした新設技術)
- 品質制御
 - 安定した初期品質の実現

定量的に機能的性能の保証



耐久性の信頼性向上
補修補強の信頼性向上

性能の前提となる
初期品質の向上

まとめ

～ 維持管理時代の道路橋のマネジメント ～

- マネジメントツール(アセットマネジメント)
 - 過信も誤解もない正しいシステムの活用と高度化

