

土 木 研 究 所 資 料

第 1 3 1 6 号

橋 梁 の 点 検
(OECD 道路研究グループ報告書翻訳)

昭和 5 3 年 1 月

建 設 省 土 木 研 究 所
構 造 橋 梁 部 橋 梁 研 究 室

ま え が き

この報告書はOECD (Organization for Economic Co-operation and Development) の道路研究グループ (C9) が本部からの委託を受けて行なった調査研究の最終報告を翻訳したものである。

この研究課題は「橋梁の点検」であり、近年急速な発展を遂げた橋梁の設計・施工技術に対して比較的開発が遅れている維持管理という問題を課題としてとりあげている。

近年、橋梁の安全性を高め、補修作業等を円滑に行なうため、橋梁点検を組織的、計画的に行なう必要性がさげばれている。この報告では点検技術、情報管理技術、研究分野、行政的、組織的な面等広い視野に立ってOECDの加盟各国の現状調査、分析を行ない、かなり具体的な提案を行なっている。この報告は橋梁の維持管理を担当する人々が世界的な点検技術の現状および水準を知り、橋梁点検計画の立案を行なう場合に貴重な資料となるものと思われるので建設省内での業務資料として、利用するため本資料を作成した。なお、道路研究グループ (C9) のメンバーとして日本から土木研究所の国広哲男が参画し、調査研究の一部を担当した。

昭和53年1月

構造橋梁部長	国 広 哲 男
橋梁研究室長	佐 伯 彰 一
同 研究員	高 野 義 武

緒 言

道路研究計画 (Road Research Programme) の主な研究分野は次の2つである。

- (1) 道路の建設、安全、交通面での国際的協力の促進、加盟諸国間で利用可能な研究施設の調整ならびに共同実験結果の科学的な分析。
- (2) 加盟諸国における科学的文献や実施中の研究計画に関する情報の交換を組織的に行うための国際的道路研究の情報管理

今回の「道路研究計画」では、以下に掲げる道路関係の最緊急問題に関して加盟各国政府の意思決定の際に必要とされる科学的、技術的基盤を明らかにすることを主目標とした。

※ 経済的、社会的、技術的な発展と必要性を考慮した、道路施設の計画、設計、維持管理

※ 道路の安全性の向上を目標とした加盟国共通の全体的基本計画の作成

※ 交通処理業務を円滑に行い、道路利用者へのサービスを向上させるため、市街地、郊外地それぞれにおける交通管理システムの改善

※ 経済的、社会的、エネルギー、環境上の要件等を考慮した、都市と郊外を結ぶ一貫した輸送システムの開発とその評価

「橋梁点検グループ」は、加盟諸国における橋梁点検計画の技術水準を審査し、橋梁の各部分の評価に際して利用されている技術を根本的に再検討し、現在有する知識の空隙を埋めるための研究プロジェクトの概要を定める目的で設置された。この報告書は、「第7回国際プレストレストコンクリート会議」(VIIth International Congress on Prestressed Concrete)に関連してニューヨークで開かれた会議の他、ミュヘンのババリア道路局 (Bavarian Highway Department) およびパリのOECD本部において1974年から75年にかけて開催された当グループの3回の会議の成果として作成したものである。この報告書では、まず橋梁点検を行なう理由を明らかにするとともにその目標と範囲を定め、組織的な面および行政的な面に検討を加えている。橋梁点検の具体的な手段と評価方法に関しては、それぞれに特別の章を設けた。末尾は今後の研究に関する当グループの勧告事項と提案を記載してこの報告書の結びとした。

目 次

第Ⅰ章 序論	1
Ⅰ. 1. 委託事項	1
Ⅰ. 2. 橋梁の点検を行なう理由	1
2.1 基本的根拠	1
2.2 安全	2
2.3 経済的側面	6
2.4 橋梁技術の進歩	7
2.5 結論としての見解	7
Ⅰ. 3. 橋梁管理制度	8
3.1 橋梁管理制度の一環としての橋梁点検	8
3.2 橋梁点検経費	9
Ⅰ. 4. この報告書の構成	9
第Ⅱ章 目的と範囲	12
Ⅱ. 1. 目的	12
Ⅱ. 2. 範囲	12
2.1 点検規模と頻度	12
2.2 手続と順序	13
2.3 構成部分または部材	14
基礎	14
下部構造	15
上部構造	17
付属部分	26
可動橋	29
Ⅱ. 3. 要約	30
第Ⅲ章 組織、管理および訓練	31
Ⅲ. 1. 序論	31
Ⅲ. 2. 全体的組織	31
2.1 規則と責任	31
2.2 行政	31
2.3 財政	32
Ⅲ. 3. 政策と管理	32
3.1 政策組織	32
3.2 点検班の構成	32
3.3 点検装置	33
3.4 訓練	33

3.5	点検の経済的側面	34
3.6	橋梁の記録	34
3.7	点検記録の活用	34
3.8	橋梁の評価	35
Ⅲ. 4.	要約	35
第Ⅳ章	情報管理	36
Ⅳ. 1.	序論	36
Ⅳ. 2.	有効なデータと情報	36
Ⅳ. 3.	情報管理システム	36
3.1	「単一カード」システム	37
3.2	「単一カード」と他の点検記録を組合せたシステム	37
3.3	「橋梁記録」と「構造の詳細および評価のシート」を組合せたシステム	37
3.4	多くのカードとマイクロフィルムを用いたシステム	37
3.5	「橋梁台帳」（総括的記録）	38
3.6	路線別記録，橋梁基本記録，橋梁詳細記録を組合せたシステム	38
3.7	路線別記録と多様な情報管理方法を組合せたシステム	38
3.8	橋梁情報管理システムの実例	38
Ⅳ. 4.	作業方法	39
4.1	カード記録	39
4.2	EDPに関するカード計画	39
4.3	マイクロフィルム	39
Ⅳ. 5.	長大橋梁，特殊な橋梁	39
Ⅳ. 6.	情報管理と点検	39
Ⅳ. 7.	要約	40
第Ⅴ章	点検の方法	41
Ⅴ. 1.	序論	41
Ⅴ. 2.	点検の方法	41
2.1	橋体にあらかじめ組込まれた装置による点検	41
2.2	移動範囲が限定されている機具による点検	41
2.3	自走式点検装置	42
2.4	水面下の点検方法	43
2.5	目視点検用の機具	44
2.6	特殊装置	44
Ⅴ. 3.	要約	44
第Ⅵ章	評価技術と器機	46
Ⅵ. 1.	序論	46
Ⅵ. 2.	標準的な点検用具を使用しての目視による評価	47
Ⅵ. 3.	材料の局部的特性を把握する方法	48

3.1	コンクリート強度の推定	48
3.2	コンクリート性状の評価	48
3.3	非破壊動的試験	48
3.4	腐食の評価	49
3.5	鋼構造部材中の亀裂の検出	49
3.6	ケーブルまたはワイヤーの損傷部の発見	49
3.7	コンクリート橋への放射線写真の利用	50
VI. 4.	載荷中の全体的挙動の評価方法	50
4.1	移動の測定	50
4.2	伸びの測定	51
4.3	作用力および圧力の測定	52
4.4	応力の測定	52
4.5	動的特性の評価	52
4.6	載荷および過載荷による方法	52
VI. 5.	その他の技術と装置	53
5.1	水中にあるものの評価	53
5.2	被覆膜の厚さの測定	53
5.3	コンクリートの被りの測定, 鉄筋量および鉄筋径の把握	53
5.4	防水膜の有効性の判定	53
5.5	コンクリート中の塩化物の評価	53
VI. 6.	要約	54
第VII章	勧告事項と提案	55
VII. 1.	序論	55
VII. 2.	橋梁点検の主な区分け	55
2.1	外観点検	55
2.2	主要点検	55
2.3	特殊点検	55
VII. 3.	方法, 順序および範囲	56
VII. 4.	組織, 管理および教育・訓練	56
VII. 5.	情報管理	56
VII. 6.	接近手段	57
VII. 7.	評価技術と装置	58
VII. 8.	研究	58
第VIII章	研究の必要性	59
VIII. 1.	序論	59
VIII. 2.	欠陥の検出方法	59
2.1	適用可能な非破壊検査技術の検討と改良	59
2.2	部分的な破壊検査技術	62

Ⅷ. 3. 特殊な構造的欠陥	62
3.1 腐食と破損に関するPCケーブルの状況	62
3.2 プレストレストコンクリート橋の応力	62
3.3 過酷な環境における鉄筋およびコンクリートの状況	63
3.4 吊橋および斜張橋でのアイバーおよびケーブルの状況	63
3.5 溶接された鋼構造物の疲労破壊の可能性の評価	63
3.6 特定の計測成分の問題に関する研究	64
3.7 破壊に対する強度を判定するための非破壊検査	64
3.8 基礎の健全性	64
Ⅷ. 4. 周囲の状況の調査	64
Ⅷ. 5. 点検による情報の収集と利用	65
Ⅷ. 6. 点検による情報の分析	65
Ⅷ. 7. 点検作業に関する研究	66
7.1 接近手段	66
7.2 点検および維持管理の経済的側面	66
Ⅷ. 8. 要約	66
参考文献	67
付 録	68
A. 全国的な橋梁点検計画を実施している国のリスト	68
B. 合衆国橋梁点検訓練計画の要約	87
C. 橋梁管理システムの実例	92
本グループ構成員のリスト	107
あとがき	109

第 I 章 序

論

1.1 委 託 事 項

当グループに対して次の事項が委託された。

「多くの国で橋梁の組織的点検が必要であることが認識されている。橋梁の崩壊は道路利用者に多大の危険をもたらすものであり、十分な点検を行なってこなかった橋梁の修理費は極めて高価なものとなることがある。

橋梁の点検は、古くなったために主構造部材が風化、腐蝕し、今日の交通事情に適合しなくなった橋梁に対して必要であるばかりでなく、妥当な応力度の限界値に基づいて設計された近代的構造物についても必要である。このことは特に多くのプレストレストコンクリート橋についていえる。橋梁が正しく機能する上で不可欠とされる構造部材、例えば支承、ヒンジ、伸縮継手、防水層などの点検も同じく重要である。

研究分野としては次の3つが考えられる。

※ 組織的調査の全体計画に関する分野（点検の頻度、点検事項、測定および点検用機器の性質、その他）

※ 構造物を詳細に点検するための非破壊検査等（ γ 線透過検査、超音波探傷、ヒズミ、応力の測定など）の技術・開発：これは表面には現われない構造上の欠陥を探知したり、部材の力学的挙動を解明するための技術に関するものである。

※ 「橋梁の維持、補修、構造上の規制（殊に重量制限の設定）および橋梁設計面での改善などを目的として実施した点検結果の利用

これまでにOECDが行ってきた研究と同様に、当グループはこの分野に関する資料を収集し、関連データを集め、現在用いられている方法を十分に検討し、必要に応じて見解を述べ、知識を深めるため研究プロジェクトの概要を示すべきである。」

1.2 橋梁の点検を行なう理由

1.2.1 基本的根拠

橋梁は道路網の重要な要素をなすものである。それは、橋梁が戦略的に重要な場所にあること、また橋梁が破壊したり供用荷重が制限された場合、望ましくならざる影響が生ずるからである。従って、道路管理上不可欠のものとして、橋梁の組織的な点検に格別の配慮を払う必要がある。

橋梁の点検計画の基本的根拠は安全の確保にある。一般の人々は、ほんの僅かな破壊の危険性でさえも受け入れたがらないものであるが、この危険性を全くとすことは技術的、経済的に不可能であろう。そこで、人々の信頼と適切なレベルの安全性を確保するために利用できる財源とをどのように均衡させるかは、主として政治的に決定されることになる。

橋梁点検の第2の目的は、橋梁構造物の維持管理費を最小限にすることにある。組織的で詳細な橋梁点検とデータの専門的分析によって維持管理が経済的にでき、交通に対する影響を小さくしたタイミングのよい橋梁架け替えが可能になる。

さらに道路管理者、或は個々の橋梁技師に課せられる法的責任も橋梁点検計画の設定ないし改善のための有力な動機となることがある。たとえ法的には問題はなくても、見た目にもひどく腐食していたり、破損した橋梁をそのまま放置することは一般の人々の信頼を失いかねず、当局者は厳しい批判を受けることになる。現代は、国際間の輸送、旅行、観光が、かつてみられなかったほど急増している。また、土木構造物が一段と複雑で大規模なものとなってきている。このため橋梁の重大事故や破壊は、専門家の名声や国家の威信に悪影響をもたらすことになる。

1.2.2 安全

供用中の橋梁の破壊事故は幸いごく稀であり、特に人身事故を伴うものは非常に少ない。普通みられるものは船舶、または車輛の衝突による偶発的な事故である。

橋梁事故として最も被害の多かった事故の1つは、1967年にWest Virginia州で発生したPoint Pleasant橋の事故であり、このアイバーを使った吊橋の落橋により死者46人を出した。落橋の原因を調査したところ(図1、2を参照)、車道のはるか上方の吊鎖中のアイバーの内側部分に生じたごく微細な(2mm)応力腐食による亀裂が原因であることが判明した。この亀裂がアイバーの破断をひきおこし、継手部分を破断させる原因となり、落橋に至らしめたものである。この橋が設計された1927年の当時では、橋梁材料の応力腐食や疲労腐食などは、郊外地区の普通の露出条件下で生ずるとは考えられていなかった。この亀裂は橋を解体しなければ発見できなかったものと思われ、この事故により点検可能な橋梁を設計し、建設する必要性が叫ばれることになり、このような微細な亀裂をも発見し得るような、検査技術全般を推進させる必要性が望まれるようになった。

しかし、死傷者を出していない橋梁事故は、これまでも何回も生じている。これらの事故では、原因が風、地震等であったり、例外的ではあるが予想不可能でもない条件下で生じたため、事故による災害を最小限度に食い止めることができたのである。その上、ぎりぎりの時期での点検により、必要な緊急措置(一般には橋の閉鎖)を当局がとることができた例も知られている。だが、適切な時期に、より組織的な点検を行っていたとすれば、このような事故例でも橋梁の耐用年数を引き延ばすことができた筈であり、一般の人々を危険な状況にさらすこともなかったであろう。図3から図6に著しく腐食した橋と橋梁事故の例を示す。この件に関連して「橋梁の安全性」の概念に関する後述の事項を参照されたい。この用語を簡単に定義することは難しい。ここでいえることは、構造物は、現在の知識で判っている限りにおいて、材料や構造物の挙動に関して示方書等に定められている安全度を最低限度満足していなければならない、ということである。この問題に関しては、ヨーロッパ・コンクリート委員会(European Concrete Committee)が1975年1月に発行した安全便覧⁽¹⁾で詳しく取り上げている。

しかし、より広い分野からみれば、さまざまな要素を考慮に入れるべきであり、大ざっぱにこれを分類すれば人的要素(妥当な安全度または危険度)、技術的要素(設計、材料、施工、維持管理)、規制・制限要素(交通量および供用荷重)、環境要素(気象など)、経済的要素(耐用年数;ライフ・サイクル費用全体の最適化)、それに政治的要素などになる。このように複雑な要素を考えると、点検によって橋梁の安全性が高まることを一般の道路の安全性の評価で使用しているような、純然たる費用便益費比を用いて評価することは困難であろう。

脚注 (1)参考文献を参照

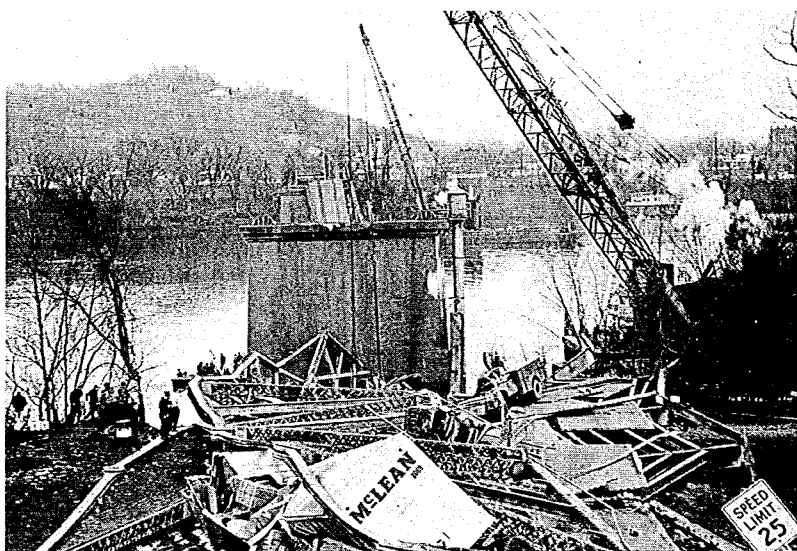


図 1. 2 崩壊したポイント・プレザント橋

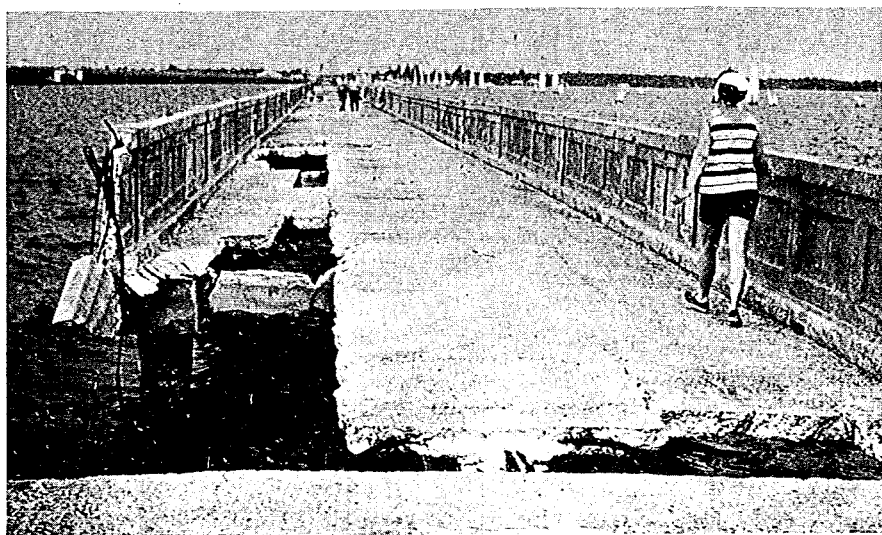
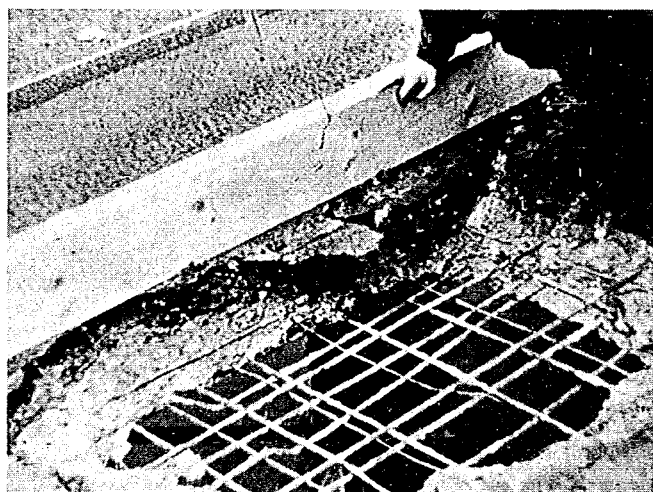


図-3.4 極端に劣化した橋の例

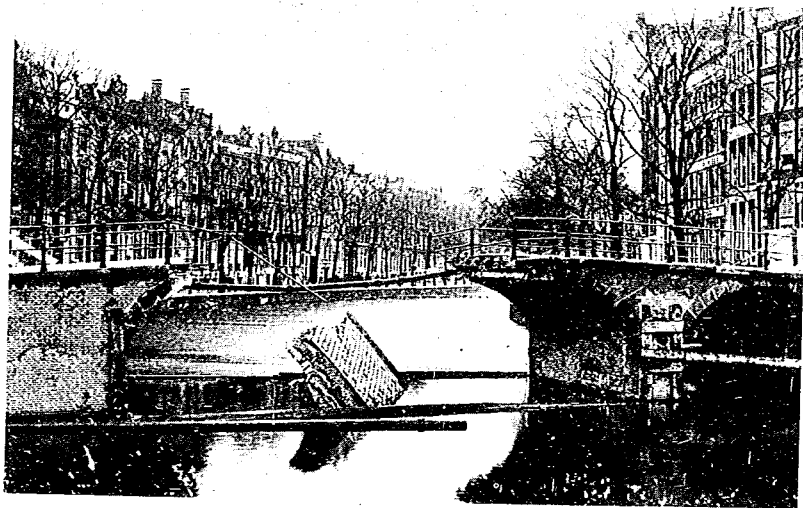
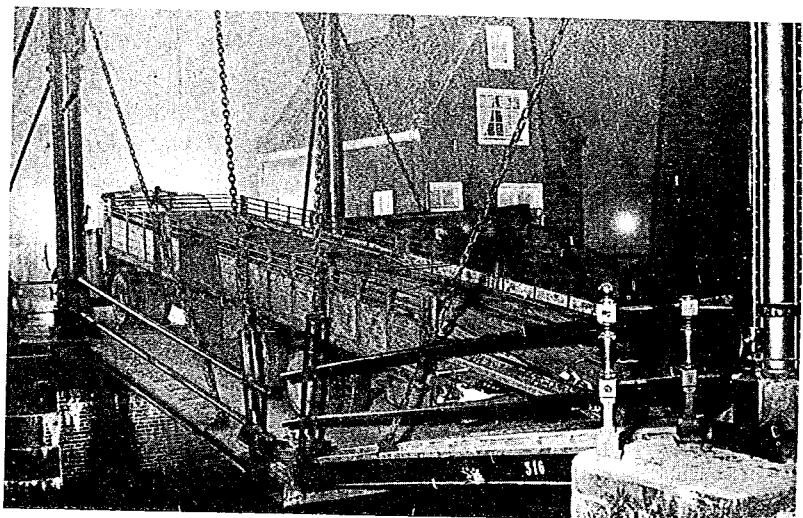


図- 5, 6 橋梁の事故例

組織的な点検による予防的な維持管理に代わる政策として、橋梁の機能を妨げるような事故と腐食の処理だけに点検と保守を限定する政策（事後的な維持管理）がある。だが、このような政策は橋梁の主要構造部材について加盟国のどの道路当局にも意識的にとられた例はない。その理由は、事後的な維持管理に伴う人身事故への危険性が、技術者はもとより一般の人々にとっても受け入れることができないからである。二次部材とか構造部材以外の部材については事後的な維持管理政策をとっても、その結果は主要構造部材の場合ほど重大なものとはいえないが、その場合でも、二次部材の破損が原因で主要構造部材が破損する危険性は高く、この意味から道路管理者としては事後的な維持管理政策は意識的にとるべき政策ではない。例えば、排水施設が故障しても床版の強度には直接的な影響をおよぼさないであろうが、やがてはコンクリートを劣化させ、鉄筋を腐食させることになる。

安全性と関連するものに使用性の概念がある。つまり、橋梁は許容し得る確率でその所要の機能を果たし、工費と維持費の両面で必要以上の経費を要するものであってはならない。橋梁は、その外観や安全性に対する一般の人々の信頼を損うことなく、機能をとめずに（ごく短期間の保守期間は除く）その期待耐用期間全体にわたって所期の機能を発揮しなければならない。点検は、構造物が受ける条件と構造物の機能の果たし方と関連づけるものであることから、安全性と使用性を考慮する際の不可欠な部分といえる。橋梁の安全問題をこれ以上検討することは当グループの研究範囲を越えることになる。従って、この問題に関しては別の国際的研究を参照し、加盟各国がとっている各種の方法を詳細に比較してほしい。

1.2.3 経済的側面

土木構造物は、そのほとんどが建設された瞬間から腐蝕劣化が始まるものである。経験的にみても、年月が経過するにつれて橋梁の上を走る車両の荷重は増加していく。橋梁の点検は、橋梁に負荷される各種の荷重、例えば死荷重、自動車荷重（当初設定した荷重を越えることもある）、風荷重、その他、環境などによる物理的、化学的影響による橋梁の劣化、その程度を確認するために行なわれる。予想し得ない自然現象や車両、船舶の衝突による橋梁の被害は別としても、内部的欠陥による影響を見付けたり、その追跡調査のためにも点検は必要である。橋梁の設計時、施工時、或は補修または保守作業時に生じるいかなるミスや不注意も橋梁の内部的欠陥の一部になるということを忘れてはならない。

従って、必要な措置を時機を逸せず、かつ最も経済的に行なうためには橋梁とその構成部材を緊密かつ組織的に監視してゆくことがどうしても必要となる。事実、補修や架け替え計画に十分な時間が与えられる前に重大事故が発生して交通を遮断させなければならない事態となれば、地域社会に与える被害額は極めて高いものにつく。例えば、予想外の架け替え工事により道路利用者が破る費用がその橋の建設費の5倍に達したという例がある。

事後的な維持管理政策は安全性の理由で避けられてきたため、経済面での問題は点検、補修、架け替えに要する経費ならびに交通の遮断による経費の合計額を最小限にすると同時に、第Ⅱ章第2節に列挙する各種の目的を遂行してゆく問題となっている。しかし関連データがないため、この課題を定量的に行なうことは今のところ困難である。

橋梁の点検と耐用年数の間に密接な関係があることは明らかである。設計耐用年数は普通30年から120年におよび、やや大ざっぱな概念ともいえるが、それでもある種の設計基準の設定には役立つ。また点検頻度とか点検方法を定める際にも有益なものとなる。しかし、橋梁の耐用年数は、交通形態の変化とか道路網の変更、路線設定の変更といった外的な要因のために、10年から20年という短い

ものになることがある。

橋梁の実際の寿命は点検の如何によるところが極めて大きい。すなわち、まず点検をすることにより自動車の法律的規制と実際の荷重との関連が明らかになり、また橋梁に期待する機能と実際の機能との関係が明らかにできるからである。十分な点検は効果的な交通規制を行なう上に非常に役立つものである。第二に、橋梁の調査と点検は当初の計画耐用年数を維持し、或は古い橋梁の寿命を延ばす上で直接的な効果がある。例えば、ある種の損傷は、その橋梁の耐用期間の初期に発生し、これを記録し早期に補修しないときには、耐用年数が大幅に短くなることがある。同じようなことが古い橋梁についてもいえる。それらの橋梁では施工当時の設計、施工技術水準に基づくものであるため、その後の交通量や自動車荷重の増加、或は凍結融解剤の散布等のためにいっそう老朽化が進んでいる場合がある。

橋梁の点検をマクロ的な経済学の立場からみると、より広範囲な意味をもっている。点検を行なうことにより維持管理、補修、架け替え工事を経済的に立案でき、また適切な時期に保守を行なえることから全国的な規模の橋梁の架け替え計画をより長期にわたって行なうことができる。事実、多くの国ではその「歴史的」道路網にある多数の古い橋梁を架け替えなければならない時期にきている。この傾向は、1950年以降に架設された橋梁が構造的機能的に不十分なものとなる今後20年から40年後にかけて続くものと思われる。

I.2.4 橋梁技術の進歩

橋梁の設計、施工の両面での技術進歩には非常にめざましいものがあり、今後も急速に進歩することであろう。こうした進歩には溶接技術、高力ボルト、架設技術、プレキャスト工法、ブロック工法の採用、それに伸縮継手や支承など付属部材の進歩などがある。1960年代には、多くの国でかつてなかったほど道路や橋梁の建設が進められた。このような急速な進展ぶりからして設計や施工面で多くの欠陥が生じることは当然予想されるところであり、その影響が生じるには長い期間を要するであろう。このため橋梁の欠陥の発見と分析に注意を払う必要がある。

その上、原材料、原油、石油製品など天然資源保護の動きのために橋梁の設計、維持管理、施工方法に何らかの影響がでることが考えられる。今後は橋梁建設に費やされるエネルギー量が特に研究され、全く新しい材料の使用が促進されるものと思われる。従って橋梁の点検は、新たに規定された設計基準に基づいて架設された橋梁の性能を検査し、欠陥を発見するため、一段と重要になるものと思われる。

I.2.5 結論としての見解

以上、橋梁の点検の必要性について述べてきたが、これをそのまま定量分析の対象とすることは今のところ困難であろう。この理由として

第一に、既存の橋梁形式、使用材料、施工時に適用された設計施工仕様にかかなりの相違があるからである。その上、橋梁点検の「歴史」が極めて浅く、短期間にわたるものでしかないため、点検しなかった橋の挙動を、定期的に点検、検査した橋の挙動と比較して組織的に統計分析することができない。

第二に、橋梁の点検と研究プロジェクトの必要性は得られた点検結果から始めて明らかにされることであるから、道路予算の内どの程度を橋梁の点検作業と研究プロジェクトに割り当てるべきかを前もって決めることは困難であると思われる。これに関連して、溶接鋼構造物の疲労現象の研究のため

に合衆国内で行なわれている精力的な努力は注目に価しよう。この研究努力は前述の Point Pleasant 橋の事故の後で、類似の事故の発生が予想される他の橋梁の点検を行なったことにより始められたものである。

第三に、橋梁の安全性の概念は、橋梁点検全般の経済効果ならびに点検方法と頻度別の経済効果をも含めて、より綿密に、かつ、できれば国際的規模で調査した方が有利と思われるからである。橋梁の安全確保には政治的、道徳的配慮が最も大切になる場合がある。このことは、土木構造物の安全性に係るあらゆる種類の規定にもいえることである。経済性を基礎とする理論的手法に問題の多いことはよく知られている。たとえば破壊の可能性を極端に少なくする設計は経済的ではないが一般の人々には受け入れられやすいものである。従って、最適解は試行錯誤で見付けるべきであり、このためには各国で採用されている手法を分析することが最も良い。

1.3 橋梁管理制度

1.3.1 橋梁管理制度の一環としての橋梁点検

橋梁の点検は、それ自体が目的ではなく、橋梁の設計、施工、点検、橋梁形式の分類、管理、保守、補修、架け替え、研究、関連示方書などを含む全体のシステムの内の不可欠な要素の1つとしてみるべきである。

橋梁点検を行なう理由は第I章2節で概略を述べたが、ここでまとめて述べれば安全性の確保のため、施工費の低減のため、そしてさまざまな補足的な（重要度が低い場合も多い）必要性に応えるためのものである。点検の詳細な目的は第II.1項に述べるが、次に掲げる要素間には密接な関係があることが明らかになっている。

※ 橋梁の点検と示方書

第I.2.3項でも指摘したように、実際の状況を反映させる適切な点検は、効果的な規制と示方書の作成に大いに役立つ。

※ 橋梁の点検と設計

点検で得た結果を設計と施工の示方書に反映させる。また設計に際しては橋梁およびその構成部分に容易に近づき、点検できるように考慮しなければならない。

※ 橋梁の点検と施工

点検は、施工中に生じる内部的欠陥をチェックし記録するために、また、新しい工法によって架設された橋梁のできばえと挙動を把握するために必要である。橋梁の供用開始に先立って総合的点検を行なうことは、完成した橋梁に対する一種の全体的品質管理として役立つ。

※ 橋梁の点検と分類

点検データは、予想される供用荷重の変更による影響を確認するために利用することができる。これは全体的な等級づけ、或は評価方式に結びつけることができる。

※ 橋梁の点検と管理

点検データ分析方式を確立することにより、当該橋梁を利用する交通の規制、特に超大型車輛や軍用車を規制する上に必要な情報が得られる。

※ 橋梁の点検と保守、補修、架け替え

欠陥箇所、腐食劣化箇所を検知することにより、保守、補修または架け替えの必要性が定まる。

危険な兆候を早期に探知すれば、講ずべき補修措置の総費用をかなり少なくすることができる。

※ 橋梁の点検と研究

これまでに十分解明されなかった被害の調査結果を分析し、構造上の挙動に関する知識を深める目的で点検で得た結果を将来の研究の基礎とすることができる。特に、一定の型式の構造物に共通する欠陥を明らかにする点検データは、詳細な研究を実施する必要があることを示すものである。例えば、ある橋梁に対して行なわれた調査により、それまで検知されていなかった欠陥があらゆる型式の橋梁に共通する欠陥として注目されるようになった例はこれまでに何度かある。

以上は橋梁管理制度全体に占める橋梁点検の役割をあらためて認識したものである。従って、“点検”、“設計”、“施工”、“管理”等各分野の間の調整と合理化のために努力すべきである。橋梁点検で得た情報をフィードバックさせることも不可欠なことである。さらに一般の道路管理制度とも緊密な関係を維持すべきであり、“定期的”な道路点検は橋梁点検よりも頻繁に行なわれるものであるため、橋梁の異常、またはガードレールなどの設備に生じた被害など、肉眼による観察はさほどの追加経費を必要とせず道路点検者が十分に行なうことができる。

I.3.2 橋梁点検経費

表1は、当グループの研究に参加した諸国における橋梁点検データの概要を示したものである（この報告書の付録Aも参照のこと）。この表によれば、ある種の一般的傾向はみられるものの、国によって大きな差があることが判る。この分野では統計はまだ正確なものがなく、表1はこの問題の概要を示す以上のものではない。その上、ここに示す数値はいずれも同じ条件としたものではなく、国によっては予算であったり実際の経費であったりしている。

一般的には次のような傾向がみられる。

※ 詳細な点検は平均5年ごとに実施されており、国によっては1年から10年ごとになっている（“詳細な点検”の定義が国によって異なることは勿論である）。

※ 点検経費は橋梁建設費の平均の1000分の1をかなり下回り、1つの橋で年間20ドルから130ドルとなっている。

※ 年間の点検経費は、道路予算全体の0.05%から0.25%程度である。

上記の支出額が道路予算全体からみてごく僅かにすぎないとしても、既に作成しているか或は作成しようとしている技術上の協定、必要とされる組織および当面している問題点などに注意を向け、明確にする必要がある。

I.4 この報告書の構成

この報告書の各章の内容は次のとおりである。

第II章「目的と範囲」では橋梁点検の具体的な目的を明らかにし、橋梁点検の範囲を規模、頻度、点検すべき要素の点から定めている。同章では点検すべき構成要素ごとに詳細に検討するとともに、組織的にチェックすべき主な問題点を明らかにしている。

第III章「組織、管理および訓練」では各国における計画と実績に基づき、点検方式の組織面の主要点に検討を加えている（付録Aも参照）。橋梁点検要員の養成にも重点をおいている（付録B）。

第IV章「情報管理」では橋梁に関する情報管理の目的を簡単に述べ、点検計画を実施する際に最も有用となるデータを示し、若干の典型的な情報管理方式について述べる。

第Ⅴ章「点検の方法」では橋梁に固定して取り付けられた点検装置、および移動可能な点検装置について述べるとともに、その長所と短所、使用時の注意事項を重点的に示す。

第Ⅵ章「評価技術と装置」では、標準的な装置を使った簡単な視察による評価から、より研究的な専門的技術を使った各種の評価方法を明らかにする。

第Ⅶ章「勧告事項と提案」は、橋梁管理部門における責任者の配慮を求めるため、この報告書中の主な答申事項の要約のためにあてられている。

第Ⅷ章「研究の必要性」では、今後研究が望まれる主な分野について述べている。

表-1. OECD加盟国におけるおおよその橋梁点検経費

	ベルギー	フィンランド	フランス	(a) ドイツ	イタリア	(b) 日本	(c) オランダ	(d) ノルウェー	(f) スペイン	スウェーデン	(c) スイス	(h) イギリス	アメリカ
1. 橋の総数		10,000	50,000	58,000	30,000	(b.1) 566,000		18,000		18,000	8,000	8,200 (national) 130,000 (all)	(g) 570,000
2. 道路管理者の管轄下にある橋の総数	3190	9,000		22,000		(b.2) 30,000	2,200	15,000	10,000	10,000	2,050	130,000	251,000
3. 年間橋梁維持経費 (単位: 100万ドル)	4	1.7		7.5		(b.2) 8.4		6		7		1.6 12 (national) (all)	1.4
4. 詳細な点検を行なう頻度 (単位: 年)		2-5	5	1-6	1		5-10	5		2-4	5-10	1 (national)	2
5. 現在の点検経費 (合計)		200,000	1,000,000	3,000,000			200,000 (1,000,000)			250,000		150- 250,000 (national)	12,550,000
6. 年間の橋梁ごとの点検総費 (単位: ドル)		20	20	130			13 (65)			25		20-30	100
7. 1日当たりの平均点検経費 (専門チームの費用) (単位: ドル)	300	400	600	275				500		600		400	200
8. "平均的" 橋梁の表面積 1 m ² 当たり の現在における平均建設費 (単位: ドル)		400		550	400-600			600		400	250- 500	350 -450	300
9. 橋梁の表面積 1 m ² 当たりの年間平均 点検経費 (単位: ドル)		0.11		0.25				0.10 (0.50)				0.05 0.10	0.20
10. 上記(9)項を(8)項で割り、1000分率で 示したもの。		0.3		0.45				0.17 (0.83)				0.20	0.70
11. 年間道路予算 (単位: 100万ドル)		300		5,890		6,500		460	400	730	500	650 (national)	5,000
12. 上記(5)項目を(11)項目で割り、100分率 で示したもの。		0.37		0.05			0.045 (0.225)					0.03	0.25

〔備考欄〕

(a) ドイツ: (2)項から(12)項に示すデータは、連邦道路当局の管轄下にある橋梁に関するデータ。

(b) 日本: (b. 2) 橋の総数は高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道にかかる橋に関するものである。

(b. 2) 建設省の直轄になるもの。

(c) スイス: 正式の道路予算統計では土木構造物に関する経費項目を別に設けていないため、経費推定データはない。目安として点検チーム (橋梁点検要員 1 名、助手 1 名、車輛、小規模の点検装置で構成) 当たりの年間経費は 10 万スイスフランである。

(d) ノルウェー: () 内の数値は、計画中の数値を示す。

(e) オランダ: 2,200 という数値は、Rijkswaterstaat の橋梁局が点検している橋の総数であり、中央政府の管理下にある橋梁は一切含まれていない。オランダでは、橋梁に中央政府、州市町村、鉄道事業など多くの当局が架設、維持に当たっているため、この表に示す以外の全体的、または個別的データはない。

(f) スペイン: 橋の数はスパンが 10 m 以上のものを示す。有料自動車道と地方道路は示していない。

(g) 合衆国: 鉄道橋、水道橋、歩道橋は含めていない。

(h) イギリス: この経費は、1973~74 年におけるイングランドおよびウェールズ地区の国道 (幹線および自動車専用道路) 上の 8,200 橋に関するデータである。

第II章 目的と範囲

II.1 目的

第I章では橋梁の点検を必要とする背景事情を述べたが、幾つかの具体的目的を明らかにすることができる。以下に主要目的を掲げるが、必ずしも重要度の順にはなっていない点に留意されたい。

1. 当該橋梁が構造的に安全であり、所要の用途に適合するものであることを保証すること。この保証は、年月とともに橋梁の除々に生ずる腐食や劣化または衝突、洪水、火災、超大型車輛や軍用車輛などによる過負荷といった事故の発生に関連するものである。
2. 顕在的および潜在的障害原因をできるだけ早期に発見すること。これは欠陥を発見することから、将来腐食や劣化をもたらすような状況を検知することまでおよぶ。
3. 橋梁の状態を組織的、定期的に記録すること。このように記録をとることにより、欠陥が発見されたときから構造上で著しい変化が生ずるまでの大体の期間が判ることになる。
4. 維持管理上の問題となるおそれのある箇所を指摘し、そうした箇所に対する適切な配慮が設計および施工段階で行なわれるように関連する情報を設計者、施工者、管理者にフィードバックすること。
5. 橋梁の供用荷重の変化による影響をチェックすること。これは橋梁の等級づけ、あるいは評価方法に関連するものであり、特に現行の設計水準からみて強度が標準以下とみなされる橋梁に関するものである。
6. 構造物の保守、補修、補強工事または架け替え工事を行なうための資料を提供すること。
7. 維持管理の経費をより効果的に配分し、補修費を安くするため、多くの橋にみられる共通の欠陥をまとめること。

II.2 範囲

橋梁の点検範囲は、点検の規模または度合い、頻度および点検すべき要素または事項の面から述べることができる。橋梁および橋梁がその一部を構成する道路の重要度も考慮すべきである。これら諸要素は程度こそ違い、お互いに関連している。このため、点検に関連するあらゆる面をカバーしようとするれば、考えられる限りの組合せを詳細にまとめることが必要となろう。本章では、特に大きな問題についてだけを論ずることにしたい。

II.2.1 点検規模と頻度

点検規模と頻度を大きく分類しようとするれば、点検方法に要する技術水準の面からと点検の度合いの面から分類することができる。加盟諸国から提供された資料をもとにして分類すると大体次の様になる。

1. 外観点検

この種の点検は、従来から概略点検、臨時点検、チェックなどいろいろな名称で呼ばれてきたものである。外観点検は道路保守職員が行ない、職員は道路構造物に関する実務的知識は十分もっていなければならないが、橋梁点検の訓練は必ずしも受けていない職員でよい。この点検は定期的または

不定期的に実施してよく、一般には道路の清掃時、あるいは日常の道路または橋梁パトロールの実施時など、必要に応じて実施される。何らかの異常が発見されたときには遅滞なく報告しなければならないが、欠陥がないときにはその旨を記録しなくてもよい。

2. 主要点検

この点検は、訓練を受けた検査員が橋梁技師の監督下で実施するものとし、加盟諸国間で従来から定例点検、正規点検、定期点検などの用語で呼ばれてきたものである。この種の点検は、点検の頻度と度合いにより、一般点検と詳細点検の2種類に細分することができる。一般点検は1年ないし2年間隔で実施し、用意したチェック・リストの項目ごとに各構造物の構成要素をチェックする。主として目視検査であるが、標準的な検査器具も用いる。橋梁およびその構成部分の状態について報告書を作成する。詳細点検はより厳しく実施し、必要に応じて特別な足場などを仮設して、すべての部材について詳細な点検を行なう。前述のチェック・リストまたは一般点検仕様書に、点検が必要な橋梁に適用すべき特別仕様事項を追加記入するものとする。詳細点検の実施間隔は3年から5年とするが、前回の点検時に腐食劣化が全く認められなかった部分、またはほとんど腐食劣化が認められなかった部分については10年までとすることができる（ある加盟国では、鋼構造物のあらゆる溶接箇所、ボルト接合部およびリベット接合部の徹底的な点検を12年間隔で実施している）。この点検では、詳細な報告書に写真、図面などを添えたものを作成するのが通例である。

3. 特別点検

この種の点検は、特に過大な荷重がかかるような異常事態とか重大な欠陥が発生した場合、あるいは示方書、法規などの改正に伴い構造物の再評価を行なう際に行なわれることが通例である。特別点検にはさまざまな補助的試験や構造解析を必要とすることがあり、必ず橋梁技師が参加する必要がある。可動橋の電気設備と機械設備はこの種の点検を必要とし、関連技術の専門家の参加を必要とする。この種の点検にあっては、基礎的な資料が乏しく、機能が適切であることを評価する基準が明確になっていないときには、研究的性格の補足的調査が必要となる場合がある。

II 2.2 手続きと順序

橋梁点検の手続きと順序を定めることは、点検を徹底させ完全なものとする上で重要なことである。また、点検の手続きと順序を定めることにより、点検を一定の基準に基づいて実施し、点検を実施した場所、時期、検査員に関係なく点検結果を正当に比較できることになる。点検の手続きと順序をどの程度綿密なものにするかは環境、経済、社会上の諸要因を含む多くの要因によって左右されるが、実際には次に掲げるものが重要な要因となろう。

1. 設計と使用期間に関係する構造物の状態
2. 橋梁の大きさと複雑さ
3. 交通密度と交通遮断による影響
4. 点検要員と設備を利用できる程度、特に専門的要因と検査設備を必要とする場合（例えば、ペンキの塗装に際して仮設された足場のようなもの）
5. 気象条件

気象条件によっては点検期間に制約を受ける場合がある。あるいは天候が悪くなる前に補修を済ませる必要から、点検を早く終了させなければならないこともある。

6. 橋梁の点検箇所の環境条件ならびに点検を実施する場所の状況

7. 地理的条件

点検順序を地理的条件によって決定するときは、ある程度の便利さと能率のよさを点検手続きに考慮してもよいが、それ以外の要素は異なる優先順位をもつことができる。

8. 架設方法とその記録。

II.2.3 構成部分または部材

橋梁は多くの構成部分からなり、各構成部分はさまざまな度合で他の構成部分ならびに環境に対して相互に影響し合っている。これらの構成部分の挙動ないし特性のすべてを記述するとすれば極めて長く、複雑なものとなるため、点検範囲に関するこの項では、一般の固定された橋の主要な構成部分にあって障害の兆候とみるべきものを要約して述べることにする。可動橋では、機械および電気工学上の分野で、一般の固定された橋ではみられない一連の問題があり、当然ながら土木工学以外の専門知識をもった検査員を必要とする。それらの問題については別の項で述べることにする。固定された橋では、構成部分は基礎、下部構造、上部構造、付属部分の4つに大別できる。

基礎

基礎のトラブルのほとんどは、予想外の沈下によって生ずる。どのような基礎も沈下はするが、それが小さくて均一なものである限り構造物には何らの障害もおよぼさない。大きな沈下で、特に不等沈下するときには、設計時に特別な措置を講じない限り、ほとんどすべての構造物に障害をもたらす。こうした沈下は基礎材料の予想せざる沈下、または破損に起因するものであり、これは堀削による地盤沈下とか岩盤内部の空洞、結霜作用、侵食作用、地下水面の変動などによる。基礎が動き始めても定期的に器具による測定をしていないと検知が困難な場合もある。一般に、異常に気付くのは肉眼で気付く場合が多く、例えば、構造物が正規の形状でなくなったり、支承や伸縮継手部分が過度に、あるいは異常に移動したり、橋台、翼壁、けたの端部などに割れ目が生ずることによって検知される。

基礎部分に生じる障害のもう一つの原因は構造材料の腐食劣化である。この検査のためには木製の杭が害虫や菌類に犯され、腐食していないかどうかを調べる必要がある。鋼製杭はさびるし、コンクリート杭にはひび割れが生ずる。このいずれの場合でも、杭の周囲の状態は、土質、泥、水位によって異なってくる。特に影響を受け易い箇所は、潮の干満があったり、水しぶきのかかる箇所であるが、これらの箇所は幸いにも点検が比較的容易である。水面下の点検には潜水技術が必要とする場合があり、地表面下の点検では施工時または施工前に計器を杭の内部に組み込んでおかない限り非常に困難である。こうした措置を講じていないときは、土を堀削してアンダーピニングをする必要がある場合もでてくる。

どのような型式の基礎でも、地下水が化学的に侵食性であれば腐食劣化の度合はかなり急速となる。地下水のサンプルを採取すればどの程度の危険があるか、かなり正確に判定できるが、目視検査でもある程度の確認をすることができる場合がある。侵食作用は、水位が低いときには目視検査でも認めることができるが、侵食程度を正確に知るためには、潜水して水底調査や点検が必要となる場合がある。水の流れに変化が生ずることにより侵食作用のおそれがあることが判明する場合もあるが、この場合も地盤沈下の場合と同じように、実際の状態は機器を使った精密な測定を行なって初めて確認ができるものである。

基礎に関連のある問題は、盛土と下部構造の不等沈下によって生ずる。こうした問題は、橋梁に取り付いている道路表面が陥没することで明らかになることが多い。これは取付け道路に、一般にみら

れる沈下にすぎないかも知れないが、沈下がひどくなると車輛のパウンドが激しくなり、橋梁に影響をおよぼすほか、車輛に乗っている人々を不快にしたり、危険にさらすおそれがあるから沈下の程度を定期的に点検する必要がある。橋梁と盛土との取り付け箇所に生ずるひび割れは、その橋梁または盛土工事の欠陥を示している場合がある。不等沈下の影響を緩和するために、緩衝用スラブを敷設する場合もある。小規模な橋梁で不等沈下が生じた際は、点検が必要で、特に支承部の状態に注意すべきである。

下部構造

下部構造には、アバット、翼壁、擁壁、梁柱および支承が含まれる。定められた点検手順は異常な変位、ひび割れの発生、変形による損傷の発生、座屈および構造材料の脱落等の調査を行なうため、これらの部材の全てに適用される。事故による損傷を最小限にする方法としては、防護壁とガードレールの保全と整備である。これらも又、点検項目に入れるべきである。火災の発生および予期し得ない荷重載荷といった形での危険と同様に、景観を損なう橋の下の不法投擲、不法駐車および下部構造のゴミの蓄積の程度を点検すべきである。

下部構造の特定の部分に関する欠陥を次に述べる。

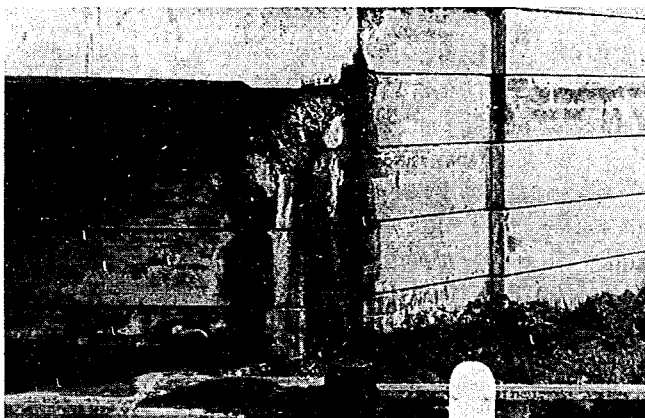
1. アバットと翼壁

- i) 隣接する翼壁の間、またはアバットのひび割れの検査およびアバットのパラペットと桁端あるいは床版との間の異常な間隔の点検
- ii) 排水管および排水孔が清掃されており正しく機能しているかどうかの確認
- iii) 道路の排水にさらされている部分のコンクリートの劣化の点検—これは、凍結融解剤が使用されている場所で特に重要である。(図7)
- iv) モルタルのひび割れ、植生、割れ目への水侵、石材のゆるみまたは欠落、風下およびブロックの割れまたは裂けについての石造構造物の点検

2. 支承と省座

支承および省座の位置と状況は、支承自身の状態のみならず、時には構造全体が正常な状態を保つための重要な指標となる。伸縮継手部と同様に支承での移動の大きさは通常かなりなものとなり、比較的簡単な装置で測定することができる。調査の対象に選ぶべき特定の要素には、次のものがある。

- i) 支承および支承板の状況—移動を妨げ、上部構造と下部構造間に発生する過大な摩擦力の原因となることがあるゴミの堆積および腐食があってはならない。潤滑剤が供給されている場合には、供給が充分であることを点検し、潤滑剤を補充する。(図8)。
- ii) 支承表面全体で接触が完全に行なわれており、溝の中に凸部が正しくおさまっており、かつ拘束しないようにするために、支承の位置と配列が満足な状態でなければならない。
- iii) 自由に支承が移動できるようにするために、設置場所の気温を考慮して支承を正しく設置しなければならない。
- iv) 斜橋または曲線橋では、支承および横方向のせん断キーを点検し、どちらかが拘束していたり、橋の予期しない移動で支承部分が損傷していないかどうかを確かめなければならない。
- v) 固定ボルトおよびナットの締め具合および過度な振動に対する安全性を確認する。
- vi) 各支承間の荷重負担の均一性の点検—特別な場合には支承と上部構造間に明瞭な隙間が生ず



図一7 水漏れによる劣化



図一8 支承の損傷

ることがあるが、この様な浮き上がりがあるかどうか点検する。

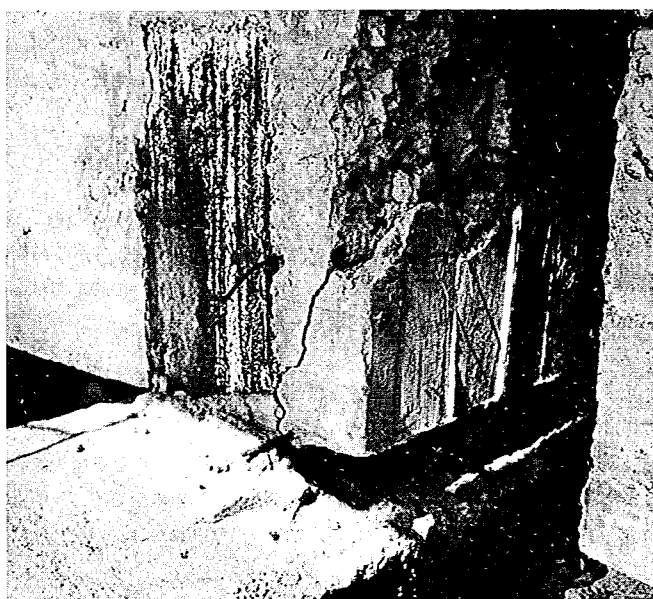
- vii) ゴム支承の特性について、特別な注意を払わなければならない。外側ケーシングの割れ、裂け、ひび割れおよび、過大な圧力またはせん断による移動が原因で起こるふくれだしおよびゆがみを調査しなければならない。ゴム支承の最初の危険な徴候は、ゴム・パッドと鋼製の薄板の結合部付近に生ずる水平亀裂で通常判定される。支承についてはさらに、支承の前部と後部の厚さの差で、支承の過大な回転を検査すべきである。
- viii) ステンレス鋼上のポリテトラフルオロエチレンの様な低摩擦すべり材を使用している支承では、より特殊な点検が必要となろう。支承の初期の大きな摩擦力を消すことができずに、大きな水平力が下部構造に伝達された事例が幾つも知られているように、支承の点検に当ってはすべり表面で起こる移動を確認することを目標とすべきである。耐久性の良い均一なすべり表面を保つために、普通は支承から塵埃を除く方法が取られるが、それらの方法の有効性が点検されるべきである。
- ix) 沓座では、その支承と支持構造間の相対移動量を試験しなければならない。これは、ゴム支承を設置する際にジベルまたはアンカー・ボルトを全く使用しない場合に特に重要である。
- x) 支承上の上部構造と下部構造上の沓座のひびわれ状態を、注意深く検査しなければならない。通常部材端部に沿って荷重が集中する場合に生じるこの種のひびわれは、最悪の場合には沓座の安全性を著しく損なうことがあり、軽症の場合にもコンクリート中の鉄筋を腐食させる。
- xi) コンクリートまたはフレシネーヒンジ型の支承はヒンジの首の部分のコンクリートに亀裂を起こし易い。これは、過大な回転や不適当な設計、または構造材料あるいは余分な材料を使用したためであることがわかる。
- xii) 多くの古い形式の橋に使用されている簡単なすべり支承は、年を経るに従って移動に対する抵抗が大きくなる傾向を持っており、ある種の支承材料、即ち鉛や瀝青材を使った場合には、全く機能を失くなることもある。この様な場合には、沓座部分のコンクリートにひびわれ、または裂け目が生ずることがある。(図9)

上部構造

上部構造の点検に際しては、次のような点に注意しなければならない。すなわち、過大なあるいは異常な変形、または振動の有無、異常な目地間隔の有無および車輛や船舶からの衝撃によって生じる損傷の有無である。一般には、点検中に調査すべきものを、上部構造の特定部材ならびに構造材料という観点から次のように分類することが最も適切であるように思われる。

1. コンクリート梁とコンクリート桁

- i) コンクリートの欠損 - 移動による摩擦と縁端部の大きな圧縮力が破損の原因となる支承の各部分に特に注意する。(図10)
- ii) 各種のひびわれ - 理想的には主要部材のひび割れ図を作成し、強度と耐久性の関係を十分調査できるようにするのがよい。斜めひび割れは初期のせん断破損を示し、鉛直ひび割れは過大な応力を示す。ひび割れの大きさと分布に注意し、ひび割れがひどい場合には、それらの貫通度確かめて見るようにする。(図11)
- iii) 一般にカバー・メータ(第V章参照)によって鉄筋のかぶりの状態を点検する。しかし時には、鉄筋の錆によって、コンクリートの表面にしみができ、かぶりの不十分さがわかることがあ



図一 9. 10 裂け目の例



図-11 横げたひび割れ

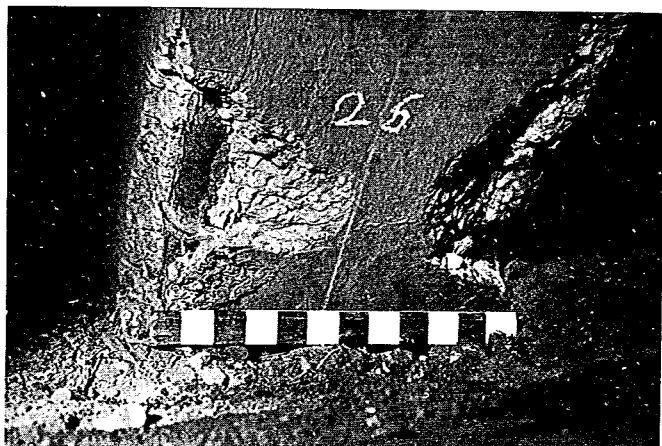


図-12 ひび割れと鉄筋の曝露

る（図2）。比較的軽い例では、この筋は型枠を固定するために使用され、コンクリート中に残ってしまった細い針金が原因となっていることもある。また施工中に表面が汚されてしまうこともあるが、それぞれの徴候を注意深く点検しなければならない。

iv) PC橋には特別の注意を払う必要があり、次に示すような付加的な欠陥が発生している可能性があるため注意しなければならない。

a) フランジに現われる縦方向のひび割れは、配力鉄筋が不十分であることを示している。他方、梁に生ずる横割れは、プレストレスの過度な損失、またはPCケーブルの最初の配置が誤っていたことを示すものである。

b) 曲げ上げられたケーブル・ダクトの近傍に発生するコンクリートの裂け目やひび割れは、放射線状の力に対する補強が不十分なために生じる。

c) 残念ながら、プレストレストコンクリート梁に関する最も重要な要素であるケーブルの位置と状況、ケーブル・ダクトのグラウチングの均一性と密度、ストランド・ケーブルの破損等は目視による点検では評価することができない。これらの要素の幾つかのものは、コンクリートに小さな孔を開けることで点検することができるであろうが、より信頼性の高い情報を得るには通常放射線写真技術を使用しなければならない。

v) 箱桁では、ひびわれの徴候とともに水、または塵芥が過剰に蓄積していないことを確認するために、フランジおよびウェブの内側の表面を検査する必要がある。内部のダイヤフラムについても検査する必要がある、特に、ウェブとの結合部の亀裂について調べるべきであろう。

vi) 梁の下側や梁の縁のコンクリートがゆるんでいると、その下を通る交通車両等にコンクリート片が脱落し、損害を及ぼすことがある。

2. コンクリート床版と版

点検は、以下に挙げる損傷の形態を早期に検出することを目標とすべきである。これらは床版および版に最も多いが、梁や桁にも見られることがある。

i) ひび割れ— 理想的には、ひび割れ図を作成し、ひび割れの大きさ、分布と深度に関するデータを収集すべきである。写真による記録がしばしば有効であり、特にはっきりしたひび割れをチョークやペイントの様な目立つ材料で印しを付けておくことと良い（図13）。ひび割れの原因は非常に数が多い。原因は、しばしばひび割れの型と性格から知ることができるが、その様な場合には点検で良い診断が下せよう。他の場合には、原因は複雑で記録や図面を注意深く調査し、計算まで行なった後で初めて究明することができる。乾燥収縮によるひび割れは材料と施工技術によることがあるが、他の場合にはその原因は構造的なものである。ひび割れによって主鉄筋またはPC鋼材の破損および継手や定着のぬけ出し等が生じることがある。

ii) スケーリング— これは表面のモルタルと骨材が長期にわたってはく離する現象である。この欠損部の進行を監視するために、その部分の深さと範囲を記録すべきである。これは風雨および交通にさらされている水平な表面で最も多く認められるが、他でも起こることがあり、しばしば凍害を受けて生ずる。（図14）

iii) スポーリング— ひび割れが生じた表面間でのコンクリートの陥没として定義され、床版、または版では円形あるいは楕円形状に陥沈する。

iv) 鉄筋の腐食— 早期検出は難かしいが、コンクリートの表面が除々に変色し、特別な場合に

はひび割れが生ずる。

v) 漏水 — 漏水はコンクリート床版に生じる。特に打継目部分には生じやすく、プレキャストプレストレストコンクリート桁の上に現場打された縁石の部分のように床版が薄くてひびわれの危険性の高い所には出やすい。

vi) 浸透 — ひび割れや硬化したコンクリートの空隙を通して漏水があったり、水が浸透した場合、コンクリート中の水酸化カルシウム、等の成分を溶出させることがある。これは普通床版の下側で最も顕著で、ひび割れ部分でしみ、沈積物等が生じる。極端な場合は鐘乳石状のものできる。これは外見的にも悪いばかりでなく、やがて鉄筋を腐食させる原因となる。即ち、コンクリートのアルカリ性が徐々に中和されてゆくのである。(図 15)

vii) マメ板 — この場合問題となるのは鉄筋を腐食させ、コンクリートを劣化させ、凍結の原因となる水の侵入である。施工技術が未熟であったり、コンクリートの良好な締固めが困難であった場合に、鉄筋が密に配置されたコンクリートスラブあるいはラーメンの隅角部においてこのようなことが生ずる恐れがある。

viii) 床版表面の摩耗 — 床版が自動車の走行路になっている場合には、摩耗、すり減りが生ずる。摩耗の程度とスリップに対する抵抗性を定期的に点検すべきであるが、これは必ずしも橋の点検者が行なう必要はない。多くの場合、この問題は、瀝青材を基礎とする耐摩耗層で床版表面を処理することで解決できる。床版の劣化は時として、舗装材料のひびわれまたは変形を生じさせることがあるが、この種の破損と舗装材料自身の欠陥を区別することは困難な場合がある。舗装を一部分取り除いて床版の調査を行なうことは状況を正確に把握するうえに欠くことができない。

ix) 過大な変形、たわみまたは振動 — これらの要素は、床版のほか床版支持げたの状況を知る上に重要である。

x) 事故による損傷 — これは、背の高い船や車輛による主げたに対する損傷から、徐雪による床版および縁石の局所的な損傷まで多様である。

xi) 化学作用による浸食 — 工業地帯等化学的浸食作用の強い環境では、コンクリートが化学作用を受けることがあり、表面がぼろぼろになる。材料や施工に欠陥があった場合には、化学作用が比較的弱い環境においても類似した種類の劣化を招くことがある。

3. 鋼製の梁、けたおよびトラス

点検中に検査されるべきものには、次のようなものがある。

i) 防蝕機構の状況 — 塗装方式は多くのタイプの劣化を受ける。部分的補修等を含む維持管理の作業量を減少させるため早い時期にこれらの劣化を察知するのがよい。防蝕機構の点検といっしょに、塵芥の蓄積等により構造物全体がよごれていないかどうか点検をすることができる。

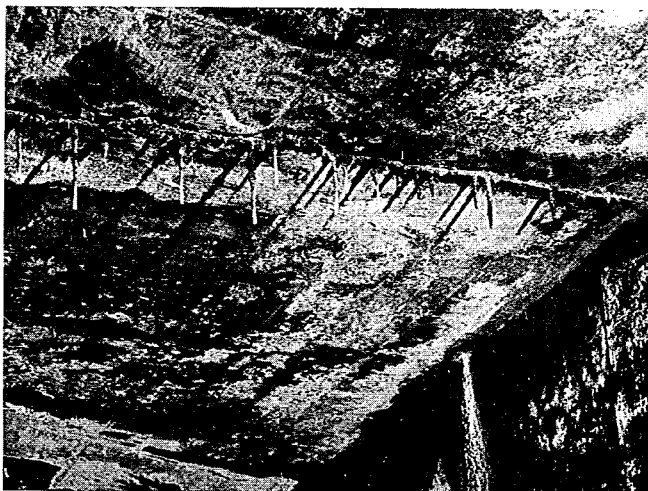
ii) 腐食 — これは、鋼構造物の安全に影響を与える最も重要な要素であろう。腐食の程度、腐食の位置および腐食の進行状況を評価することが重要である。更に、腐食による部材断面の損失を評価したり、腐食の原因を追求することも必要である。石材、コンクリートおよび他の構造物材料と鋼構造物との接合部に、特に注意を払うべきである。接合面や接触面では、部材はしばしば劣悪な条件に曝されやすい上に、重要な部分が人の目に触れないことから、特に注意を払わなければならない。



図一13 摩耗した表面のひびわれ形態



図一14 凍結作用による表面の損傷



図一15 鍾乳石の発生状況

- iii) 破損 — 構造物の部材および要素の破損としてすぐにわかり、その欠損部の規模や大きさも直接容易に検出することができる。その原因は、過大な荷重、ぜい性破壊、応力腐食または疲労等である。
- iv) 亀裂 — 通常、溶接部とこれに隣接する部分に生じ、応力変動と応力集中が原因である。使用中に大きな変動応力や応力集中をうける部材や連結部は最も注意する必要がある。溶接が悪い部分や、部材の断面急変部に亀裂による破損の恐れがある。主要部材に（添加物を乗せている様な所）溶接接合されているアタッチメントにも注意すべきである。
- v) 過大な振動と騒音 — これらの要素は、それ自身では損傷の原因にはならないが、振動が共振を起こすと一部の部材に過大な応力がかかる。しかしこれらは、特に振動および騒音が前回の点検以上に激しくなっている場合には、構造物の健全性を示す全体的指標となる。
- vi) 変形とたわみ — 過大な変形またはたわみは、構造物の状況の最も良い肉眼的指標の一つである。自動車荷重による小さな変形やたわみは通常肉眼で検査することができるが、構造物の自重によるより長期的な変形やたわみを測定するには、レベルが必要となろう。
- vii) 線形と形状 — 構造物の形が変化することでわかる永久的変形を指す。この変形は、衝撃による過大な応力によるもの等が考えられる。
- viii) 座屈、ねじれ、そりおよびうねり — これらの用語は普通、圧縮を受ける部材に関する一種の変形を意味する。これらが起こっていれば、圧縮力に対する抵抗がかなり低下していると考えられる。

ix) ボルトおよびリベットの緩み — ボルトやリベットの緩みに伴って何等かの変形や騒音が発生しない場合には、緩みを発見するには綿密な点検が必要である。カバー・プレートと母材間のペイントの薄膜にしばしばひび割れが現われ、高力ボルト接合の場合にはこれは重要な意味を持ち得る。

x) 過大な摩耗 — トラスの格点のピンの様に、変位を許す接合形式の場合には、これを確実に検査しなければならない。

xi) 閉断面部材内の状況 — それらの部材が密閉されている場合には、密閉状況を点検すべきである。漏水や凝縮によって水がたまっているのがしばしば見られ、これが箱桁の一部の部材に腐食を生じさせることになる。特別な場合には、苔やかびがはえ、ペイントを損なう。換気を行なう場合には、その効率についても何等かの点検を行なうべきである。囲まれた場所や狭い場所の点検は、照明を良くし、空気が毒性のガスや爆発性のガスを含まないことを確認したうえで行なうべきである。

4. 木材

点検中に検査すべき要素には、次のものが含まれる。

i) 防蝕処理の状況 — 風下、化学作用、カビの発生による腐食。これらの原因による腐食は、表面の汚れから部材の広範囲な腐食にまでわたるが、最終的には木材の軟化、海綿化、繊維化が生じボロボロな状態になる。

ii) 害虫による損傷 — 各種の白蟻、甲虫、蟻および木喰虫が、様々な環境の中で木材を損傷することがある。損傷は大部分内部に発生しているため、その規模を評価するには、穿孔して中心部のサンプルをとらなければならない。

iii) 火災による損傷 — 木材が火災によって損傷を受けやすいことはすでに周知のとおりであり、このような損傷の跡は容易に確認できる。点検ではまた、潜在的な火災の危険性をも確認すべきである。

iv) 機械的摩耗 — これは容易に検査されるので、点検中にその程度を評価すべきである。木橋の床版の摩耗は、各種の耐摩耗材料の使用で防ぐことができる。しかし、耐摩耗材料があるとその下にある木材の状態を評価するのが困難になり、その状況を検査するためには耐摩耗材料を除去するか、あるいは木材の穿孔が必要となろう。

v) 事故による損傷 — ひどい衝突が起けると通常、木材の破砕または割れが生じる。

vi) 水分の蓄積 — 可動橋の構造や中空部材等の場合、木材に多量の水分が含まれることがある。この場合、明確な徴候はないが、材料の自重にかなりの増加が起こることがある。

vii) 過大な振動、たわみまたは変形 — 正常な木材は、破損する前に破壊荷重、即ち限界状態でかなりのたわみ、または変形を起こす。したがって木材の強度を維持するには、部材の変形状態が有効な指標となる。

viii) さびたりゆるんだりしているボルトおよび栓のない孔 — これらの要素は緩慢な腐蝕の原因となり、できるだけ速やかに発見し、補修しなければならない。

5. 鋳鉄と鍛鉄

これらの材料は比較的旧式の橋に使用されており、それらが示す欠陥は一般に、鋼の項で記したものと非常に良く似ている。これらの材料の均一性や純度は今日の鋼のものほど高くないこと

を認識しておくべきで、このため、点検過程では材料の質の変化の範囲を考慮しなければならない。ブローホールと亀裂が発生している欠陥のうち、多くの場合、亀裂は鑄造の冷却時に生じたものであろう。凹型部材には水が溜まることがあるが、鑄鉄では引張り強さが比較的弱いので、この水が凍結して亀裂の原因となることがある。

6. 石造りおよびレンガ造りアーチ

これらの構造物の一般的状態は目視点検で確認されるが観察すべき主な点は次のとおりである。

- i) 曝露された表面が風化により劣化し表面がはがれ落ちる。さらに進行すると石やレンガが割れたりぬけおちたりする。
- ii) 目地の開きと基礎の移動—このような状態はアーチ構成材料間のモルタルの喪失をまねき、ひどい場合にはレンガおよび石材が動く原因となる。多くの石造やレンガ造のアーチ橋は前世紀に建造されたものであり、一般には崩壊せずに現在の交通に耐え得る程の耐力を保持している。しかし、現在の交通による振動によって、徐々に石材が緩んできており、モルタルの喪失が引き起こされており、この状態が継続されるとアーチの強度が著しく損なわれることになる。
- iii) アーチの側壁間の充填材料の排水—この材料は、かなりの量の水分を吸収することができる。その結果、アーチの自重が非常に増加し、凍結によってアーチの主要部材の劣化をまねく。
- iv) ゴミと植物の堆積—構造物の各部に土が堆積する傾向にあるので、多くの植物が橋上に生えることがあり、根が橋梁部材損傷の原因となることがある。
- v) 全体的な線形と形状—構造が使用に耐えなくなる前に、形状に大きな変化が認められることが多い。

7. ケーブル支持構造

ケーブルおよびストランド・シューとソケット、アンカレッジ、サドル、ケーブル・バンド、ハンガー・ロッド、サスペンション・ロープ並びにラップ・ワイヤーの様なケーブルに取り付けられる部材の点検は、鋼構造の所で述べてある一般的事項に従って行なうことができる。ケーブルを用いた構造物としては、次の各点を特に注意する必要がある。

- i) ストランド・シュー、ストランド・ソケット、サドルとケーブル・バンドの変位とすべり—このような変位とすべりは、各部材間の荷重の分配状態が悪いために生じるが、ケーブルと変位しつつある部材間の結合に問題があることを示すものである。
- ii) ワイヤーの破断—完全に被覆され、外側が保護されている大きなストランドでは、外側のケーシングに何らかの肉眼でわかるような徴候が現われるまで、ワイヤーの破断の検出は困難であらう。しかし、アンカーの付近では、ストランド・シューとスプレイ・サドル間の裸になっているワイヤーの連続状況をテストすることができるため、スプレイ・サドルを通り過ぎたある距離までのワイヤーの破損の有無を知ることができる。
- iii) 保護構造の状況—この点検では、被覆ワイヤーが緩んでいないかどうか、またはコーキングに亀裂が生じていないかどうかを確かめるべきである。これらの現象が認められた場合には、ここから水が浸透して主ケーブルに腐蝕が生じているおそれがある。ケーブル・バンド、サドルおよびスプレイ・キャスティングには水のしみ出しが無いかどうか点検する必要がある。
- iv) 吊橋のハンガーまたはケーブルの相対的張力—隣接するハンガー間で荷重が均一に分布して

いることを点検するには、各ケーブル・バンドでケーブルの相対角変位を測定するのが良い。しかし、より正確にこれを検査しようとするれば、適当な装置を使って載荷試験を行なう必要があらう。

付属部分

1. 伸縮継手

一般に伸縮継手は橋梁構造中の弱点として考えられており、伸縮継手が受ける複雑な条件によって急速な劣化を招き易い。6～7個の継手があればそのうちの1つは常に補修を必要とする状態にあると考えてよい。考慮すべき主な欠陥は次の如くである。

- i) 継手およびその構成部分の緩みと移動—これが損傷のもっとも一般的なもの、緩みのほか、伸縮継手構成部分または台座の破損を伴うことがある(図16)。緩みは継手と舗装との間の亀裂によって通常検出できる。最終的には、舗装自身にも一連のひび割れが発生する。台座へ伸縮継手が固定されているかどうかは、継手をハンマーで軽く叩き、その時に出る音で通常点検することができる。徐雪時の衝撃がまた、機械的損傷の一つの原因になる。

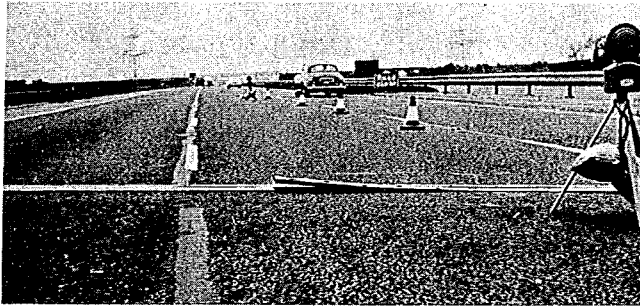


図-16 継手の緩み

- ii) 伸縮の有無、配置間隔—その地方の特有な気温に対して伸縮継手が機能するには、充分な間隔を開けてやる必要がある。しかし、この間隔が、基礎、下部構造および上部構造に生ずる予期し得ない移動によって閉じてしまうことがある。これはまた、施工中に伸縮継手の取付けが悪い場合にも起こる。取付けが悪いと伸縮継手の動きが拘束されることがあり、これが構造物に計算以外の応力を発生させることがある。また逆に伸縮継手間の間隔を大きくしすぎたため交通に対し危険になる場合もある。
- iii) 縦断方向の不陸—伸縮継手の一部が変形して縦断方向に不陸ができることがある。この不陸が大きくなると、交通荷重によって余分な衝撃が生じることになり、小型車や二輪車の走行に対して危険となることがある。
- iv) 伸縮継手からの水漏れ—多くの場合伸縮継手は、水や塵芥を落とせるように、間隔を開けて設計されている。この場合には、排水施設が正常であるかどうかを点検し、欠陥を記録すべきである。圧縮シールおよび特許シーラントを使用して、水および塵芥を下に落さないように設計されている伸縮継手もある。このタイプでも伸縮継手の全耐用期間にわたって水密性が保たれるという保証はない様なので、漏水対策を施しておくのがよい。舗装表面に溜った水は、雨があがった後数週間も伸縮継手から浸出し続けることがあるので、伸縮継手から流出する水

量はかなり多くなり、その期間も非常に長くなる場合があることを知っておく必要がある。

- v) 盲目地型式の伸縮継手での舗装のひび割れ——短支間の橋では、伸縮継手の上を舗装してしまうのが便利である。それによって、舗装の施工が容易になり、乗り心地も優れたものになる。最終的には盲目地型式の伸縮継手の上にもひび割れが現われることがあるが、この部分的なひび割れが進行した場合には部分的に舗装の補修を行えば良い。

2. 舗装と防水処理 (2)

これらの処理は床版を保護し、耐摩耗層となり、スリップ防止に有効であるためにコンクリート、鋼および木製床版の橋梁に広く利用されている。これらに共通の欠陥は、次の如くである。

- i) ひび割れ——ひび割れには損傷の性格および舗装材料の特性によって、多くの型がある。一般に使用される瀝青材を基礎とした舗装は熱可塑性であり、その結果冬期にひび割れを発生する傾向がある。ある場合には、ひび割れは舗装材料の欠陥を意味するが、床版の過大なたわみまたは損傷を意味することもある。時間と共にひび割れに沿って舗装のはく離が生じ、水が進入して舗装と床版との間の接着を損なうことがある。(図 17)



図—17 舗装端部の損傷

- ii) 過大な変形——これは輪荷重と高温度が同時に舗装に作用した結果として、起こる。冬期にひび割れの生じ難い材料は、夏期に変形しやすいものが多い。この変形が度を超すと、乗り心地を損ない、走行車両による衝撃と振動が増加する。
- iii) 舗装材料がせん断に弱かったり、床版との接触面の付着が失なわれていると舗装が滑べることがある。このことがさらに変形を大きくし、時には舗装材料がふくれ出して伸縮継手附近にこぶができることがある。
- iv) すべり抵抗の喪失——交通によって摩耗すると、時間と共に舗装がより滑り易くなり、スリップを防止するために表面の再処理が必要になる。橋梁の上で起こるスリップ事故は重大であるから橋面のスリップ防止処理の基準は高くしておくべきである。

- v) 防水層の破損 — 大部分の舗装は、床版に水または凍結融解剤が浸入するのを防ぐのに十分な水密性を備えていない。そのために、防水層が舗装の下に設けられる。主な損傷は、次のようなものである。
- a) 施工中の損傷 — 残念ながら多くの防水層は、その上にくる舗装の工事中に損傷する傾向がある。全ての損傷を防止するには、施工中の十分な監視が必要である。残念ながら、床版から明確な漏水が生じた場合以外には、この種の損傷は点検によって発見できないのが現状である。
- b) 漏水 — 防水層に欠陥があると、橋梁の下側にしみができることがある。しみの位置と防水層の損傷位置との関係は、その防水層が床版に完全に付着しているかどうかに関係する。付着の状態が悪ければ、重力によって水は床版のより低い部分へ流れ、その附近から浸出する。水の浸出する位置は通常縁石か伸縮継手の位置である。防水層を損なわずに舗装を除去することは、通常不可能である。
- c) 舗装のずれ — 防水処理によってしばしば、せん断および引張力に対して弱い面が生じる。この面に沿って相対的なずれが生じることがあり、これによって縁石および伸縮継手附近の舗装表面に波状やこぶ状の盛り上がりができる。
- vi) 桁下空間 — 道路舗装や橋梁上の補修および維持作業で、桁下空間が狭くなることがしばしばある。橋梁下の既存の道路を新たに舗装する場合、特にこのようなことが生ずる。したがって、建築限界が守られるように、桁下空間を点検すべきである。
3. 排水設備
- 水溜や流水があったり、また溜った水がはね飛ばされたりすると長期にわたって橋梁が損傷し(特に冬期において)、交通の安全を脅かすことがあるので、排水設備は一つの重要な点検項目である。点検すべき主な損傷には、次のものがある。
- i) 水によるしみ — けた、床版、はり、柱および橋台についたしみは、排水管の水漏れ、側溝の詰り、不十分な排水設備、または不適当な排水処置を示していることがある。
- ii) 目詰まりまたは不適切な排水溝および排水管 — これらの不備は、雨が降った後に、排水口、またはその周囲への塵芥の堆積で起る。コンクリートのスケーリングとしみも排水設備の不備を示す場合がある。
- iii) 排水口 — 排水口については、雨水が橋梁の他の部材に害をおよぼしていないか、充填材や盛土材料に害をおよぼしていないか、あるいは橋梁の下を通る道路、または水路に雨水が流れ込んでいないかを点検しなければならない。
- iv) 損傷したパイプ — 排水管は損傷と漏水状況を点検すべきであり、水によるしみや塵芥の堆積があれば、その種の損傷があるということを示しているものと考えられる。
- v) 排水設備内の塵芥の堆積 — かなりの量の塵芥が排水設備内に入ることがあり、それらを捕集する装置が各必要位置に取り付けられていることがある。それらの清掃と作業効率を点検すべきである。
- vi) 橋梁への水の吹付け — 不適当な位置にある排水口からの水の吹付けと漏水に加えて、かなりの量の水が風によって、梁や版の下面に吹付けられることがある。このような水の吹き付けを防ぐために、排水管と側溝の状況を点検しなければならない。

- vii) 舗装および床版からの排水—舗装上の排水溝への排水を点検し、最初の排水溝の勾配が良好であり、舗装の打換え作業等で悪い影響を受けていないことを確認すべきである。排水設備が伸縮継手の周辺、または防水設備の下の方に備えられている場合には、それらの排水設備の排水状況を点検すべきである。
- viii) 開水路中の可燃性または毒性排水—舗装上の排水路には一般に閉水路になっているが、開水路の場合には、橋の上、あるいはその付近で交通事故があった場合について、可燃性、または毒性排水の流入の危険性を点検しなければならない。
- ix) 箱桁中の排水路—コンクリートの箱桁橋では箱桁断面内の水を排水するために、下フランジに排水口を設けなければならない。しかし、鋼橋の場合には、空気の循環によって腐食を促進する恐れがあるので、排水口を設けないほうが良いであろう。したがって、鋼製の箱桁橋では、箱桁内への漏水が全くないことを確かめておく必要があり、これを供用期間中続ける必要がある。
- x) 排水管の排水と防水—排水管の排水と防水が充分であり、特定の当局の諸業務によって、排水管の排水や防水が妨げられていないことを点検すべきである。
- xi) 橋梁の床版に設けられた穴の水密性—照明設備、ガントリー、パラペット・ポスト、ガード・レールおよび点検用マンホールのために床版には穴が設けられる。
4. 壁式高欄、高欄およびガード・レール
- 点検すべき主な事項を以下に示す。
- i) 車両の衝突による損傷—損傷の性格と程度を記録し、各部分の強度が低下していないかどうかを、十分に点検すべきである。
- ii) 腐食—パラペットやガードレールは交通車両からの水跳ねを被り易く、かなり激しい腐食環境にあるといえる。したがって、防蝕処理の状況を点検し、劣化や錆びの諸徴候を注意深く点検しなければならない。ポストの基礎の周囲に、特に注意を払わなければならない。
- iii) ボルトの締め具合—据付ボルトや連結ボルトの締め具合を点検すべきである。連結ボルトについては壁式高欄の間で、また盛土との接合部分では壁式高欄とガード・レールとの間で、自由に伸縮ができるように考慮すべきである。
- iv) 溶接のできばえ—ガードレールや壁式高欄は連続性を保っているために自動車の衝突に対して抵抗できる。したがって、部材どおしの間に十分な力の伝達が保証されるように溶接の状況をチェックしなければならない。
- v) 壁式高欄およびガード・レールの配置—盛土部分のガード・レールと橋梁床版上の壁式高欄との接合やオーバーラップは、車両がこれらの端部ポストに衝突しないように考慮しなければならない。また衝突する車両をしっかりとささえるように壁式高欄の状態を保っておかなければならない。

可動橋

固定した橋に関する前述の点検範囲と、欠陥、損傷および劣化の項目は同様に、可動橋にも良く適用できる。更に、開いたり、持ち上がったたり、または旋回する径間のある橋の点検では、考慮に入れなければならない幾つかの特殊な要素がある。完全に取扱おうとすれば、本報告書の範囲を越える工学上の特殊な領域が含まれてくることから、これらをごく一般的な事項に限定して、次に扱う。可

動橋を点検するには、橋梁の点検者は専門家の援助を仰ぐことになろう。

- i) 橋を構成する部材に加えて、機械、電気および油圧装置が関係してくる。これらの装置には、専門的な知識と技術が必要であり、更にその幾つかは、特殊な装置を必要とする。
- ii) 可動橋間が開いたり持ち上がったことによって、摩耗することが予想されるので、より綿密な点検を数多く行なう必要がある。一般的性格の主要点検を毎年行ない、より大がかりな総合的点検を5年以内の間隔で行なうことになろう。
- iii) 可動橋の操作方法を、構造的および機械的安全性の観点と車両、船舶および人間の安全性の観点から、点検する必要がある。緊急時の手動操作装置には特に注意を払わなければならない。
- iv) 操作計画によって、点検時期が限定される。仮足場や装置の設置に際して、橋が可動するということ考慮に入れておかなければならない。
- v) 構造物が動くことによって交番応力、あるいは荷重の載荷方向の変化が生じることがある。このため、自動車荷重による応力は小さい部材であっても疲労による亀裂の有無を調査する必要がある。
- vi) ベアリング、支軸、くさび、ロッキング機構、軌道、ガイドウェー、ラックとピニオン、ロープ、滑車と滑車輪は、摩耗、ゆがみ、遊びおよび動きの自由さならびに位置の正確さを点検する必要がある。
- vii) カウンター・ウエイト箱とガイド機構の状況と共に、カウンター・ウエイトおよび付属装置の安全性を点検しなければならない。
- viii) 電気ケーブルと油圧パイプの状況を、それらの各接合部分と共に試験すべきである。

II.3 要 約

- 1. 点検の全体的な目的は、不当な維持費を使わず、全体的にせよ部分的にせよ交通を止めることなく、また外見上の損傷を生ずることなく、安全性に対する人々の信頼を失わずに、橋梁がその特殊な機能を発揮することを確認することにある。この目的を達成するために必要な幾つかの付属的条件を考察する。
- 2. 点検範囲を、その精度と回数という点で考察し、構造の主要素と関係付ける。外観点検、主要点検と特別点検の主に3種の点検を確認する。主要点検は、回数と厳格さに関する2種類に細分する。
- 3. 一般に使用されている材料での問題に関係する欠陥、腐食劣化および損傷の調査方法を、リストアップすることを試みる。このリストは、点検組織により、その特殊な必要性を満たす、より内容豊かな方法の基礎として使用されよう。
- 4. 各構成部分毎に分類した欠陥の記述は、点検は主に目視で行ない、近い将来における進歩した点検装置の役割が主として補助的および確認的なものであるという仮定のもとに作成した。現状の技術では、訓練された眼と経験を積み、将来を見通そうとする意志をもって行なう点検以上の実用的方法は、ありそうにない。これらは非破壊検査で効果的に確認されることができる。後者はしばしば目視点検による、より広範囲な評価の後で行なわれる。
- 5. 同様に点検結果の説明も、現在の知識のレベルでは、経験に基づいている。点検者は、この研究の成果を、環境に応じた点検のよりよい方法を決定するのに用いるとともに、原因と効果に関する判定を下す際に、参考にしてゆくことになろう。

第Ⅲ章 組織、管理および訓練

Ⅲ.1 序 論

本章では、加盟諸国で行なわれている橋梁点検の組織、管理および行政に関する事項を要約し、人々に安全で且つ経済的な道路構造物を提供するという観点から、望ましい管理および組織について述べようと思う。しかし初めに、自治、自由および確立された習慣という概念に対して、工学的判断、経済および効率等のことがらが相反するという事実直面する。

本調査に認められる橋梁点検組織および管理にみられるちがいを認識するには、この種の組織および管理が各国の行政機構を直接反映するものであることを知っていなければならない。簡単にいうと、一国の政治組織は一般に中央政府、比較的大きな地域政府（たとえば州、県等）さらにより小さな地方政府（例えば郡、町または市）というように分類される。これら3種類の大ざっぱな区分の中でも、中央政府の力が強い国からその政策決定が地方組織に委任されているような国まで、いろいろなかちがいがある。付録Aに、各国で使用されている全国的な点検計画のリストを示す。

Ⅲ.2 全体的組織

Ⅲ.2.1 規則と責任

ごく最近まで橋梁および道路の点検は、ほとんどの国ではっきりとした規則や法律で規制されてはいなかった。しかし、最近の状況では、橋梁点検の管理をより良いものにするために新しく法制化し、必要な場合には改正していくことが開発上不可欠になってきている。

幾つかの国、特に州連邦制を取っている国（ドイツ、アメリカ、スイス）では、橋梁点検について非常に細かな面まで規定している全国的な規則を既に作成している。例えば、合衆国とベルギーでは、大きな橋梁事故の原因を究明するための調査によって、維持と点検の必要性が明らかにされたため、この種の規則は最近、よりきびしいものにされた。第Ⅱ章で詳述した様に、他の幾つかの国でも、橋梁点検の回数や技術面に関する国の勧告がある。

恐らく、橋梁点検に関する最も内容豊かな法律を持っている国は、合衆国であろう。この法律は点検の回数を規定し、点検者の資格を明記し、橋梁の明細を作り、点検の実施と点検者の訓練の義務づけ、法的に定められた交通を通すことができない橋梁には表示をすることを求めている。

連邦橋梁点検法はまた通常、州とのつながりを持っており、特に連邦道路網を持っていたり道路建設に連邦政府が補助金を出している国ではこれが強い。また一部の州は、橋梁点検に関して連邦法を補なう州独自の法律を持っている。市、町およびより小さな行政区画の様な地方自治体は、彼等自身の行政区にある橋梁の点検に関する法令または規則を定めている場合は少ない。また法令等がある場合でも、あまり施行されていないようである。これは、見逃し得ない問題である。その理由は、例えば合衆国では全道路網の中に570,000橋以上の橋梁があるが、そのうちの251,000橋だけが連邦援助道路網に含まれている。したがってこれらだけが国家点検規則の対象となるにすぎない。

Ⅲ.2.2 行政

行政的には、国または中央の高速道路組織は通常、全体的な点検、行政および法律の施行にのみ

責任を有しているが、一部の国では、点検に関係する研究および橋梁点検者の訓練を目的とする訓練計画および教科課程の作成の責任を負っている。地域政府（州、県）は主に、橋梁点検を実施することに責任を負っている。多くの場合、地域政府における橋梁点検の責任は、時には法律に基づくものであり、時には相互同意の結果であると彼等は考えてきた。

例えば地域政府の様に、より大きな行政区画から援助を受けとらない地方組織では、橋梁点検の性格が変わってくる。一部の比較的大きな市では、詳細な構造点検を行なうために多くの専門家の力を借りながら彼等独自の力で適切な点検業務を行なっているが、一部の市では明らかに修復が必要になるまで、橋梁点検を怠っている。

Ⅲ.2.3 財政

特殊な点検を除き、大部分の橋梁点検費は国の道路維持予算から出ている。合衆国出資橋梁の点検は一部が、橋梁計画予算から出ている。大部分の国では、点検および維持作業に特別な予算を割当てていない。

Ⅲ.3 政策と管理

Ⅲ.3.1 政策組織

第Ⅱ章で述べた様に、点検は大きく(1)外観点検、(2)主要点検および(3)特別点検に分類することができる。点検の政策に関する以下に示す議論は、主に主要点検のみを扱う。外観点検は通常、地方の維持管理組織によって管理されるが、特別点検は中央道路組織によってあるいはある場合には中央研究試験組織によって管理される。

中央政府または中央レベルでは、大部分の国は特別な橋梁点検組織を有していない。一部の国では、橋梁点検政策の計画作成を監視ならびに橋梁点検法を改正する必要がある場合には、小さな橋梁技術者グループが設置される。この技術者グループは橋梁点検に関するすべての研究および訓練上の要求をも満たすことをその主要任務としている。それ故、中央機関で橋梁点検に関係する仕事は極く少数の人に集中し、助言および行政的性格を帯びたものになる。

地域政府または中央政府レベルでの点検政策および組織は、次の3種になる。

- 1) 管区事務所組織—ここでは全ての作業グループが本部から作業に出る。点検は簡単且つ効率的に計画され、点検方法が改良されたり、専門化された装置の使用法が改善されたりすることがしばしばある。グループは単位ごとに訓練され、彼等の資格、利益および管区の要求に適合する特殊な専門技能が開発される。
- 2) 地区事務所組織—点検班は地区本部から作業に出、比較的小数の橋に責任を有する。より地方的な性格を有し、橋の履歴に対してより詳しい知識を持ち、現場への出張時間が短縮でき、さらに、適格、且つ良心的な点検者が雇えば非常によい仕事ができるという利点がある。しかし、中央事務所の橋梁および維持技術者と点検班の間の連絡が必要で、これが行政と記録維持をより複雑にする。比較的小な地方組織では、橋梁点検の援助を受ける外部の専門家を置かなければならないことがある。
- 3) 1)と2)を組合せた形で、ある班は本部から、またある班は地方本部から作業に当たる。本部班は主に比較的大きな、複雑な構造物のみを点検し、地方班はより一般的な橋梁の点検を行なう。

Ⅲ.3.2 点検班の構成

普通の橋梁点検班の構成についてのみを、ここでは論ずる。ある国では、この種の作業班は大学を卒業した技師によって統率され、下級技師、または技術員の様な1人以上の助手が付けられる。他の国々では、この作業班は上級技術員によって統率されている。合衆国では、橋梁点検者の資格は法律で定められており、点検組織を担当する者は専門技師の資格を持つか、10年の橋梁点検経験を持つか、内容豊富な橋梁点検者訓練コースを修了していなければならないことになっている。作業班のリーダーにも同じことが要求されるが、経験（即ち登録）は訓練コースを含めて5年間だけでよい。他の作業班員は、最低基準になるものは何にも必要としない。2、3の国では、橋梁点検者は「健康状態が良く」なければならないとしている。

橋梁点検は橋梁の維持に非常に密接に結びついているので、一部の国では橋梁点検者が、小さな損傷の補修の一部を行なうことになっている。他の国では、実際に異なる訓練と技術が必要であり、更に点検の客観性を保証するために、維持と点検は別にすべきであるという議論がなされている。勿論、外観点検は、道路の維持要員が行なってもよい。

III.3.3 点検装置

橋梁の詳細な主要点検を行なうことをその唯一の任務としている作業班は、手工具、足場、梯子とロープおよび交通標識と安全装置を積んだ装備の良い車両を持つことが望ましい。評価を行うための適正な装置を備えていることが、点検の効率と質を向上させる上で重要である。

特殊作業班には、溶接部点検用の超音波およびX線装置の様な非破壊検査装置、コンクリートの健全性を測定する装置およびひずみとたわみの測定装置を持たせるとよい。しかし、一般に、この種の装置の主要橋梁点検での使用頻度は、あまり高くない。

標準工具、補助装置および機械化された評価装置の使用法を、第V章および第VI章で述べる。

III.3.4 訓練

合衆国とフランスを除くと、公式の橋梁点検計画を持っている国は殆んどない。Point Pleasant橋の崩壊によって、最近（1968）非常に内容豊かな橋梁点検計画が作られた合衆国では（付録B参照）、学習計画、ワークブックおよび模型を含む視覚的な補助教材等の訓練資料が、州政府によって利用できるようになっている。一般に、点検者は点検班に入る前に、3～4週間の公式の訓練を受けなければならない。フランスでは、上級点検者は材料の強度、短期および長期の構造物の挙動および腐食管理の様な課目を含む、2週間の公式訓練コースを受けさせられる。

一部の国では公式化した訓練法を持っていないが、現場訓練を行ない、点検者達により幅の広い経験を積ませるために順回制度を採用している。また点検者の知識を最新のものにするために、特別な講義とゼミナールが利用されている。更に、大学での技術者コースに、橋梁の点検と維持に関する資料を含めるための考慮が当然払われてもよい。

一方2、3の国では、点検者の初期訓練のほかに初期訓練または現場訓練をはるかに凌ぐ有効且つ適格な橋梁点検部隊を維持することの必要性が認識されている。点検組織は全体として、善良な若者が彼等の職業経歴の中に橋梁点検を含めたいくなるような性格のもでなければならない。このことは、高速道路組織の他の部課（例えば設計や施工など）以上にあるいは少なくともそれらと同等に、給料を支給するようなことが確立され維持されていなければならないことを意味する。点検員の頻繁な点検は避けねばならず、橋梁点検班の作業が単に他の仕事への踏み石にならない様に、注意せねばならない。本グループの作業に参加している全加盟国は、この点で点検組織の改良を行なうことができよ

う。

Ⅲ.3.5 点検の経済的側面

点検費用に関する十分なデータを集める必要がある。橋梁点検費の数値を得ることは、大部分の組織では点検費を維持費と別にしていないので、入手が困難である。本グループ員が幾つかの経費計算を行なっているが、それらの値は年間1橋当り13～130ドルの範囲になっている。この低いほうの値は、恐らく小さな構造物の外観点検費のみを計算したものであろう。橋の補修費もまた、なかなか入手困難であった。その理由は、それらがしばしば、舗装や道路維持費と混合されていたからである。補修費は勿論、構造物の経過年数と種類によって大きく変化しよう。ある報告担当者は、橋の補修費が点検費の10倍程度になると計算しているが、この数値にもあまり大きな信頼は置けないようである。

橋梁点検および橋梁維持に関する明確な費用のデータの欠如は、点検、補修と維持および構造的な安全性との間の幾つかの比較を可能にするために、より良い経費の計算が必要であることを示している。また良好な点検が必ずしも良好な維持ではないということを指摘しておく必要がある。橋梁の点検と維持をいっしょに行なうか別のままにしておくかというこの問題は、以前にも言及しておいた。比較的小さな幾つかの国々、または大きな国でも小さな行政区で、一般に地方分権的な道路行政が行なわれている所では、橋梁点検と橋梁の維持補修を合わせて行なうことが好まれているようである。この方法にも、ある種の利点はある様である。しかし、強く中央集権化した道路組織があり、点検を受けるべき構造物の数が多く、且つ複雑な場合には、橋梁点検と橋梁維持を分けるほうがより賢明であるように思える。

Ⅲ.3.6 橋梁の記録

大部分の国では、詳細な点検の書類による記録を求めている。これらの記録はファイルされ、点検政策と各国の道路部門の組織に従って、いろいろに利用される。最も詳細な記録は点検班の本部に保存されるが、多くの国ではまた、中央で橋梁記録の明細を保存している。この種の中央の記録は、橋の耐荷力の評価が定まった後で、重量車両の道筋を定めたり、軍事目的に利用される。中央橋梁記録の明細はまた、橋梁の架け替えの予算計画に利用できる。第IV章で、この問題をより詳細に論ずる。

Ⅲ.3.7 点検記録の活用

橋梁点検の目的は第II章に列挙しておいたが、各報告担当者が繰返し訴える不平の一つに、各種点検組織と予算の配分、橋梁の安全性、車両の重量制限の表示、特認車両の許可、橋梁の架け替えおよび橋梁補修に関する決定を下す道路組織との間に、十分な意志の疎通と連絡がなかったというものがある。記録の保存と情報の伝達を目的とした一組の規則をここに提出することは、この種の問題がまた、高速道路行政の基本に係わるものであることから行なえない。しかし、点検報告からの充分な情報が決定権者に送られるということは、基本的に重要なことである。

中央では、記録を保管し橋梁を評価するために、現在のコンピュータによるデータ処理技術が非常に役に立つ。この種のデータは、一つの橋梁、または全体的道路組織を容易に再現してくれる。

当然のことながら、実行されることの少ない橋梁点検記録保存の一つの面は、設計部門へのフィードバックである。点検記録は、明らかに問題を起こす設計を改善するという点で、役に立つように整理、保管されるべきである。次に、丁度この目的で点検報告を調査することを仕事とする人、または小さなグループを、中央に任命することが賢明であると思われる。

一つの推奨される記録保存システムは、点検班員および地方橋梁技術者が使用できる場所へ主要

および特別点検報告書のコピーを一部地方で保存し、コピーを一部主任橋梁技師、またはそれに相当する人が使用できるように中央に送り、必要な場合決定権者に送るために概要や要約を作成することである。いずれの国であれ、橋梁点検記録を有効に活用するには、注意深い調査、監視と組織によって変化する必要性に適合させるための変更がなくてはならない。

Ⅲ.3.8 橋梁評価

橋梁の耐荷力に関する評価、あるいは使用能力に関する評価は、橋梁点検の直接的結果によって可能になるし、またしばしば結果そのものであることもある。橋梁評価は本報告の主題ではないが、それを無視できない程深い関係がある。使用能力、寿命および耐荷力の評価は、かなりの程度まで工学的判断の問題である。それ故、資格のある技術者が橋梁の点検および評価を共に行なうことが、非常に好ましい。しかし、この様な例は殆んどなく、それ故、点検報告は、構造的適正が合理的に評価し得る様な方法で作成されなければならない。

これを行なう一つの方法は、下部構造、上部構造および車道の様な各主要橋梁部分に判定の尺度を与え（即ち1…10）、可能な場合には測定で判定を補うことである。測定可能な項目を2、3拾って見ると、亀裂の位置と大きさ、錆その他の劣化による断面欠損、損傷、各種の本来あるべきものからの差、沈下を挙げることができる。これらの全ての欠陥が構造適性の評価法にどの様な形で結びつけられるかは大きな差がある所であり、現在も研究と実験の課題になっている。適当な質と設計を備えた廃棄橋があれば、橋梁評価のうちの一部の方法を立証する破壊に対する試験を行なって見たいものである。

Ⅲ.4 要 約

橋梁点検組織、管理、点検者の訓練、点検の経済的側面および点検記録の使用について論じてある。付録Aに、各国の報告のこれらの主題に関する要覧を示す。これらデータの調査基礎にし、それが必要な場合には常に橋梁点検法を改善する目的で、次のことを推奨する。

1. 地方自治体の権限を侵すようなことがあっても、点検の回数、点検者の資格および報告形式の様な橋梁点検の一部を、法制化または管理することが望ましいように思われる。
2. 道路の維持職員によって行なわれる外観点検以外は、橋梁点検作業を維持作業から分けたほうが、より有効であろう。
3. 最初に、あるいは時々技術を向上させるための点検者の公式の委任訓練が有益なことが証明されており、それ故推奨される。
4. 他の道路維持費から橋梁維持費が分離されているように、橋梁維持費から点検費を分けて計算することが推奨される。
5. 点検結果の提出と利用は、その国またはその国の各組織の部課の必要性に最も良く適合するように、調査整理されることが推奨される。
6. 点検職員の昇進の機会、給与待遇および作業条件を、職員が転職していかないような水準に確立し、維持しなければならない。

第Ⅳ章 情 報 管 理

Ⅳ.1 序 論

橋梁の情報管理は、管理および工学技術を目的とした橋梁構造の評価に、不可欠のものであると考えるべきである。これらの情報管理では技術、経済および政治的問題に決定を下すため、必要な全ての情報を網羅すべきである。橋梁の管理業務と橋梁の情報管理とは、次の諸点で結びつきを持つことになる。

- 橋梁の概要と橋梁の状況に関する情報
- 予算の見積り—予算の配分
- 点検作業で得られた結果の評価およびそれらが目的を達成したかどうか。
- 将来必要な補修作業の評価

技術的な面は主に、橋梁構造の安全性と使用性を確認する専門事項に関係する。

これを背景にして、適当な橋梁の情報管理を行なうために次のような幾つかの必要事項が、確認できる。

- 関係するデータ、情報、記録および文書の組織的収集と整理
- その橋梁の全寿命にわたる連続的な新資料の追加
- 組織の形態と水準ならびに問題の規模に関するデータおよび情報の訂正

橋梁の情報管理におけるデータと情報の量は、次の事柄に大きく依存している。

- 各国の橋梁点検組織の性質
- 橋梁の情報管理に含められる全体的情報の程度（直接橋梁点検に関係しないものも含めて）
- 橋梁の処理方法、例えば EDP（電子工学的データ処理）

Ⅳ.2 有効なデータと情報

次に列挙する項目から、何が有効なデータであり情報であると見なすべきかが理解できよう。

- 橋名および位置・行政的データと情報・橋梁の経歴・建設費と維持費
- 部分的な分類、計画および実際の日平均交通量（ADT）・橋梁の寸法
- 桁下空間、余裕高、航路空間・床版、交通施設、摩耗表面・標識、照明、公共施設
- 橋梁形式と材料・上部および下部構造に関する構造データと情報・基礎と土質の状況
- 質量、容積、重量、面積・普通、または特殊な橋梁装置
- 図面（設計図と施工図等）・計算・施工および調査記録・関係文書、法律的な内容等・設計、施工および監督に責任を負う人、会社等のリスト
- 点検記録・補修、または改修・特殊事項に関するデータおよび情報

橋梁の情報管理を計画する場合には、その国の状況、法律および予算に関する橋梁点検組織の要求事項を考慮しなければならない。

Ⅳ.3 情報管理システム（現状の総説）

次の諸システムが通常使用されているものの中で代表的なものであり、十分な結果を与えている。

IV.3.1 「単一カード」システム

ベルギーとスペインは、「単一カード」システムを採用している。このカードには、橋名、位置、行政的および技術的データ、点検報告および覚書きに関するデータ等の情報が含まれる。このシステムは通常中央レベルでのみ活用され、データはEDPへ移すこともできる。

IV.3.2 「単一カード」と他の点検記録を組合せたシステム

スイスは、基本的には前に概説したシステムを、他の点検記録シートと共に使用している。点検記録の結果は、カードに移される。このシステムが、行政の全レベルで使用されている。

IV.3.3 「橋梁記録」と「構造の詳細および評価のシート」を組合せたシステム

アメリカで使用されているこの形式の橋梁情報管理方法は、その一つづつが独自の目的を持つ2つの別の部分から成っている。

連邦レベルでのみ使用される「橋梁記録」(コンピュータ・データ・バンク)は、もっぱら管理面を担当するもので、議会での質問に答える時の資料となり、業務計画、予算計画作成の基礎となる。この記録には、州の道路網、道路の種類、橋梁の供用年数、交通量、設計荷重、橋梁形式、橋長、幅員、桁下空間、荷重の評価、条件の評価、必要な業務等35項目が含まれている。

「構造の詳細および評価のシート」(SI&A)は、コンピュータ・データ・バンク、カード・システム、ルーズ・リーフブック、ファイルまたは現場手帳の基礎として、州、郡および地方レベルで使用される。このSI&Aシートは、コード化された形で最低84項目を含んでいる(第IV.3.8項参照)。

IV.3.4 多くのカードとマイクロフィルムを用いたシステム

オランダでは、橋梁に関する情報を着色した多くのカードとマイクロフィルムを使用して、中央組織に集めている。白いカードには一般的な情報を集め、着色したカードには以下の様に橋梁の種類に関する特殊な情報を載せてある。

青=可動橋以外の鋼橋

緑=可動橋

黄=コンクリート橋

鋼橋

— 白いカード1枚;一般情報用—橋名および位置、行政的および技術的データ、図面の数、荷重の等級など、合計25項目であり、さらに8項目追加可能

— 青いカード1枚;詳細データ用—16項目あり7項目追加可能

— 青いカード1枚;点検と維持に関する情報用—14項目あり6項目追加可能

コンクリート橋

— 白いカード1枚;鋼橋と同じ目的。

— 黄色いカード1枚;詳細データ用、上部構造—10項目あり13項目追加可能

— 黄色いカード1枚;詳細データ用、下部構造—12項目あり2項目追加可能

— 黄色いカード1枚;点検と維持に関する情報用—上部構造用に10項目あり3項目追加、

下部構造用に2項目あり4項目追加可能

可動橋

— 白いカード1枚;鋼橋と同じ目的

— 緑のカード1枚;詳細データ用—18項目あり4項目追加可能

- 緑のカード1枚；点検と維持に関する情報用－9項目あり8項目追加可能
- 緑のカード1枚；機械部品用－17項目あり2項目追加可能
- 緑のカード1枚；電気設備用－16項目あり3項目追加可能

IV.3.5 「橋梁台帳」(総括的記録)

スウェーデンでは、それぞれの行政地域内の全ての橋梁が、橋梁台帳に記録される。更にストックホルムの道路行政部橋梁課で、スウェーデンの全橋梁の記録を保管している。地方道路行政部(24事務所)が、その地域内の全ての橋梁情報を刊行物に載せている。

各橋梁は、

- 橋名と位置、技術的および行政的データ、荷重の分類、建設費を含む橋梁詳細カード(34項目)および、
- 「竣工図」、他の点検記録カードおよび写真ファイルによって、橋梁台帳に記録される。

IV.3.6 路線別記録、橋梁基本記録、橋梁詳細記録を組合せたシステム

ドイツで使用しているシステムは、総括的な登録と個々の情報を組み合わせたものということができる。

路線別記録には、特定の道路上およびそこを横切る全ての構造物の簡単な情報(15項目)が含まれる。橋梁基本記録は、図面、計算、試験記録、施工者および施主の名称、法律文書、架け替えの記録、必要と考えられる全ての記録および文書の収集である。

橋梁詳細記録は、手帳形式にした点検記録を含む18の小項目から成るデータおよび情報を収集したものである。幾つかの国の行政機関では、橋梁基本記録用にマイクロフィルムを使用しており、ある国では、ブリッジ・データ・バンクを始めている。

IV.3.7 路線別記録と多様な情報管理を組合せたシステム

ノルウェイはIV.3.6とやや類似のシステムを使用しているが、いろいろな種類の整理方法を使用し、行政の異なるレベルで保管し、異なる目的を持たせている。このシステムには、次のものが含まれる。

- 路線全ての橋梁の最も重要なデータ(15項目)を含む路線記録
- より詳細な情報(47項目)(このデータはEDPに移される)と竣工図を含むカード記録
- 軍用地図資料としての地図資料システム
- 年度橋梁施工報告；これは道路部が完成させた新しい橋梁の年末報告であり、中央の橋梁記録を新しいものにするために使用される。
- 写真ファイル；各橋梁共、少なくとも3方向からの写真をおさめている。
- 点検および命令様式；これは、橋梁点検報告と補修命令を一つにした特殊な命令様式である。着色による分類が、報告手順を誤りのないものにするのに役立っている。
- 設計図、現場報告および橋梁管理部門で別にファイルして保管する文書
- 索引記録；橋梁を再分類する場合等に用いたり、使用者が正しい橋梁ファイルをさがし出すことができるようにするためのもの。

IV.3.8 橋梁情報管理システムの実例

付録Gに、スイス(「単一カード」システム)、合衆国(SI&Aシート)、スウェーデン(点検記録と維持カード、竣工図、写真)およびドイツ(路線別記録、橋梁詳細記録)等の例を示す。

Ⅳ.4 作業方法

Ⅳ.4.1 カード記録

カード方式は橋梁点検記録と同様、橋梁の詳細、評価および状況評価用に、路線および地図記録として殆んど全ての橋梁の情報管理に使用されることが当然のことになっているようである。ハンディ・タイプの一枚のカードに、文章または記号で、約100項目までのデータと情報が記録される。カード方式は、中央および地方の行政組織のどのレベルでも、使用できよう。その利点は例えば、取扱いが容易であること、カードの作成、さしかえに特殊な技術を必要としないこと、取扱いに特殊な装置を必要としないことおよび保管のための空間が比較的少なくて済むことである。主な欠点は、これらの方法は検索システムとして、その効率と経済性の面からは最適のものとはいえないことである。

Ⅳ.4.2 EDPに関するカード計画

この方法は、カード方式とEDPの利点を結びつけたものであり、橋梁の詳細データを容易、迅速、且つ効率的に検索し改新することができる。EDPを直接用いることになるので、この方法は中央で集中的に管理する方式の場合および政策決定に用いる場合に、より適したものとなっているように思われる。

Ⅳ.4.3 マイクロフィルム

マイクロフィルム化が、図面、文書、記録等を保管、処理する問題を解決する点で、非常な助けとなろう。更に、これは、原報の喪失や破損を防ぎ、字が薄くなったり脆弱な文書または図面を償なう様な、やや「消極的」な意味において効果的である。マイクロフィルムには次の利点がある。

— 「原報」の喪失または破損の防止（異なる場所に複写を保管することができる）。自由な寸法で再生できる。適当に取扱えばいつまでも使用できる。保管空間が小さい（従来の記録保管所の約2%）。

— マイクロフィルムを作成する際に、複雑な装置や経験を積み熟練した職員等を必要としない。

— 例えば長大橋の様に、比較的大量の文書、図面、記録等を橋梁の情報管理に含めなければならない場合、特別な問題が生じない。

Ⅳ.5 長大橋梁、特殊な橋梁

幾つかの理由から、長大橋梁は特殊な問題であるように思われる。それらは一般に、道路網の中で特別な場所に置かれる重要な部分であり、通常経験を積んだ橋梁技術者によって設計、施工および監督され、厳密に規定された仕様書に従って施工され、通常資料も良くそろっている。長大橋梁は、他から容易に得ることのできない橋梁建設の価値ある経験および知識を提供する。この知識と経験の獲得は、図面、材料、技術に関する計算データや情報、特殊な材料試験の結果と記録、研究および特殊な調査、出版物、法的文書、書簡等の情報に負うところが大きい。そしてこの種の情報は、長大橋梁や特殊な橋梁に関する情報管理に含めるべきである。

Ⅳ.6 情報管理と点検

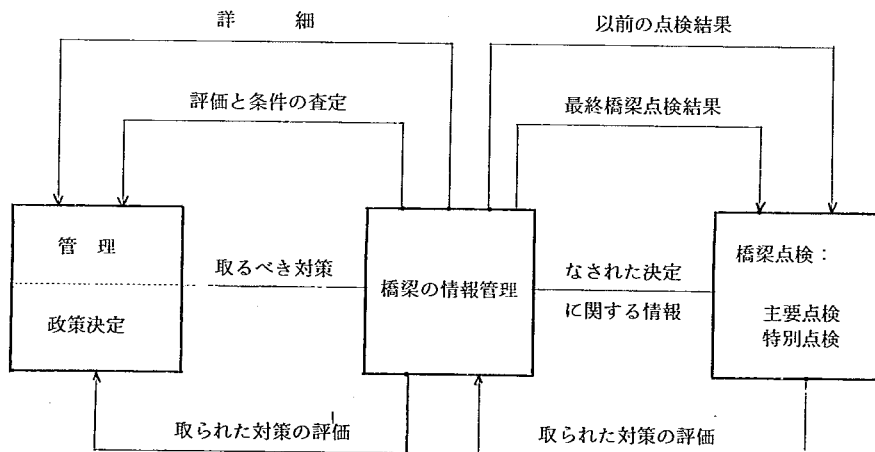
橋梁の情報管理、橋梁点検業務、維持管理業務、政策決定等の間の関係を要約して次の図に示す。橋梁の情報管理とは、橋梁に関する情報を適当な組織に保管し、必要に応じてデータを検索、評価、配布

およびフィードバックすることを目的として連続的に集積，準備する手段として理解すべきである。

Ⅳ.7 要 約

1. 各種の橋梁の情報管理方式が利用され，充分満足な結果が得られている。組織の種類およびレベルと利用される情報管理システムとの間には，明らかに密接な関係がある。さらに今後はより効果的なデータ検索を行なうために技術的な研究を進めていく必要がある。
2. しかしながら，どのような橋梁の情報管理システムを使用しても，その実際的な価値は，明らかに，全ての入力データおよび情報の質にある。
3. 橋梁の情報管理に関して，次の事項を確認することができる。
 - 橋梁の詳細，カード記録，竣工図，これらの3種類の要素を，名橋梁の情報管理システムの基本事項とすべきである。
 - 長大橋梁または特殊な橋梁は，橋梁の情報管理の中では通常別個に取扱うべきものである。
 - できれば関連データをEDPに移すことを勧める。
 - どの方法を採用した場合にも，常に信頼のおけるデータの更新を行わなければならない。
 - 全入力データの質が特に重要であることを強調しなければならない。
4. 橋梁の情報管理は，橋梁点検の全体的な作業の中で必ず行なわなければならないものの一つである。適切な橋梁の情報管理は，橋梁点検をより効果的に行なうために，大きな助けとなろう。

橋梁の情報管理，橋梁の点検および管理政策決定相互間の関係図



第V章 点検の方法

V.1 序 論

外観点検、主要点検および特別点検の3種のどの点検を取っても、適当な点検方法をとることがその前提となる。

どの点検方法をとるにしても、安全で、容易で、かつ便利であることが特に強調されなければならない。

これらの要素は、点検の質に密接に関係している。

橋梁設計者および橋梁管理の責任者は、橋梁形式、地形、橋梁位置の気候的条件、地上からの高さ、作業が可能な空間、安全性等を考慮に入れて、適切な点検方法を採用しなければならない。ここで安全性とは点検の手段が構造的、機械的、または電氣的に安全であること、点検者および点検作業中のいろいろな交通に対して安全であることを意味する。

いくつかの点検方法を適切に組合わせることによってより精度の高い点検を行なうことができる。各種の点検方法の内から費用と効果との比を比較することによって適切なものを選定することができる。

次の節に、幾つかの使用可能な点検方法を述べる。

V.2 点検の方法

V.2.1 橋体にあらかじめ組込まれた装置による点検

まず初めに、橋体にあらかじめ組込まれた装置による点検について述べることにする。この方法は、便利で、容易で、かつ経済的な点検を可能にする。この方法によると特に各橋梁構成部分に対して直接物理的または視覚的点検を行なうことができる。あらかじめ組込まれた装置による点検は、支承、伸縮継手、等しばしば点検しなければならない橋梁構成部分の点検や、箱桁内部の点検等に有利に使用できる。この方法によって橋梁の全部材を完全に点検しようとする組込む装置に大きな経費がかかるので、通常外観点検および主要点検の場合に用いられる。

組込む装置には、次のようなものが含まれる。

- 通路、梯子、マンホール、手摺、キャットウォーク、プラットホーム、点検ピット、プランク、足場等の設備
- 準固定点検装置の操作に使用する備品および設備
- 電燈、工具、またはその他の電動装置につなぐ電源

V.2.2 移動範囲が限定されている機具による点検

(永久設置または一時的な設置)

ある種の構造物では、特に主要点検および特別点検を考慮して、主ケーブルあるいはステイ・ケーブル、吊りロープ、塔の外または内壁および比較的高い橋脚用等の点検用に、主として一方向に移動する装置が必要である。

この種の装置は自走するもの、またはケーブルで操作するもの等があり、ケーブルやロープの点検用

特殊ワゴン (bośn chair), や径が小さく、傾斜した場所の点検用特殊エレベータのように、特殊な条件に適應させるために、設計した装置である。これらの方法は、先に挙げた様な特殊な橋梁部材に対する、非常に有効で効率のよい点検方法になり得る。

一般にある構造物の全部、または特定の部材を適切に点検するためには、足場を設置することが必要になろう。したがって、経済的な理由等から移動範囲が限定されている機具による点検方法は特殊な場合のみ行なわれることが多い。

V.2.3 自走式点検装置

橋梁の部材へうまく接近するためには、自走式点検装置を使用する必要があるであろう。これには3種類のものがある。

— トラベラー；永久的、または一時的に橋面上設置された特別な軌道上を走り、点検員は橋梁の下で作業する。

— 地上、船、またはハンケから操作する吊り上げ装置

— 橋梁の床版から操作する橋梁点検装置

このどのものにも、一般にかなり多種類の購入可能な装置があり、その中から適当な装置を選択することができる。

最も適した装置を選ぶには、各種の条件を考慮しなければならない。例えば、

— 安全性、経済性、装置の適應性

— その装置の運転による交通への影響

— プラットホームまたはバケットの耐荷力；装置の重量

— 地方特有の条件、および気象条件

— 橋梁の幾何的形狀；幅員、桁高、桁下クリアランス

— 橋梁上および橋梁下の障害物

— 装置の点検範囲

この様なことを考慮すると、どの様な状況にも対処し得る「全目的」、または「萬能」点検装置といったものはないといえる。

トラベラー

トラベラーは、実際に使用されている唯一の移動橋梁点検装置である。そのあるものは非常に苦心して作られた装置で、組込み望遠鏡、または引き上げ可能なプラットホームおよびその他の可動部品を持ち、可能な限り広く橋梁を点検しようとしている。大部分のトラベラーは、自家発電装置を有している。

一般に、トラベラーは比較的高価な装置であるため、点検同様維持および比較的簡単な補修作業の様な多目的用に設計されていることが多い。これらは主に長大橋梁、特に比較的に長い鋼橋に設置されている。この種の装置は、繁用されれば、有効的、効率的、かつ経済的であることが証明されている。

フランス道路・橋梁研究所 (LCPC) が提出した最近の研究は、トラベラーの需要は長大橋梁のみ限定されているものではないことを示している。開発されているこの種のトラベラーは、小さい橋梁上で使用され、橋面上で交通の支障にならない所を走るように特別に設計されている。使用されているアルミニウム・フレームの構造は、点検されるべき橋梁のいろいろな幅員や桁高に対処すべく調整し得るものである。このトラベラーは点検を受ける橋梁上に設置されねばならず、使用後に取り外

される。各種の構成部材がトラック又はトレーラー上にかたづけられ、次の橋梁で使用するのためにそのまま移動される。

吊上げ装置

吊上げ装置が橋梁点検以外のいろいろな目的で開発されており、非常に多様な種類と構造をしたものが得られる。それらは通常油圧で作動し、バケットまたはプラットフォーム型で、40 m程度の高さまで吊上げることができる。大部分の入手可能な装置は、改良せずに橋梁点検に使用し得る。それは通常、地上、船、またはハシケから操作される。バケット、プラットフォームの負荷能力が比較的低いので、比較的重くて、複雑な点検用具の使用は制限される。適切に使用した場合には、とりわけ目視点検において、吊上げ装置は特に融通性に富み、効率的で有能な点検方法であることが証明されている。

橋梁の床版上から操作する点検装置

最近、一般に橋梁床版の点検用に設計されたこの特殊な点検装置に、かなり急速な発展が見られた。この種の装置には通常、次の特徴がある。

- トラックに積まれ、普通に道路を走行できる。(標準シャシー)
- 自家発電。
- 最低2人の人間と標準点検工具の重量を運搬するプラットフォーム、バケットの負荷容量。
- 橋面下の部分および橋面上の部分ともに点検可能な設計となっている。

表2に、現在使用されている装置の仕様を示す。表2のデータは次のように要約することができる。

- 装置の全重量。110 KN～450 KNで平均約220 KN
- プラットホーム、バケットの許容載荷重。1.4～10 KNで、平均許容載荷量約2.7 KN
- 作業位置での全幅。最低幅1車線。大部分の装置は2車線幅以上が必要。
- 作業範囲。橋梁床版下約5～14 m。橋梁床版上約26 mまで。橋梁床版下最高到達距離約6～17 m。
- 平均作業時間/年。約250～1000時間以上で平均約400時間

現在使用されている300台程度の機械のうち、80%以上が合衆国のものである。

作業状態での装置幅のために、特に2車線の橋梁の場合に、交通が妨害されることがある。そのために正規の交通路、および交通迂回路に、職員を追加する必要があることがある。しかし一般に、使用装置数は、この種の点検方法の必要性和価値を積極的に示すものと考えられる。

橋梁床版上、地上、船またはハシケから操作する装置を含む自走式橋梁点検装置は、橋梁点検の効率を増加するのにかなり役に立ってきている。融通性、多動性、経済性、スピードおよび時間の節約という利点が、一般に認められている様である。橋梁点検の質を下げずに時間が節約できるため特に短期点検に、この方法の利点が明らかになる。

V.2.4 水面下の点検方法

前に述べた全ての方法は、水面上の橋梁構造またはそれらの部分の点検にも有効であるが、時には、水面下の構造部材または基礎を点検する必要がある。潜水夫による点検も考えられるが、これは通常点検職員の仕事の一部と考えるわけにはいかない。この問題に対する一つの可能な解決法は、点検職員が指示または助言して潜水夫に適当な位置へ運ばせた遠隔操作式のテレビ・カメラを使用することである。

V.2.5 目視点検用の機具

目視点検用の機具は他の方法による点検をたすけるとともに、ある場合にはそれだけで点検の必要性を満たすことができる。機具としては拡大鏡や双眼鏡のような軽便なものから閉鎖回路上、または遠隔操作による特殊装備フィルムやテレビ・カメラのような複雑な装置を持ったものまで多岐にわたっている。

V.2.6 特殊装置

最後に、船、浮き台および組立が容易な車のない軽い足場の様な特殊な装置の利用に触れておかななくてはならない。

正しく橋梁点検を行なうには、橋梁の全部分への適当な接近方法が必要である。要求されている質の点検が「通常」の方法でできない場合には、これらの全ての場合に接近方法として、特殊な装置を使用しなければならない。

V.3 要 約

1. 以上のことから、適切な点検を行なうには、かなりの技術的努力と出費をしなくてはならないと結論付けてよからう。これらの程度は、それぞれ対応する点検水準（外観、主要および特別）に要求される精度と効率によって決められなければならないであろう。構造物の種類と大きさが多様であり地形条件ならびに環境条件等関連要素を考慮すると、この勝題は複雑になる。
2. 一般に点検の水準が高まり、構造物がより長大化し、かつ複雑になるに従って、点検方法もより進歩し複雑なものになると言うことができよう。実際には、要求に合った方法を選定していくということが必要になる。大多数の橋梁の外観点検およびある程度までの主要点検は、橋体にあらかじめ組み込まれた装置による点検方法により目視点検用の器具を用いて実施することによって大方の要求が満たされよう。
3. しかし、何等かの継続的な技術的努力と出費が必要であるという事実を見落としてはならない。その理由は、過去には、その構造物の全寿命にわたり、その構造物または部材に適切で容易、かつ安全な点検を行なう必要性が、十分認識されていなかったからである。

表-2. 床版上からの橋梁点検用機械の諸元

現在使用されている機械の台数：約 30 台，今後計画されている機械の台数：約 80 台（今後 5 年間で）

項目 \ 国名		フィンランド	フランス		ドイツ		イタリア			日本		スウェーデン	アメリカ	
一般的事項	機種	Mummola O4 Siltta- Kurki NS 13/10-4	FIP Passarella	Paxton Mitchell Super Snooper	Hilgers	Ruthmann	The Inspector BB-70/2	Comec 23-D-9	FIP PIP Shils	Shin- meiwa	Kawa- nishi	Mummola OY BridgeLift NS 16-4	Paxton- Mitchell Tu 37 Super Snooper	ServiLift Tu 37 Hunt Pierce Corp.
	供用年数		2	1	8	5	1 to 2	3	2	2 to	9	4	5	3
	平均稼働時間/年		1100		550	550				250	250	400	250 400	400
機械 (台車)	重量(KN)	200 KN	260 KN	130 KN	450 KN	330 KN	280 KN	280 KN	280 KN	110 KN	180 KN	185 KN	200 KN	230 KN
	全 長	3.8 m	9.3 m	7.7 m	21.5 m	13.5 m	9.4 m	9.4 m	9.3 m	9.2 m	11.7 m	13.5 m	8.2 m	9.6 m
	全 幅 (作業時)	4.8 m	2.5 m	3.4 m	4.5 m	3.6 m	4.5 m	4.5 m	2.5 m	4.2 m	4.4 m	4.7 m	3.4 m	4.0 m
バケット	バケット	x				x				x	2	x		2
	プラットフォーム		x	x	x		x	x	x				x	x
プラットフォーム	幅	1.1 m	1.4m/1.7m	0.6 m	1.2m/1.8m	0.6 m	1.0 m	1.0 m	1.0 m	2.1 m	0.6 m	0.9 m	0.6 m	0.5 m
	長 さ	2.0 m	12.7 m	8.2 m	9.2 m	0.8 m	15.0 m	17.0 m	12.7 m	1.7 m	0.6 m	2.0 m	4.3 m	1.35 m
操作機構	許容載荷重	3.5 KN	5 KN	2.7 KN	3 KN	2.5 KN	5 KN	10 KN	10 KN	1.4 KN	2.0 KN	3.5 KN	2.7 KN	2.6 KN
	内部伝達操作	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no	yes	yes	yes	yes	yes
	遠隔操作	yes	no	yes	yes	yes	no	no	no	yes	yes	yes	yes	yes
	旋回角	200°	360°	360°	360°	220°	nil	360°	360°	180°	180°	180°	360°	360°
作業範囲	最低位置	5.0 m	6.5 m	5.5 m	8.0 m	14.0 m	5.0 m	7.0 m	5.0 m	4.6 m	13.5 m	11.0 m	6.1 m	11.5 m
	最大リーチ	6.5 m	12.2 m	12.0 m	9.2 m	9.5 m	15.0 m	17.0 m	12.7 m	4.5 m	18.0 m	16.0 m	8.5 m	9.5 m
	最大位置	-	-	-	-	26.5 m	15.0 m	2.0 m	-	14.0 m	21.0 m	-	-	-

第VI章 評価技術と器械

VI.1 序 論

この章で扱われる評価技術および評価方法は、橋梁およびその構成要素の安全性と使用性の問題に直接関係がある。これらは、橋梁点検そのものの一部として考えるべきである。これらは、目視による評価から複雑な装置を用いた評価まで広い分野に及んでいる。橋梁の設計、施工、材料等に関する急速な技術開発によって、橋梁点検に関してより進歩した評価技術および装置を適用する必要性が高まった。

この技術および装置は、点検する橋梁の数、これらにふさわしい程度の専門教育を受けた職員の数および点検の水準に合せて選ぶべきである。

極めて一般的な方法には次のものがある。

- 外観点検は、主として普通の標準器具および目視による評価に依らなければならない。
- 主要点検も、主として目視による評価に依らなければならないが、より進歩した器具および点検方法の助けをかりることになる。
- 特別点検は、どちらかと言えば進歩した技術および装置を必要とするが、しかし、依然として目視による評価の助けをかりる。

物理的、化学的、機械的および他の性質が規格または仕様書の要件に合っているかを調べるため実施する、破壊試験や研究を目的として使用する計器は、この章では扱わないことにする。また、材料の長期にわたる性質を知る手がかりとして、橋梁点検がどの程度役立つかについても論じない。設計、施工の段階で、点検の際の接近および点検用の装置を据付けるための準備を整えておく必要がある。

いくつかの理由によって、橋梁の点検には主として非破壊検査が用いられるが、例外として、一部破壊または破壊検査が行なわれる。この章では、すでに確立されたものまたは有望なもののいずれかで、かつ点検実務にかなり直接関連している方法に関するものについて述べる。既に移動、ひずみ、作用力、圧力、温度、動的性質などの評価のための数多くの信頼できる技術および方法が開発されているが、各種の計器、器具または方法のすべてを述べることは、この報告の範囲を超えるものである。計器製造業者による参考文献、記事、手引き等については、参照できるようにしてある。

下記の表は、広範囲にわたって適用できると思われる方法の一部を示したものである。

表3. 適用可能と思われる評価方法（表示のみ）

評 価 の 対 象	評 価 方 法
コンクリート.	
強度.	“シュミット・ハンマー”
品質.	超音波、振動、放射線
成層.	サウンディング.
かぶり.	磁気探知器.
鉄筋の発見および確認.	磁気探知器.
鋼.	
亀裂.	超音波、音響亀裂探知器（ACD）、磁気亀裂探知器（MCD）、染料浸透法、磁力.

残留応力。 ケーブルまたはワイヤーの破損。 腐食。 全体的な挙動・移動。	「バークハウゼン効果」。 磁気誘導，放射線，音響探傷。 半電池電位，磁気誘導。 測量器械，写真測量法，誘導変換器，傾斜計， ダイヤル・ゲージ。
伸び・ひずみ。 測定。 作用力または圧力。	ひずみゲージ，ひずみ計。 伸び計。 機械式装置，油圧式装置，電気式装置，圧力変換器， ロード・セル。
その他 塗装膜の厚さ。 防水膜。 コンクリート中の塩化物。	塗装膜厚測定器，ラジオメーター。 電気抵抗法。 全塩化物に対する湿式化学分析。

次に述べる器具および方法は，次の4つのグループの1つに関係がある。

グループ1： 基本的な技術に関する知識または教育を要求する，標準的な器具および方法

グループ2： 中程度の水準の技術的な知識または教育を要求する，進歩した器具および方法

グループ3： 幾分程度の高い技術的な知識および教育を要求する，進歩した装置および方法（一般に用いられている）

グループ4： 特殊な知識，高度な技術的な教育および技術ならびに広範囲にわたる経験を要求する，進歩した装置および方法（特殊な調査のみに用いられている）

各グループの番号は，下記に述べた技術，または方法のそれぞれに対して，()で囲んで示す。

これらの4つのグループとさまざまな水準の点検との間の関係は，次のように考えることができる。

- － 外観点検： グループ1，場合によってはグループ2
- － 主要点検： グループ1および2，場合によってはグループ3
- － 特別点検： グループ2および3，場合によってはグループ4

VI.2 標準的な点検用具を使用しての，目視による評価

かなり経験を積んだ橋梁点検者は，事実上器具や装置を使用することなく，目視で満足のいく評価を行うことができる。もち論，器具や装置を使わない作業には限界がある。このため，目視による評価には，その助けとして，一般に次のような標準的な点検用具（グループ1）を使用する。

- － クリップ・ボード，チョーク，マーカー，クランプなど
- － ポケット・テープ，折尺，テープ（10～50m），すきまゲージ，塗装被膜測定器，ノギス，探測線など
- － 直尺，水準器，下げ振り，分度器
- － 温度計（空気入りおよび接触形）
- － 点検鏡，カメラ（白黒およびカラー・フィルム用），フラッシュ・ライト
- － ポケット・ナイフ，ワイヤ・ブラシ，スクレーパー，ピック，ショベル
- － スクリュー ドライバー（セット），プライヤー（重作業用）
- － チッピング・ハンマー，丸頭ハンマー，トルク・レンチ
- － 腐食メータ，インクリメント・ボアラ

以下の各節では、グループ2、3および4による、より進歩した技術および装置について述べる。

VI.3 材料の局所的な特性を把握する方法

VI.3.1 コンクリート強度の推定（グループ2）

コンクリート強度の非破壊検査による大まかな評価のためには、リバウンド・ハンマー（シュミット・ハンマー）を使用する。このハンマーは、バネを有する機械的な計器であり、なめらかに仕上げた表面で使用する。反発力は、目盛りで読取ることができる。これらの読取値に相当するコンクリートの強度は、表によって与えられる。少なくとも3回の測定値を取り、これらの平均値を使用する。得られた結果は、正確な値と言うよりも、むしろ1つの指標を与えるものである。

VI.3.2 コンクリート性状の評価（グループ2および3）

超音波を用いる方法（3）は、次の問題の解決に役立つ（グループ3）。

- コンクリートの均質性の評価
- 欠陥部分の場所の発見（異物、ひび割れ、空洞の存在）
- 片面から行うコンクリート部材の厚さの評価（すなわち、アンカー、アバットメント）
- 硬化直後のコンクリート強度の評価（固まった後1日から10日までの間の満足できる結果を与える）

この方法は、超音波の伝播速度を基にしたものである（インパルス法）

これには、次の2つの方法が用いられる。

- 発信装置と受信装置を、測定する部材をはさんで取付ける。（透過法）（速度Vは、既知の厚さdと測定時間tから直接計算することができる。

$$V = \frac{d}{t}$$

実質的に同じ方法（透過法）(4) を、その中に2本または3本のパイプを取付けるコンクリート・パイルの品質の評価にも使用する。この場合発信装置および受信装置を、互に向かい合ったパイプの中でこれに沿って同時に動かす。

- 発信装置と受信装置を、測定する部材の同じ側に取付ける（反射法）。発信装置を一定の位置に保ち、受信装置を測定線に沿って一定の距離で動かす。その構造物に使った同じコンクリートで打設した基準部材（梁または版）が、装置のキャリブレーション用として用いられる。

超音波を用いた方法は、定性的な評価を与えるもので、信頼できる定量的なデータを入手するためには、さらに研究を続ける必要がある。一般に、橋梁点検分野への超音波技術の応用は、特に問題もないということができる。この有望な方法をコンクリートの評価に対するより進歩した検査方法に応用するには、さらに経験を重ねると共に、さらに開発を続ける必要がある。

サウンディングは、コンクリートの中部にあるわれ目または層を発見するために、米国(5)で使われている。サウンディング器具としてのチエーンは、効果的でかつ使いやすい器具であることが証明されている（グループ2）。

VI.3.3 非破壊動的試験（グループ4）

この方法の数少ない応用の1つに、杭の評価への使用がある。杭頭部の先端に電動振動機を取付け、20から最高1,000サイクルの周波数の正弦波振動を外部から供給する（100 Wの電力が必要になる）。杭頭部に伝えられたエネルギーは、杭先端へ向かって垂直方向に走り、先端から反射してパイル頭部

へと戻る。パイル頭部に伝えられる力 F は、一定に保たれる。速度 V は、入力エネルギーと反射した出力エネルギーとの比率によって決まる。同一周波数の場合の V/F 曲線を解析することによって、パイルの品質に関する情報を得ることができる（剛性、連続性、欠陥等）。

VI.3.4 腐食の評価

鉄筋コンクリートの腐食検査は、飽和硫酸銅半電池を使った半電池電位測定によって行うことができる（グループ2）。測定値は、通常橋梁の床版上に格子状に得られる（約1.2m）(5)。この方法は、腐食の範囲を示すのに効果的であるが、しかし鉄筋の腐食の割合または量を示す信頼できる指標とは見なされていない。しかしながら一般的に、電位の大きな部分が広ければ広いほど、腐食の量の問題がより重大となる、と結論することができる。

ケーブル、より線またはワイヤ・ロープも、Foucault電流の原理に基づいた誘導磁気測定技術を使って、腐食を調べることができる（グループ3）。この装置は、点検器具として設計されたものであり、比較的高い周波数の電力を外部から供給する必要がある(6)。この技術は、吊橋のケーブルに実際に使われており、約75%の信頼度を有する結果が得られることが分かった。この有望な方法を今後さらに開発するため、多くの研究が続けられるものと思われる。

VI.3.5 鋼構造部材中の亀裂の検出

亀裂の探査および発見用として従来から使われている方法である、染料浸透法と磁気粒子法（グループ2から3）が有効である。しかしこれらの方法は、隠れた部分の亀裂の発見には適していないと思われる。

超音波技術（グループ3）は、亀裂の探査および発見にしばしば使われて成功している。隠れた部分にある亀裂は、超音波技術によって発見することができる。この技術は、特定の方法で表面を仕上げ、1組の端子を使い、陰極線管表示装置に現われた映像を技術のすぐれたオペレータが解析する必要がある。

亀裂を発見して、その範囲を知ることができるシステムが開発され、テストもすでに終わって、いつでも使える状況にある。このシステムは、超音波亀裂検出装置（ACD）と磁気亀裂検出装置（MCD）とを組合せたものである（グループ2）(7)。両装置とも、可搬式で完全な箱におさまられており、電池を電源として使用される。検査は、技術のすぐれたオペレータが行う。ACDは、超音波パルス・エコー技術に基づいた探査装置の1つで、MCDは、磁場妨害技術に基づいたもので、亀裂の位置と長さを正確に検出する。

放射線による方法（グループ4）も、すぐれた結果が得られる。しかしながら、1枚のフィルムによってカバーできる部分が限られているので、この方法は、一般に亀裂を探すというよりも、むしろ亀裂の長さを知るために用いられている。これまでの経験によると、100%信頼できる方法は1つもないので、もし信頼できる結果が要求される場合は、2つ以上の方法を併用するのがよい。

VI.3.6 ケーブルまたはワイヤーの損傷部の発見

ケーブル、またはワイヤーの損傷部は、次の3つの方法で発見することができる。

- 誘導-磁気測定技術（グループ3）
- “超音波探査”（グループ3）
- 放射線写真法（VI.3.7も参照のこと）（グループ4）

誘導-磁気測定技術は、基本的には第VI.3.4節で述べたそれと同じである。この装置は、主ケーブ

ル、ステー・ケーブルおよび吊ロープに対して使用できる、汎用的な検査器具と見ることができる。(6)

「超音波探査」は、一般にワイヤー破損部が「ソニック・バング」に似た性質を有する、という事実を利用したものである。この「ソニック・バング」は、それぞれに対応する被験体、すなわち、ケーブル、ロープ、PC鋼線等に取付けられた、受信装置によって受信される。この方法は、鋼橋ならびにプレストレスト・コンクリート橋に適用できるが、正確な定量的評価というよりも、むしろ品質の定性的評価に適したものと考えることができる。

VI.3.7 コンクリート橋への放射線写真の利用

放射線写真技術、すなわちエックス線やガンマー線写真技術は、コンクリート構造物、特にプレストレスト・コンクリート橋の床版の評価に対して効果的である。撮影する写真の大きさは、通常30×40cmである。この写真の分析によって下記のような構造物の状態に関する各種のデータが得られる。

- コンクリートの品質（均一性、ひび割れなど）
- 普通の鉄筋またはPC鋼材に関する欠陥（誤まった位置、異常な変形、鋼材の破損、腐食、接合不良）
- グラウトの品質（必要な場合は、再注入する必要がある部分の位置の把握）

この方法で調べることのできるコンクリートの厚さは、通常使用する方法（ガンマー線写真技術）を使う場合で50cmを越えてはならないが、しかし高エネルギー・エックス線を使うならば、1mの厚さのものを評価することができる（「ベータトロン」〔電子加速装置の1種〕）。

この方法の使用は、写真の大きさに制限される。と言うのは、得られるデータが、橋梁の床版全体に対して事実上局部位化されるからである。全般的な満足できる評価結果を得るには、数多くのステロ版を撮る必要がしばしばあるが、この方法は比較的広範囲にわたって使うことができる。現在この方法の使用は、より重要な場合の評価のみに限られている。

VI.4 载荷中の全体的挙動の評価方法

VI.4.1 移動の測定

測量器機（使用する器機によって、グループ2またはグループ3）

従来からの型式のものから進歩した器機および装置までの範囲にわたる測量器機は、各種の移動、すなわち、水平移動およびたわみ、不等沈下、回転移動、そり、沈下、などの評価用として、ほとんどすべてに使用できる方法と見ることができる。レーザー光線技術の導入以後、橋梁の評価用としての測量器機の用途は、その範囲がさらに広がった。

写真測量法（グループ4）は、最近鋼橋のウェブ、床版および底版の、そりを測定する方法として応用されて成功している。約100㎡の面積を、一枚の写真で、任意の時点で任意の地点に関して評価し記録として残すことができる。適当な方法で対象部材に接近できる限り、この方法は、既知である一定の、条件の下での、短期および長期にわたる特性を評価する方法として有効であるように思われる。

各種の器機および方法

記録装置と一体になった誘導変換装置は、各種の動きの短期または長期にわたる測定用として適している（グループ3）。回転移動は、傾斜計を使って測定することができる（グループ3）。傾斜計のうちでこれまでに用いられているものは、次の通りである。

- 自由に吊り下げたまたは油で減衰させた、重力振子
- 光学振子、発光点振子、レーザー装置
- 電気式傾斜計
- 曲げ支持形直流 (DC) トルク・バランス装置
- 振動・ワイヤー変換装置
- 傾斜感知装置 : 電極および電解液を入れたガラス製の器具—この器具を傾けると、電解液が一方の側から他の側に流れ、これによって中心にある電極と外側にある電極との間の電気抵抗が変化することを利用した傾斜計

また、変位の測定に用いるダイヤル・ゲージ(グループ2)など、機械的な装置も使用される。これらの装置には不動が必要になる。

VI.4.2 伸びの測定

ひずみゲージ(グループ4)

電子器機業界は、ほとんどすべての必要性を満たすに十分な、さまざまな種類のひずみ測定用ゲージ、計器および装置を供給している。

機械式および機械-光学式計器

検査用途に適した伸び計は、主として機械式または機械-光学式計器である。これらはいずれも、測定する物体(コンクリート、鋼等)の表面にあらかじめ固定したベースが必要である。これらの計器は、一般にインバー鋼を使って温度に対して補正できるようになっており、短期および長期にわたる測定用として使用することができる。ベースには、それが金属の場合は2つの刻み目(球形、円錐形またはカッティング・エッジ形)のマークをつけ、また、それがコンクリートもしくは金属の場合は、球形、円錐形またはカッティング・エッジ形のヘッドを有する2つのボタンを長期間にわたりとれないようにとりつけマークとする。ベースの長さは、計器自体の許容誤差のほか、測定値の許容誤差によって決まる。一般に、ベースの長さが100~200mmであると、信頼できる結果を得ることができる。"Setzdehnungsmesser"(設置式伸び計)は、ある程度代表的な機械式計器(グループ2)の1つとして挙げることができる。

機械式スクラッチ・メンソメータは、最近使用されるようになった(グループ不明)。この計器は、静的および動的なひずみを測定して記録するもので、主として金属関係の長期にわたる測定に使用する。この簡単な計器は、分割されたベースプレートを有しており、測定する物体の伸びは、"記録用アーム"によって、ベースプレートの小さい部分から記録用円板へと伝えられる。伸びに相当する値は、引っかき傷によって円板に記録される。すべての伸びが、その伸びの量に相当する量だけ、ピニオンに似た仕掛けを動かし、この動きによって、円板がその中心を軸として回転する。この記録された伸びは、目盛のついた顕微鏡を使って読み取ることができる。

コンクリートのクリープおよび乾燥収縮の長期測定に適したものとして開発した、機械-光学式計器は、"波紋効果"を利用したものである。この計器には、平行した線を有する2つの格子装置が付いており、熱および機械的に安定した性質を備えている(グループ3)(8)。2本の平行した角柱のロッドが、2枚の薄い、可撓性の円板と、それぞれの端の部分で接続されて可撓性の平行四辺形を形作っている。また、それぞれ対応するロッドに接続されている2本のピンが、ベースの役目をする。測定するときは、これら2本のピンが、測定する物体面でベースの役目をするピンにセットされる。この計器は使いやすい上、1つのモデルを用いて全ての異なった条件の測定ができる。

VI.4.3 作用力および圧力の測定

作用力および圧力は、次の装置で測定することができる。

- 機械式装置（グループ2）
- 圧力変換装置（グループ3）
- ロード・セル（グループ2）
- 油圧装置（グループ2）

この用途に適した各種の計器、器具および装置が、市販品として入手することができる。

これらの計器の現在の測定限界は、おおむね下記の通りである。

- 機械式装置： 最高 $100 \text{ MN}/\text{m}^2$
- 圧力変換装置： " $50 \text{ N}/\text{m}^2$
- ロード・セル： " 53 MN
- 油圧装置： 実際の用途に対して無制限

VI.4.4 応力の測定

応力は、通常第VI.4.2節で述べた方法でひずみを測り、そして適切な弾性係数を使ってこれに相当する応力を計算して評価する。

また、"Barkhausen 効果"を利用して、非破壊的な方法で強磁性物体の残留応力を評価する技術も開発されている（グループ3）(9)。この技術は、高張力ボルト、または特に問題となる他の構造用部品の残留応力の確認に使用できると思われる。この計器は、可搬式で、箱におさめられており、交流電流（AC）を外から供給する必要がある。この計器のキャリブレーションのために、検査する部材と同じ物質でできた基準片が必要である。

VI.4.5 動的特性の評価

動的な特性に関する知識は、構造物の挙動の解明に有意義な手がかりを与えることができる。動的特性の評価には、一般に電気計器による技術を適用しなければならない（グループ4）。一般の場合計器や装置は、市販品を利用できるが、時には個々の条件に合わせた特別な器機を製作しなければならない。一般に要求される情報は、周波数と振幅であり、これらによって構造物の減衰特性を評価することができる。

VI.4.6 载荷および過载荷による方法

一般に、载荷試験のための荷重としては、静的か動的か、均一に分布した直線荷重か点荷重か、垂直方向か、水平方向か、曲げを起す荷重か、ねじを起す荷重かなどによって、各種のものが考えられる。

载荷方法として従来から使われている一般的な方法は、次の通りである。

- あらゆる種類の物質、固体または液体
 - 各種の軸距または軸重の車両、車輪またはキャタピラ駆動の車両、けん引車
 - 各種の能力のジャッキ
- より進歩した方法、すなわち、
- PC・ケーブル、1本または1群
 - 急激に、または徐々に除荷する方法
 - 非常に高い出力を持った、各種のバイブレータ

蒸気駆動ロケットまたは爆薬などを用いる方法も、可能ではあるが、極めて特殊な用途に限られている。

荷重または過載荷重は、その結果起こる構造物の応答の評価と共に、全体的な挙動に関する有意義な情報を与えることがある。しかしながら、一般に、これらの方法は正常な点検方法ではないと見られている。

VI.5 その他の技術と装置

VI.5.1 水中にあるものの評価

航海に関する目的、営利およびスポーツ・ダイビングならびに水中での探査を対象として開発された器械、装置および方法や技術は、一般に水中の構造物の評価に適しており、使用することができる。

水深測量は、ロッド、鉛垂線（グループ1）、音響測深機および電子測深機（グループ3）を使って行うことができる。

水中カメラ、水中テレビ・カメラ（ビデオテープ・レコーダ付、閉路型等もある）などについては、満足できる結果が得られている。

VI.5.2 被覆膜の厚さの測定

被覆膜の厚さの測定には広く使われているペイント被膜ゲージ（グループ2）のほか、 β 線または γ 線を用いた放射線測定装置も使用することができる。シンチレーション計数器は、放射線を受ける計器であるが、この装置は 10 g/m^2 から 800 kg/m^2 までの範囲で塗装された物質の被膜の厚さを測定できると言われている。

VI.5.3 コンクリートの剥りの測定、鉄筋量および鉄筋径の把握

コンクリートの剥り測定、鉄筋の検出および鉄筋径の決定には、可搬式装置“パコメータ”（グループ3）(2)を使用する。このパコメータは、磁束の変化に反応する磁気検出装置である。金属が存在しない状態では、コイルの中の信号・ピックアップは、この装置の端子の中にある2つの極の間で空気を介して磁氣的につながっている。鉄材が存在すると、これが、端子中の2つの極とコイルの中にある信号・ピックアップとの間のつながりを強くするため目盛板の針がふれることになる。

VI.5.4 防水膜の有効性の判定（グループ2）

コンクリート橋の床版表面の防水層は、材料が絶縁体であるかぎり、電気抵抗を測定することによって評価することができる。この方法は、電気抵抗の値を、防水効果を示す1つの指標として取り上げることができる、という仮定に基づいたものである。防水層は、 $50\text{ K}\Omega/\text{m}^2$ を超える抵抗値である場合、満足できるものと見てよい。 $10\text{ K}\Omega/\text{m}^2$ 以下の抵抗値の場合は、防水効果が不十分である。この測定値は、一般に格子状に測定する方法で行う。この方法は、防水が不十分な箇所の発見に効果的であると言われている。

VI.5.5 コンクリート中の塩化物の評価（グループ3：ただし、適当な実験施設を利用できることを条件とする）

塩化物 (Cl^-) (2)の総量を求める湿式化学分析は、普通ポルトランド・セメント・コンクリートに含まれている塩化物総量の決定に用いるものであり、合衆国連邦道路局推奨試験法である。

この試験法は次のような手順で行なう。

- コンクリートの粉末サンプルを3 g計量する。
- セメントの中の塩化物を溶かすために、蒸留水と、希硝酸をこのサンプルに加える。
- 沸騰させる。
- ろ過する。
- 硝酸銀により滴定し、連続的に添加する硝酸銀の量と、溶液と塩化物感応電極との間の電圧の変化を記録する。

サンプルは、ロータリ・ハンマーを用いて採取する。この器具は、可搬式である。コンクリートは、コア・ビットおよびカーバイド・チップ付スターター・ビットの打撃運動および回転運動によって粉にする。コアの深さは、ハンマーに付いている指示目盛を見ながら調節する。ポルトランド・セメント・コンクリートの中の鉄筋を腐食させる塩化物の最少量である、許容塩化物含有量（溶解率およびコンクリート 1 m^3 当りのセメント使用量によって左右される。）は、次の範囲とみることができる。

Cl^- 0.028 %（溶解度／全塩化物量 = 75 %，セメント使用量が 330 kg/ m^3 の場合）から

Cl^- 0.051 %（溶解度／全塩化物量 = 50 %，セメント使用量が 390 kg/ m^3 の場合）まで

VI.6 要 約

1. 橋梁点検を目的とした評価技術および装置の開発に関係のある、有効な方法を取り上げた。

2. これまで述べた技術のうち、90 %，またはこれより高い信頼性を持つものは、極めてわずかである。ここまで高い信頼性を要求しなければ、一般に知られていて現在使われている方法によって橋梁部材の品質に関する情報を得ることができると思われる。高度で、複雑な方法、特に放射線技術およびガンマー線技術を用いるものは高価で、時間がかかり、専門の教育を受けた人が必要になる。一部の方法は、交通止め又は交通規制を要する場合がある。上に述べた方法は、どんなものでもそれ自体が“最高のもの”であると考えてはならない。欠陥のある構造物に対する評価のために、幾つかの技術および方法を同時に使うことによって、広く認められる結論が得られることがある(13)。

3. 供用中の橋梁について広範囲にわたる、正確な評価を行うため、現在ある有効な技術、方法および計量化に関してより多くの経験を積み、これらをより信頼度の高い実用的な方法に発展させる必要がある。

第Ⅶ章 勧告事項と提案

Ⅶ.1 序 論

橋梁は、道路網の基幹となる構造物である。橋梁がその戦略的な役割をはたし、道路使用者が期待している高度なサービス水準を維持するために、橋梁の組織的な点検には特に留意しなければならない。今や点検を常時行わないで、欠陥によって橋梁の機能が損われたときにのみ行うという考え方は、成り立たない。

橋梁点検の意味は先ず、落橋事故の危険性をできるだけ少くして安全に交通できる状態を保障し、人命を守ることにある。

橋梁点検の二番目に重要な意味としては、橋梁に投下された資本の保護にある。橋梁の補修工事、破損防止のための保守作業、修繕工事、さらに橋梁の架け替え工事を、タイミング良く、経済的に、しかも交通に及ぼす影響を最小限にして、計画するためには組織立った、綿密な橋梁点検および評価データが必要である。

さらに、橋梁管理者および個々の橋梁技術者が直面する、法律的な義務は、橋梁点検計画の制度化およびその改善に対する、大きな刺激となることがある。見苦しいほどぼろぼろになった橋梁を放置しておくことは、一般の人々の信頼感を損なうものであり、橋梁を管理する当局へ厳しい批判がよせられることがある。さらに、大きな橋梁事故、または破損が知れわたることは、担当した専門家の評判が落ちるばかりでなく、国家の威信に悪影響を与えることになる。

Ⅶ.2 橋梁点検の主な区分け

次の3つの種類の点検が必要であろう。

Ⅶ.2.1 外観点検は、道路構造物の実務に関するすぐれた知識を備えているが、橋梁点検に関する教育は必ずしも受けている必要のない道路保守要員が、速やかにかつ頻繁に実施する。この外観点検の目的は、もし速やかに処置しないならば、交通事故を引き起こしたり、多額の保守または補修費を要するおそれのある、かなりはっきりとした欠陥を報告することである。

Ⅶ.2.2 主要点検は、橋梁技術者の全般的な監督の下に教育を受けた検査員が行う。この種の点検は、一般に頻度および程度によって定められる、一般点検および大点検と呼ばれる2つの種類に分かれる。

主要一般点検は、1年、または2年の間隔で実施され、そしてあらかじめ作成した点検表に従って構造物の各要素を調べる。この点検は、目視検査を主体としたもので、必要な場合には標準的な器具の助けをかりてこれを補う。また、橋梁全般および各構成部分の状態に関する、文書による報告書を作成する。

主要大点検は、程度のより高いもので、必要な場所に近づくための設備を特に設けることもあり、すべての要素を詳しく調べることが要求される。大点検の間隔は、3年から5年であり、前回の点検以後質がほとんど低下していない要素に対しては、10年という長い間隔を置くことがある。一般に、写真および図面を含めた完全な報告書を作成する。

Ⅶ.2.3 特別点検は、異常に大きな荷重によって損傷が生じるなどの事態、または設計示方書、も

しくは車両に関する規制の改訂に従って行った橋梁の再評価によって困難な事態が生じた場合に実施する。これらの点検は、数多くの補足試験および構造解析が必要であり、例外なく橋梁技術者の細部にわたる介入が必要となる。

Ⅶ.3 方法、順序、および範囲

異なった人が異なった場所で異なった時期に実施する各点検を、有効に比較できるように、点検を一定の基準に従って実施することが肝要である。明確な方法および順序は、交通量、環境および経済的な条件等、多くの要素によって影響される。複雑な橋梁、あるいは可動橋には、特殊な方法が要求される。

監督技術者によって別途に指示されない限り、主要点検及び特別点検は、構造物の形状、材料、状態および位置に関係のある項目を列挙した、広範囲にわたる点検表に従って実施すべきである。この点検表の見本は、第Ⅱ章で示した

Ⅶ.4 組織、管理、および教育・訓練

橋梁点検プログラムの成否は、そのかなりの部分がこの作業の組織、管理および教育・訓練の面に依存している。

橋梁点検は、常に地域特性を考慮した上、道路管理者のレベルに合わせるようにすべきである。したがって、すべての場合に適用できる管理組織表を作成しようとしてはならず、また、このことは不可能である。これに代わる方法として、これまでその効果が証明され、全般的に有効である、いくつかの方法が選ばれている。

橋梁点検基準の改善が必要な場合の組織的方法で効果があるものとして、次のものがある。

- 1) 橋梁点検の一部に関する法令、または取締まり規則の制定。
 - (i) 点検の頻度
 - (ii) 検査員の資格付与
 - (iii) 結果の報告および報告書の作成
- 2) これらの法令または取締まり規則に示す権限を、1つの地域にあるすべての橋梁へ拡張する。
- 3) 点検方法および教育・訓練の計画および監督に対して責任を負う、中央レベルの橋梁点検局の設立
- 4) 保守要員が実施する外観点検を除き、橋梁点検作業を保守作業から分離する。
- 5) 橋梁点検費用の予算作成および会計業務を、他の道路費用のものから分離する。
- 6) 最初の教育と最新技術に関する定期的な教育を、検査員に対して正式に強制的に行なう。
- 7) 検査員に対する昇進の機会、賃金制度および作業条件を確立させ、頻雑な職員の配置転換を避けると共に、能力のある技術者をこの仕事に引き寄せることが保障できるような水準を維持する。
- 8) 点検報告で整えた情報が、保守、補修、架け替え、予算の配分、設計および施工の各分野の担当者に渡り、点検の情報がこれらの分野に反映されるように具体的な措置を講ずるべきである。このため、点検報告の検討をその職務とする、中央レベルの職員または小数のグループを任命するのが賢明であると思われる。

Ⅶ.5 情報管理

橋梁に関して作成された情報は、橋梁点検に関する基本的な情報を含み、計画作業のたすけとなり、

橋梁の設計者、施工者および保守作業者がこれをフィードバックして活用できるものでなければならない。この情報は、道路組織の広範囲にわたる情報システムの一部として作り上げる必要がある。データの質と量をどの程度にすべきか、また、これらを管理修正するためにどのようなシステムが適当であるかということは、その組織の規模および集中化の程度によって左右される。橋梁に関する情報を有効に働かせるため、従来からの記録、カード・レジスター、マイクロフィルムおよび電子データ処理装置（DEP）を利用することができる。最も適したシステムは、各々のシステム構成要素の長所を組合せたシステムである。

橋梁に関する情報管理システムの改善に有効と考えられる方法は、次の通りである。

- 1) データを組織的に収集するとともに、これらを最新技術を取入れて更新すること
- 2) 橋梁の評価に必要な、計画、設計および施工関係書類（基本的な書類）の保存
- 3) 橋梁点検結果および橋梁の歴史に関係のある他の情報の保存体制の確立
- 4) 中央レベルでの膨大な量の情報処理とデータの更新のための、DEPの導入
- 5) なるべく簡単に、実情に則した考え方に基ついてDEPシステムの目的および目標を限定する。
- 6) あらゆる橋梁関係情報管理システムの主力としての、カード・レジスターの使用
- 7) 膨大な量の情報の保存および取扱いを便利にし、最初の記録を紛失または破棄から救うための、マイクロフィルムの使用
- 8) 長大橋梁と、可動橋など特殊な装置を持つ橋梁との取り扱いを分離する。

VII.6 接近手段

橋梁の点検は、効果的で、安全で、かつ便利な接近手段を設けて、作業の便をはかる。これらは目視点検を拡張したものであり、橋梁に組込まれた足場を使う場合、エレベーター等動く範囲が限定される装置を使う場合、さらに自走式の点検装置を使う場合等がある。自走式の点検装置としては (a) 橋梁の下で行なう場合（トラベラー）、(b) 地上、船上から行なう場合（吊上げ装置）、(c) 橋梁の版版上から行なう場合（スノーバー等）がある。水中部分の点検には、水中カメラまたは水中テレビカメラも有効である。

多くの場合、接近手段の問題は、橋体にあらかじめ装置を組込むことが可能となるときは、設計段階において最も効果的に解決することができる。

接近手段に関する次の一般的傾向は、橋梁点検装置のタイプに関する決定を下す際に役立つものと思われる。

- 1) 恒久的に取付けるトラベラーの費用は、多くの場合、橋梁の床版上から操作する、トラックの上に載せた橋梁点検装置の費用とはほぼ同じほど高価である。
- 2) トラックの上に載せた橋梁点検装置の作業能力は、一般に極めて良いが、点検作業中橋梁の交通を妨げることがある。
- 3) 比較的有效な手段の1つは、橋梁床版の幅および厚さに応じて調節でき、しかも交通をあまり妨げない、フレーム構造のトラベラーである。この装置は、1つの橋梁から他の橋梁へと移動することができる。
- 4) また、装置に対して要求される安全性も重視しなければならない。

このように、「全目的」または「万能」点検装置として役立つ装置は、入手できないと結論するこ

とができる。最も適切な解決策は、各種の接近手段を適当に組合せたものを使用することである。

VII.7 評価技術と装置

橋梁の設計、施工ならびに材料に関する科学技術の急速な発展に伴い、橋梁の点検に対してより進歩した評価技術および装置を適用する必要性が、ますます高まりつつある。橋梁の安全性および使用性に関する信頼できる知識を得るため、確認された評価技術および装置を使用しなければならない。これらの技術および装置は、高度で信頼できる方法ではあるが、高価で長時間要するものもある。このため、各種の方法を比較することは有益である。

現在の技術水準では、下記の器具が、橋梁の評価に関する必要性を十分に満たすと共に、最小限度の目標であると考えられることができる。

- 1) 第VI.2節で述べた標準点検器具
- 2) コンクリートの強度の評価に使用するリバウンド・ハンマー（シュミットハンマー）
- 3) コンクリートの被りの厚さ測定および鉄筋の位置を把握するのに使用する鉄筋探知器
- 4) 鋼部材の亀裂の発見および位置を決めるのに使用する、音響亀裂探知器および磁気亀裂探知器または染料浸透法
- 5) ケーブルまたはワイヤーの破損部分の発見に用いる、Foucault電流の原理に基づいた誘導磁気測定装置または音響探査法
- 6) 測量器機、傾斜計、または移動の評価に用いる機械式装置
- 7) 伸びの測定に用いる機械式伸び計
- 8) 油圧装置、圧力変換装置、または作用力もしくは圧力の測定に用いるロード・セル

上に述べた技術および装置は、ほとんどの場合、主要点検の要求を満足させることができる。また、主要点検における特別な問題を評価するための方法および特別点検で用いる方法として有望と思われるものについて次下に述べておく。

- 1) 鉄筋コンクリート部材、またはプレストレスト・コンクリート部材の評価および鋼の亀裂の発見に用いるエックス線写真法
- 2) コンクリートの品質の評価および鋼の亀裂の発見に用いる超音波測定法（特に教育を受けた要員が必要である）
- 3) 伸びの測定に用いる計器（これには比較的多額の費用が必要である）
- 4) 鉄筋コンクリート部材およびプレストレスト・コンクリート部材の鋼材の腐食の評価に用いる半電池電位測定法（品質的な情報のみが得られる）
- 5) 防水層の状態の評価に用いる電気抵抗測定法

VII.8 研 究

今後の研究についての勧告事項は、第VIII章でより詳しく述べる。

第Ⅷ章 研究の必要性

Ⅷ.1 序 論

道路構造物の機能および耐荷力の維持、または向上の必要性から、すべての道路管理者による定期的、効果的な点検がのぞまれることは、前述の章から見て明らかである。現時点では、目視による点検に大きな信頼を置かなければならない。この点検は、経験を積んだ検査員および技術者による判定によって補われるならば、かなりの効果をあげることができるが、しかし欠陥が肉眼で見えない場合は、これらの処理に制限を受けることは明らかである。供用中の橋梁の数は増加しつつある。特にここ25年間にわたって道路の建設が急速に進められた結果、橋梁の数も大幅に増加した。そして早い時期に建設されたものがすでに広範囲にわたる質の低下の徴候を示していることから見て、迅速で、具体的な、広範囲にわたる点検方法の確立が必要となりつつある。幾つかの地域では、大規模な鋼部材の疲労またはコンクリートの劣化など、特定の欠陥の発生を経験しており、これらの事態によって、点検設備を緊急に備える必要が生じた。さらに、点検方法が交通の流れを妨げるおそれがあるため、点検のスピードアップの必要性も重視されている。場合によっては、検査を行う人々と交通の安全を保障するため欠陥のある場所から離れた位置で点検を行う必要がある。また、研究によって点検を促進させ向上させるためのもう1つの方法は、すべての点検評価方法の精度を高めることである。こうして、見えない欠陥を初期の段階で発見することができ、広い範囲にわたって劣化の進行を防止し、補修工事を施すことができるようになる。

この報告書では、供用中に生じる欠陥の発見および監視技術の向上に重点が置かれており施工時点の品質向上および品質保障の技術については、ここではふれないことにする。しかしながら検査という面からはこれら2つの要素が互に深い関係をもっているといえよう。そして、おそらくこれらの関係づけが実際上十分なされているとはいえない場合が多いことは一般に認められている。以下の各節は、これらの背景を考慮した上で、今後の研究によって改善できると思われる橋梁点検の各分野を指適するための試みである。

Ⅷ.2 欠陥の検出方法

Ⅷ.2.1 適用可能な非破壊検査技術の検討と改良

点検技術の現状についての調査結果は、すでに第Ⅵ章で述べた。この調査の延長として、最も有望でかつ実際に実行できると思われる方法を指適するため、さまざまな技術を批判的に検討することにする。次の各項は、最も成果を挙げると推定される分野について述べたものである。

i) 目視による技術 この形式の検査の信頼性を高めるためには、一方において、観察が鋭いこと、色彩感覚にすぐれていること、観察者が疲労していないこと、報告記録用図面が正確であること等が重要になる。また、他方においては、目視点検の方法が、オブチカル・ボアスコープ（銃口などを調べる眼鏡の一種）、ファイバー・オブチックおよび接近できない表面を見るための小型TVカメラの使用によって、より多様な目的に応用できるようになることに注目しなければならない。表面に光点を走査させ、反射光の変化を自動分析することも、表面にある欠陥の地図を描くの役に立つことがある。レーザー光線自記技術に関する最近の開発によって、欠陥部のまわりの応力のみだれ

のような、表面の微細な動きを発見することができるようになり、レーザー干渉技術も、振幅が1オングストローム以下の振動を発見できる程度にまで開発されている。しかしながら、このような特殊な技術を応用しようとすれば費用的にはかなり高くつくことになる。

ii) 電子、磁気、放射線を用いた技術—これらを用いた肉眼による検査には、電子磁気スペクトルの中の人間の目に感じることでできる小さな範囲に使用する。第Ⅵ章で述べたように、目視以外の形式の放射線技術を用いることによりさらに多くの試験を行なうことができる。赤外線および紫外線を用いた点検技術はあまり開発されていないが、他の技術分野では、表面直下のはく離、結合の完全性、壁の厚さおよび局所的な腐食の確認等に広く利用されている。非金属物質の表面の被覆は、赤外線または紫外線スペクトルの各部分での吸収および反射の差を観察して、その厚さまたは組成の変化を検査することができる。また赤外線写真技術を用いたコンクリートの吸収特性の評価も試験的に行われている。スペクトルの中で波長の短いエックス線およびガンマー線は、おそらく構造物の深い部分の特性の評価に対する唯一の効果的な手段となるものと思われる。これらの放射線は、貫通できるコンクリートの厚さに限界があること、放射線写真ができるのに長時間かかること、試験の費用が高価であること、そして人体に危害を及ぼす可能性があること等、幾つかの欠点があるため開発が遅れている。ベータatron型の可搬式エックス線発生装置に関して新しい開発がなされたので、最近この装置の利用範囲が広がったが、しかしこの技術は、依然として全般的な点検方法というよりも、むしろ欠陥の疑いのある特定の部分の精密検査に限られている。エックス線装置は、放射線出力が高い場合、ガンマー線アイソトープ発生装置に比べて、より鮮明な映像が得られ、そして露出時間も短くてよいので、現在、小型で軽量のエックス線装置の開発が行われている。今後さらに研究する価値があると思われる技術の1つに、パルス形エックス線装置の使用がある、と言うのは、この装置によって、50nsで放射線写真映像を作る能力のある強烈なエックス線照射を行なうことができるため、動的な状態での放射線写真をとる必要がある多くの分野にわたりこれを応用することができるからである。波長10mmの超短波放射線も、不導体物質内のきずを検査できる可能性をもたらすが、水がこの波長域で電氣的な、2極レラクセーション(Dipole Relaxation)を示すことから、現在までのところ主として含水比の測定に使用されている。

iii) 核放射線を用いた技術—中性子ビームが放射線写真用として使われており、そしてこれらのビームは、吸収特性が極めて異なっているという点で、エックス線およびガンマー線に対する補助的な放射線として役立つ。陽子ビームも、放射線写真技術にとって有効な粒子供給源として役立つ。この陽子の減衰性は、興味ある特徴の1つで、減衰レンジの終わり近くまでは減衰値が極めて低いが、終わりに近づいた時点で急激に高くなる。この範囲がサンプルの平均厚さと一致するように陽子ビームを調節することによって、サンプルの密度の変化や、サンプルに含まれている微細な空洞を示す、すぐれた感度の地図を得ることができる。陽電子が物質を貫通するために、これを用いて疲労による局所的な破壊がひろがっていく状況など、一般的物性の評価を行なっていく上に明るい見通しをもたらしている。放射能を利用した技術としてすでに開発されつつあるものに、施工中のPCグラウトの均一性を調べるための、放射性同位元素の使用がある。

iv) 音響および超音波を用いた技術—音響の分野で、構造物の状態のかなり大ざっぱな評価ができる可能性がある。これは、欠陥が存在するとき、共振周波数がわずかに変化する現象や、短くて、鋭い衝撃によって誘発されるパルス・エネルギー・スペクトルの内容が変化する現象に基づいたものである。音の

周波数では方向性がない。従って大きな構造物について異常の有無を発見するための予備作業として用いることが考えられる。第Ⅵ章で述べたように、超音波試験は、一般にパルス速度を測定する形で広く使用されており、時おりパルスの減衰および反射の測定も行なわれている。しかし、この技術をコンクリート構造物に適用する場合は、幾つかの問題が生じる。その1つに鉄筋の存在によってパルス速度が、大きな値になるという問題がある。超音波の伝達距離の測定と端子の配置は、近くに対象外の部材や構造物がある場合、やっかいな問題になる。さらに、調査結果も、コンクリートの組成、締固め度および硬化度によって左右されるので、その解釈が複雑となる。欠陥の位置を探し出すための超音波技術は、十分に信頼できるが、しかし欠陥の程度や大きさを決める技術はまだ幼稚なものであり、かなり慎重に取組む必要がある。この技術は、もし端子がコンクリートの表面全体にわたって走査され、そしてパルス速度が連続函数として記録されることができるようになるならば、著しく改善されることになる。将来見込みのある、しかも高度な立体的解決が得られる超音波自記技術および超音波映像技術の適用は、十分開発する価値がある。

しかしこれらの技術を一般の現場で適用できる見通しは、はるかに程遠いものであることを認めなければならない。

v) 定期的な監視—橋梁など、大型でかつ複雑な構造物の場合、欠陥および劣化部分の発見が困難であることは認めなければならない。しかしながら、もしその特性を定期的、連続的に監視すれば、構造物の特性の大きな変化は発見できる見込みがある。これを行うには2つの方法がある。1つは、構造物内部で発生する音響を使用する方法で、もう1つは、構造物に、ある標準的な荷重を載荷し、構造物の主要素がどのような応答を示すかを定期的に調査することである。構造物内部で発生する音響を利用する技術は、亀裂が進行するとき、結合部がゆるんだりすべったりするとき、構造物部材が破損するときおよび塑性変形をしながら狂いが蓄積されるとき生じる超音波破裂音をつかまえようとするものである。進行しているきずだけがその存在を知らせる音を発するので、この技術によって、橋梁に生じつつある事態を継続的に知るための監視が可能になる見通しが与えられる。発生する音とその原因との関係により、発生する信号が複雑な性質のものであるため、この技術の適用は限定されたものとなる。定期的に荷重を載荷する方法によれば、構造物の劣化変状を、構造物の外観に依存せずに、定量的な変化によって追跡することができる。したがって載荷試験は供用開始前から行なう必要がある。この項で述べている事柄は、主として交通の支障にならず、人力および装置を大量に用いることなく、定期的な監視を行う方法に関するものである。

vi) 組合せによる方法—材料強度の評価は、超音波伝播速度測定法とシュミット・ハンマーの使用など、幾つかの技術を組合せることによってその正確さを高めることができる。試験方法を組合せることによって、非破壊試験と、コンクリートの強度との関係を変えるコンクリートの材料や、湿潤程度等のパラメーターを除くことができる。

これら評価方法の組合せで有益なものは、さらに開発する価値がある。

vii) 検査および試験結果の統計処理—この分野は、さらに細かく検討する必要がある。個々の測定を、独自のものでかつ決定論的なものであると見なす伝統的な傾向があるが、しかし実際には、個々の測定結果は、同じ現象の説明に使用できる1つの測定範囲に入るものである。これらの現象の性質およびその可変性をより良く理解するためには、統計推測の方法を用いることができる。

Ⅷ.2.2 部分的な破壊検査技術

他の方法では得ることのできない構造物の状態に関する情報を得るため、構造物に限られた範囲の欠損をえる試験を行う場合がある。このような試験は、単独で、または各種の非破壊検査法と組合せて使用されることがある。硬さ試験、すなわち表面に対する衝撃試験など一部の試験は、わずかな欠損を与えることがあるが、これらの試験は、実際上非破壊検査の部類に属している。しかしながら、部分的な破壊試験を鋼材に対して行う場合は、疲労に敏感な切欠きが生じるおそれがあるため、ある程度注意しなければならない。コンクリート構造物の場合は、限られた範囲でコアを取出す場合がある。普通の大きさである約 150 mm 直径のコアを取ることは、信頼できる構造解析に基づいて問題のない場所を選ばない限り、構造物の強度に悪影響を及ぼすことがある。しかしながら、50 mm 以下のコアをドリルで採取することは、鉄筋またはケーブルを傷つけないかぎり、価値があることもある。コンクリート内部の強度の評価に用いるこれらのコアの価値は、疑わしいものではあるが、これらのコアによって、コンクリートの物理的な状態および有害な化学物質の含有量等について明らかにできることがある。残っている穴は、直接観察するために用いられ、振動源や放射線源を設置するための手がかりとして、その後の検査に用いることができる。

一部を破壊する各種の試験技術をさらに研究することは、その実用価値の範囲を確立させる意味で望ましいことである。

Ⅷ.3 特殊な構造的欠陥

前述の第Ⅷ.2 節では、検査に役立つ技術に関して得られる可能性のある技術の改善について簡単な検討を行った。これらの技術は特定の損傷を発見し監視する場合に実際に必要となるものである。橋梁が受ける損傷のうち、特に重要なものは次の通りである。

Ⅷ.3.1 腐食と破損に関する PC ケーブルの状況

この問題については、2 つの分野がある。1 つは、PC ケーブルの健全性および作用引張力に対する強度である。PC ケーブルの引張抵抗力は、腐食や折れ曲りによって次第に損われてゆくので、構造物の安全性が損われる前に、どの程度 PC ケーブルの抵抗力が損われたかを評価することが肝要である。PC ケーブルが腐食した実例、そして一部ではあるが破断した実例はすでに良く知られている。これらはまれなことであるが、現代の構造物の重要な要素である安全性を損うことになり、非常に大きな影響をもたらすことになる。そこで、PC ケーブルの状態について適格な保障を与えるための検査を可能にするための技術が必要となる。点検を必要とするもう 1 つの分野は、一般にシースの中で PC ケーブルをつつみ、空けきを埋め、ケーブルを腐食から保護しているセメント・グラウトへの応用である。ケーブルとグラウトの一体性を調べるため、限られたごく一部のケースで放射線写真法が応用されているが、一般にこの技術は、欠陥が発見された後またはその疑いがある場合に用いられている。この方法は長い時間を要し、しかも場合によっては実施が困難である。このため、より迅速で簡単に実施できる方法がのぞまれる。

Ⅷ.3.2 プレストレストコンクリート橋の応力

施工の過程で適切なひずみゲージおよび熱電対によって、構造物が広範囲にわたって計測されていない限り、使用中のプレストレストコンクリート橋内部で有効に働いている、ひずみおよび応力の状態に関する正確な指標を得ることは事実上不可能である。理想的には、PC ケーブルの応力および

コンクリートの幾つかの部分での応力又は、ひずみの分布を直接測定することを、今後の研究目標とすべきである。一般に、最初に現われるトラブルは、コンクリートの表面に発生するひび割れである。これらのひび割れの発達の経過を連続的に図に記入することが、問題となるひび割れの原因および発達の程度について価値ある情報をもたらすことがしばしばある。しかしながら、技術者は、構造物の全般的な安全性および補修方法の範囲について、かなり不確実な状態におかれている。極端な場合には、これらの方法として構造物のとりこわしを含むことがある。現地での測定を試みたとき、温度、クリープ、乾燥収縮など、幾つかの異なった応力成分が重力による応力といっしょになってあらわれることによって問題が一層複雑になる。これらの成分を分離するために利用できる技術はあるが、これらは複雑であり、構造物に加わる荷重および構造物の施工過程に関する情報が不十分なため、特定のケースへの適要がむづかしいことが多い。

Ⅷ.3.3 過酷な環境における鉄筋およびコンクリートの状況

一般に上部構造物にとって過酷と考えられる環境には、凍結融解剤、高い湿度および霜の作用の各種の組合せがある。基礎に関しては、硫化物を多く含むような、侵食性の地下水によって生じる、より切実な問題がある。橋梁の床版の劣化は、實際上最も重要な問題で、環境条件および交通事情が最もきびしい合衆国などでは、これに要する費用が、維持および補修による支出の大部分を占めている。最近の設計および施工技術の向上によって、防水層が広く使用されるようになった。またコンクリートの耐久性に大きな関心が寄せられた結果、数々の改善がなされたが、なお現在供用されている床版のかなり多くのものが危険な状態にある。危険な状態は主に次の2つである。1つは鉄筋の腐食であり、もう1つはコンクリートの崩壊である。広範囲にわたる損傷が明らかとなり、そしてかなりの補修が必要になる前に、これらの要因によるコンクリートの劣化、損傷状態の程度をより正確に示す指標が得られるように、床版の損傷と点検に関する技術を向上させる必要がある。腐食状態を表示するための、半電池電位測定法についてはすでに言及したが、しかしこの技術は、すでに発生している腐食の量およびある特定の部分で進行している腐食の速度に関する信頼できる指標を与えるとは考えられていない。

Ⅷ.3.4 吊橋および斜張橋でのアイバーおよびケーブルの状況

これらの部材は、構造物の全般的な安全性に関して重要な構成要素である。吊橋である Point Pleasant 橋の崩壊では、点検で発見できない微細な亀裂が悲惨な事故をもたらす原因となったことは、すでに述べた。この事件の場合、損傷は吊チェーンのアイ・バー内部に生じていた約2mm長さの応力腐食による亀裂であった。現在の点検技術では、橋梁を取り外すことなくこれらの亀裂を発見できるかどうかは疑問である。吊橋用マルチ・ストランド・ケーブルに1つぐらい同様な傷があっても、このような悲惨な事故を直接引き起こす原因になることはあり得ないことである。しかしながら、これら幾つかの傷が、不幸にも1本のケーブルに何箇所も同時に存在したということが、重大な結果を招いたわけである。これらの損傷の発見に渦電流（誘導一磁気測定技術）を使用することは、第Ⅵ章ですでに述べた。渦電流の技術およびさらに高い信頼性のある他の技術の開発の必要性についても、前記の章で言及した。

Ⅷ.3.5 溶接された鋼構造物の疲労破壊の可能性の評価

疲労による亀裂を発見する方法については、第Ⅵ章で詳しく述べた。亀裂の発生と共に、かなりの程度の使用に耐えられない状態が現われていることがある。そこで亀裂が発見されたならば、より重大な結果を

避けるためただちに広範囲にわたる測定を実施する場合がある。長いこと構造物の疲労が進行している状態を早い時点で示す指標を与える方法がのぞまれていた。しかし現在でも、評価の対象部材に生じる可能性のある応力スペクトルを計算し、その部材と同様な荷重を受けた状態の下で同じ材料の試験片を用いた室内実験を行い、試験片に対する応力スペクトルの影響の評価を通じて、間接的に対象部材の疲労に関する評価ができるに過ぎない。この方法によっては、正確な評価は得られないため、ある程度以上のレベルでのより正確な疲労寿命の予測に関して各種の方法が試みられてきた。その中には構造物の残留応力の状態をより正確に決定する方法も含まれる。この方法のみが、疲労による危険性の評価方法を効果的に向上させるものと考えられる。しかしながら、疲労破壊の起こりそうな部材にとりつけ、適当な間隔で点検することができる疲労表示計に関する研究もある。

Ⅷ.3.6 特定の計測成分の問題に関する研究

通常、この問題は、その成分に関する研究手法がむずかしかったり、成分自体の特性が理由で提起される。これらの問題を克服する一部の方法については、第Ⅷ.2.1節で述べたが、次のような問題は特に考えてみる必要がある。たとえば、やむをえない事情から、結果の解釈という点から見て、好ましくないことがわかりながら超音波検査用の端子を配置しなければならないことが時おりある。このことは、橋梁点検という用途に対する各成分毎の特殊な研究が必要であることを示すものであり、その結果得た技術で補うことによって、検査方法を効果的なものにすることができる。

Ⅷ.3.7 破壊に対する強度を判定するための非破壊検査

品質の良否に直接関係のある材料特性を測定することがいかに困難であるかは、すでに述べた通りである。ほとんどの場合で考えられることは、部材の耐力を直接測定することである。しかしながら、この測定は、その部材を破壊することによってのみ可能である。この最終的な試験が行えない以上、耐力を評価する方法は、必然的にこれと関係のある特性を測定するという方法に訴えなければならない。技術の改善に関する第Ⅷ.2.1節の論議は、そのすべてがこの相関々係の改善に関係がある。改善を最も必要とする分野は、硬さとの相関々係を通じての、破壊に対する耐力の非破壊試験方法による評価に関する分野である。

Ⅷ.3.8 基礎の健全性

支持部の異常な動きが認められた場合は、常に基礎の健全性が問題となる。技術者が傾向を評価するため自由に使える唯一の方法は、測定した動きと時間との関係をみることである。この評価は、多分に主観的なもので、多くの場合何が予想されるかと言うよりも、むしろ何が起こったかの説明になる。このため、今後の動きに対する傾向を、より直接に、かつ正確に予想する技術が要求される。

Ⅷ.4 周囲の状況の調査

この章の前節ですでに述べたように、現在の科学技術では、検査および測定によって構造物の信頼できる正確な評価を得ることは困難である。このような事情においては、その構造物が受ける周囲の状況の評価に頼らざるを得ないが、これらの状況のうち特に目立ったものは、荷重の状態および環境である。一般に、重力による荷重は、構造物の大きさおよび交通量の調査を基にして評価することができる。後者の正確さは一般にあまり高くないが、概略的な評価のためには十分である。一般的な環境条件のある面については、温度および湿度によって数的に示すことができるが、他の面では

より専門的な調査を必要とするものがある。例えば、コンクリート床版を支持する鋼げたの腐食または防蝕の場合のように、限られた範囲の環境による影響が重要である場合がこれに相当する。この支持げたのような状況は、完全に露出したサンプルが通常置かれる状況とは完全に異なっている。これらのけたは、雨に洗われることがなく、そして紫外線を受けるおそれもない。従って、これらは、長期間にわたって湿った状態にあり、腐食性の化学物質が雨によって洗い流されずに蓄積していることがある。このような状況を十分に理解し点検班がこれらのけたの有効な測定に利用できる装置を備えていることが肝要である。

ここに述べたことは、構造物の各要素に対する表面の状態に関するものである。コンクリート部材の場合は、コンクリート中に存在する水分およびそこに溶け込んでいる成分の量が、コンクリートを取巻く環境および外部からの作用によって、どのような影響を受けるかを評価することの必要性がますます高まりつつある。

VII.5 点検による情報の収集と利用

データ・バンクは、点検および保守作業の管理を助ける方法の1つとして、最近ますます利用されつつある。これに適した方式については、第IV章ですでに述べた。しかしながら、各種のレベルの点検作業があり、このために適切な情報を引き出して使うことが必要になるが、データバンクとしてどのような形および規模が最も適切であるかについては、かなり不明確な点がある。基本的な条件として、一方ではその方式が適当な量の情報を記録できることを保障することであり、他方では、その方式が簡単で使いやすいというごく平凡な内容になる。ここで必要な研究は、実的な研究である。実際の使用を考えてシステム研究やデータ処理用の器械に関する研究を進めていくことは有益なことである。

上記のデータ・バンクは、保守に対して直接責任を負っている中央組織および各地方の組織にとって価値あるものである。さらに、外国の事例も含めた広い範囲の落橋事故についての目録ファイルを保存する必要がある。これらのファイルを作成するには、かなり困難な問題がある。すなわち事故に関する情報は、事故によって生じた損害補償問題に直接影響を与える上、国家的な威信の失墜を招き、国際的な競争力を弱める結果になる場合がある。このため、崩壊場面から正確な情報を得ることおよびこれらを破損の原因に結び付けることが困難である場合が多い。また、橋梁の劣化を事故の直接的原因と区別することが困難であることも理解しなければならない。それにも拘らずこれらのファイルが作成されれば、橋梁が使用に耐えられなくなる限界と、橋梁の崩壊、とを結びつけるものとして橋梁の点検および維持管理に担わる組織にとってはその価値は、かなり大きなものとなる。また、これらの情報が常に過去の事情および資料に関するものであり、将来経験しないかも知れないという欠点はあるが、適切な情報を選んで記録する限り、この欠点を十分カバーすることができる。

VII.6 点検による情報の分析

構造物の強度を部材を破壊することなく直接評価する方法がないため、点検から得た情報およびその点検を補う計器による測定結果の解釈がむずかしくなることは、どうしても避けることができない。次の事柄は、このような事態を改善するため、将来研究しなければならない問題の一部を挙げたものである。

i) 例えば、亀裂の幅、変位、それに振動に関する標準的な限界値など、使用性に関する改善された基準の確立

ii) 発見できる欠陥と、部材および構造物の耐力との相関々係

iii) 検査の結果と結び付いた適切な処置に関する勧告

iv) 設計者が理想として描いたり、計画したりした構造物ではなく、現実の状態の構造物に対する構造解析方法の適用

VIII.7 点検作業に関する研究

点検で得た情報の収集および利用を推進するため、そしてこの情報を道路管理者の必要性に密接に結び付けるための必要となる点検作業に関する分野の研究については、第VIII.5節で述べた。ここでは点検作業に関して有益な、2つの分野の研究を指適することができる。これらは、点検のための接近手段、ならびに点検および維持管理作業の経済性の2つである。

VIII.7.1 接近手段

橋梁のさまざまな部分に近づくための装置については、第V章でかなり多くの種類のものについて述べた。そこでの意見は、あらゆる場合の必要性や用途に対処できる接近手段は存在しない、ということであった。これは汎用的な接近手段に関しては互に矛盾した要求が存在し、構造物および作業員の安全性や費用面の制限から、実際の使用目的が限られたものとなるためである。したがって、点検方針および装置の購入について基本的な指針を与えるための点検作業の研究は、実りある分野であると思われる。第V章の表2から見て、個々の道路管理者が、実施する点検作業および維持管理作業に必要な範囲内で、各種の装置の利点を評価する機会がほとんどないことは明らかである。

VIII.7.2 点検および維持管理の経済的側面

ここでの問題は、点検の頻度、維持管理に要する費用およびその結果を生じる大小の補修費用との間の最適バランス、すなわち最小ライフ・サイクル総費用を達成することである。極端な場合では、損傷した所を補修する作業が、正規の点検に代るものと見なされることがある。橋梁点検を伴わないで、損傷のみを補修していく方針は、一般交通に対して容認できない危険を与えるという理由で、道路橋の主要部材に対して認めがたい方針である。しかしながら、点検の範囲および頻度は選択にまかせるものであり、これらは、第VIII.6.(i)項で述べた使用性に対する基準と結び付ける必要がある。

VIII.8 要 約

下記の各項は、橋梁の点検方法に関して必要な研究分野を指適したものである。

- 1) 橋梁の特定の欠陥を指摘するため利用できる、非破壊検査方法およびその適用に関する検討
- 2) 定期的な監視、結果の統計的手法による評価および部分的な破壊試験の使用
- 3) PCケーブルの状態を検査できる技術の開発に、最優先順位を与えるべきである。検査の改善を必要とする事柄としては、他にプレストレスト・コンクリート内部における応力またはひずみの異常分布、コンクリート内部の鉄筋の状態、吊橋および斜張橋のアイ・バーおよびケーブルの状態、溶接鋼構造部材の疲労、強度の非破壊検査による評価ならびに基礎の健全性の検査方法がある。
- 4) 橋梁に悪影響を与える環境条件の発見
- 5) 橋梁の点検で得た情報の収集、更新および解釈

6) 接近方法等作業面の研究, ならびに橋梁の点検および維持管理作業の経済性に関する研究。

参 考 文 献

- (1) Mathieu, H., "Manuel sur la Sécurité des Structures - Concept général, charges et actions", ECC Bulletin, Nos. 106/107, January - February 1975.
- (2) OECD, "Waterproofing of concrete bridge decks", Paris, July 1972.
- (3) Prost, J., "L'auscultation dynamique des structures. Son application à la pathologie des ouvrages d'art." Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, No. 72, Ref. 1530, p. 145, July - August 1974.
- (4) Carracilli, J., "Auscultation dynamique des pieux par transperance", Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, No. 72, Ref. 1494, p. 119, July - August 1974.
- (5) Stratfull, R.F., Van Matre, V., "Corrosion autopsy of a structurally unsound bridge deck", State of California, Department of Public Works, Division of Highways Highway Research Reports CA-Hy-MR-5116-8-72-41.
- (6) Gourmelon, J.-P. "Méthode de contrôle de câbles de ponts suspendus", Journées AFPC (Association Française des Ponts et Charpentes), 22nd - 23rd April, 1974.
- (7) Leone, A., McGogney, C.H., and Barton, J.R., "A new system for inspecting steel bridges for fatigue cracks", Public Roads, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Vol. 37/No. 8, March 1974.
- (8) Diruy, M., "Extensomètre à réseaux type LCPC", Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, No. 64, Inf. 1232, March - April 1973.
- (9) Bray, F.H., Fitz III, H.H., "Development and qualification of a magnetic technique for the nondestructive measurement of residual stress in CH 147A rotor blade spars", presented at the 29th annual national Forum of the American Helicopter Society, Washington, D.C., May 1973.
- (10) Santa Lucia, D., Lyon, L.R., "Mesures de contraintes internes par la méthode de libération", Ministère de l'aménagement du territoire de l'équipement et de transport, laboratoire central des pont et chaussées. Rapport général d'activités 1973, p. 141.
- (11) Interkama Schnelldienst, 1st October, 1971.
- (12) Spellmann, D.L., Stratfull, R.F., Trimble, R.R., "An electrical method for evaluating bridge deck coatings", State of California, Department of Public Works, Division of Highways, Highway Research Report No. M & R 635116 - 5.
- (13) Ministère de l'Équipement, Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Centre d'Études Techniques de l'Équipement de Lyon, "Défaillances et réparations des ouvrages d'art", Journée d'information, Lyon, October 1973.
- (14) Clear, K., "Permanent Bridge Deck Repair", Public Roads. A Journal of highway research and development, September, 1975, Vol. 39/No. 2, page 53 ff.
- (15) Schall, W.E., "Non-destructive testing", Machinery Publishing Co., London, 1968.
- (16) Jones, R., "Non-destructive Testing of Concrete", Cambridge University Press, 1962.

付 録 A

全国的な橋梁点検計画を実施している国のリスト

ベルギー、
フィンランド、
フランス、
ドイツ、
イタリア、
日本、
オランダ、
ノルウェー、
スペイン、
スエーデン、
スイス、
イギリス、
アメリカ。

ベルギー

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央-中央機関としての橋梁点検業務はない。しかしながら、若干の取締規則はあり、そして道路および水路当局など、橋梁管理の責任を負う各種機関に対して、指導要綱が出されている。
2. 地区（道路および水路当局）一個々の地区機関が、管理および保守業務を行う。この業務は、技術者を長とし、そして熟練工を補佐として各地区単位に細かく分かれている。この補佐の下には、管理員および監視員がいてこれを補佐する。

3. 点検の頻度

- (a) レベル測定による構造的な安定性の目視検査および確認：年1回。
- (b) 欠陥および異常な徴候を示した橋梁に対しては、定期点検を実施し、もし必要な場合は中央橋梁局の協力をおおぐ。

B. 行政機関

1. 個々の機関が、必要に応じて橋梁の点検計画を立てる。
2. 個々の機関には“維持管理”予算があり、これは、道路および水路全体に対する予算の一部である。

方法および管理

A. 点検実施組織

欠陥または質の低下が認められた場合、当局は、必要な補修作業を行う。もし必要である場合は、このような検査を専門とする、中央橋梁局の第二部の援助を求めるか、またはその場合次第で、橋梁設計局の専門業務課、もしくは地質工学部または地形部あるいは各道路当局などの専門業務部の援助

を求める。

B. 教育訓練

管理に対する業務上の責任：職員については上記A.2 参照のこと。

橋梁局第二部：この事務所には、橋梁の点検および測定器機による検査作業を担当する技術者、熟練者、管理職員、および検査作業専門職がいる。この事務所は、数多くの点検用器機を取扱い、そしてもし必要な場合は、大学の専門機関に協力を求める。

C. 点検関係財政

橋梁の数：3,190（鋼橋は741）、このうち1875が、水路を横切る、径間5 mまたはこれ以上のものである。この数字には、地区または地方の橋梁は含まれていない。

点検費：説明は省く。最初の概算見積りによると、大きな点検（足場を使った）の場合で、平均10万ベルギー・フラン程度。

保守費：年間1億5,000万ベルギー・フラン。この数字は高いが、これは、当時多くの橋梁の伸縮継手が組織的に交換されていたためである。

注：1966～1974年にかけて、橋梁局は166の橋梁の点検を実施した。そのほとんどが、わずかの質の低下を発見したのみであった。

フィンランド

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央公共道路・水路委員会に関する法案が審理中で、報告書“橋梁およびフェリーの保守”が、作業の協調を図り、そして各地区を援助する。

2. 地方機関

a) 各地区部門が、点検および保守に対する責任を負う

b) 点検の頻度および種類：

- 道路保守作業員による連続した点検
- 年間点検。
- 橋梁の種類に従って、2年、3年または5年ごとに実施する完全点検
- 鋼橋または複雑な構造の橋梁に対して実施する特別点検

B. 行政機関

1. 中央一点検作業の協調を図り、特殊な点検に対して援助する。
2. 地方一各地区部門が責任を負い、検査員は、地区の橋梁技術者の監督の下に働く。
3. 橋梁台帳一各地区部門および公共道路；水路国家委員会で記録する。
4. 財政一各地区部門が決定する。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 中央一橋梁部の下にあったが、その後維持管理部の下に移管された。橋梁建設局がこれを援助する。
2. 地方一橋梁技術者の下にあったが、その後維持管理事務所の下に移管された。
3. チームの構成
 - a) 1から5名：装置は一般に使われているもの。連邦機関が、点検専用車を購入する。鋼橋

の一部には、移動台車が組込まれている。他の特殊装置は組込まれていない。

b) 専門家は、中央局が派遣する。

B. 教育訓練

職業教育は行っていない。

C. 点検結果の利用

中央: 道路等級の決定、保守および架け替え計画の立案に利用する。

地方: 中央と同じ

報告書提出: 各地区部門は、橋梁局に点検報告書を提出する。

D. 点検関係財政

点検費: 年間20万ドル、または年間1橋当たり20ドル

現在の橋梁の価値: 7億ドル、橋梁の数: 10,000基

補修費: 年間1橋当たり25ドル。

特記事項

次の理由で、保守費用が少なくてすむ。

1. 橋梁のほとんどが比較的新らしい。
2. 小さな欠陥は補修しない。
3. 古い橋梁を新しく架け替えた。また、10,000橋のうち、50mを越える主径間を持ち、そして長さが100mを越えるものがわずかに183橋であることを述べておく。

フランス

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央一国道は、“道路・交通局機関”の権限の下に管理され、そして他の道路は、すべての地方当局を統轄している省の責任の下に置かれている。一部の構造物が水路を横切っており、そして港湾の中にあるほとんどの構造物が、港湾・水路局機関の管理下にある。各機関は、構造物の管理または点検に対する直接責任を負わない。各省は、各々の管理下にある構造物を対象とした指導指針を出している。現在ある唯一の法規は、道路・交通局機関によって出されたもので、国道の構造物に適用される。これらの法規は、S. E. R. O. ファイル70（橋梁の監督、維持および補修、1970年）に示されている。

2. 各省一国道々路網および地方の道路網の建設、維持および管理に対する主な責任は、各省（地方の公共事業局機関）にある。一部の交通量の多い道路、地方の事業も、これらの機関の責任下にある。

3. 点検の頻度

- a) 概略点検: 原則として毎年
- b) 詳細点検: 5年ごと

B. 政策

1. 中央一幾つかの技術サービス機関があり、これらは各省の橋梁計画立案を援助する。the-Service D' Etudes Techniques Routes et Autoroutes (SETRA), the Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L. C. P. C.), ならびに7つの地区の Centres D' Etudes Techniques de

l'Equipement (C. E. T. E.) が, SETRA および L. C. P. C. の技術指導の下にある。

2. 各省一橋梁点検は, 管理の責任を負っている各サービス機関 (ほとんどの場合, これらは "Directions Départementales de l'Equipement" である), または航行もしくは港湾当局のサービス機関によって実施される。これらの機関は, C. E. T. E., SETRA, または L. C. P. C. からの援助を求めることがある。

3. 財政一橋梁の点検に対しては, 特に予算はない。これに要する費用は, 橋梁がその一部となっている道路網の維持管理に対する予算に含まれている。

4. 橋梁調査記録—現在保存されている記録は, ほんの一部に関するものである。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 中央一道路・道路交通局長 (D. R. C. R.) は, 橋梁に関係のある比較的重要な問題を処理する業務に携わる "Inspection Générale des Ouvrages d'Art" による援助を受ける。道路・道路交通局長は, 国道にある橋梁の採択方法に関して, "Directions Départementales de l'Equipement (D. D. E.)" に指示を与える責任がある。通常, D. D. E. は, "各省" の道路に対するものと同じ指導指針を用いる。

2. "各省" レベルでは, 点検は, その橋梁に対して責任を負う地区当局 (下位部門), またはその "省" 内の全地域に対して責任を負う中央 D. D. C. 局から派遣された点検班のいずれかが実施する。専門班による業務は, 最寄りの C. E. T. E. 事務所またはパリ (SETRA または L. C. P. C.) からしばしば要求される。

3. 地方レベルでは, ほとんどの場合, 地方の道路網にある橋梁の点検は実施しない。一部の場合では, 地方当局が D. D. E. に対して橋梁の点検を要請することがあり, そしてほとんどの場合, 国または省の橋梁に対するものと同じ方法を用いる。

4. 班の構成

a) 中・小型橋梁に対する点検班

- 技術工 1 名
- 臨時技術工 1 名
- 自動車 1 台および小型工具

b) 中・大型橋梁に対する点検班

- 熟練工 1 名
- 技術工 1 名
- 自動車 1 台および小型装置

特別班:

SETRA, L. C. P. C. および C. E. T. E. は, 1979 年までに, 積極的に橋梁の点検に従事する, 技術者 10 名, 熟練工 12 名および技術工 12 名を配置する計画である。

B. 教育訓練

高度な資格を持つ教育担当職員は, 技術者ならびに設計, 材料および検査の各専門家によって構成されている。熟練工に対しては, 材料の強度, 短期および長期にわたる構造物の性質および腐食などに重点を置いた 2 週間の教育課程が制定されている。

C. 点検

財政面

橋梁の数: 50,000; 年間 1,000 の割合で増加している

点検費: 年間 1 橋当り 600 フラン

補修費: 見積られていない

橋梁の架け替え費: 1,500 ~ 2,000 万フラン

ドイツ

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 連邦—連邦, ならびに州および地方の道路にあるすべての橋梁の点検を取締まる法規: DIN 1076 “道路橋の管理および点検に対する詳細, 1959 年” および 1971 年 2 月 11 日付で連邦運輸省が出した, 一般道路建設通達 № 7-1971 の第 5 節, 橋梁建設および土木技術 “橋梁および暗きょの管理と点検に対する法規案”。

2. 州—DIN 1076 ならびに “橋梁および暗きょの管理と点検に対する法規案” によって取締まる。

3. 地方—郡および地方自治体も, DIN 1076 および “橋梁暗きょの管理と点検に対する法規案” に従わなければならない。

4. 点検の頻度

添付した表を参照のこと。

B. 行政機関

1. 連邦—基準, 財政および研究に対して責任を負う。

2. 州—橋梁の管理と点検に対して責任を負う。一部の州道路当局は, 郡および地方自治体の橋梁の点検に対する責任も引受けている。

3. 地方—大きな都市は, それ自体の橋梁部門を持っている。小さな自治体およびいなかの地区は, 自らの手で点検を行うか, またコンサルタントに依頼している。

4. 財政面

連邦—点検費は, 一般道路保守予算から支出される。

州—州が責任を負っている橋梁の点検方法に対しては, 州の保守予算から支出される。

地方—点検に対しては, 保守費から支出されているが, この費用の一部は, 州の保守予算から支出される。

5. 橋梁調査 記録

点検に関する記録は次の 3 つの方法で保存する。

- 橋梁台帳 (路線台帳): 1 つの路線の一部である長さ 2 m 以上の橋梁を登録する。
- 橋梁・ファイル: 承認図, 製作図承認計算書, 以前の応力および各測定結果, 支給品リスト, 請負業者, 施工履歴, 記録の改新, 完全な経費明細書およびその他の重要文書など, 適切な保守および管理に必要なすべての資料などが入っている。
- 橋梁日誌: 橋梁の主要資料, 以前の点検記録, 点検に際して特に守らなければならない要点に関する指図などが入っている。上記の橋梁調査記録は, 点検を実際に実施する州事務所で保管さ

れる。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 連邦レベルの点検計画立案機関はない。
2. 州
 - a) 地方分権方式の計画立案一点検は、地区の職員によって実施される： 特殊な、または点検の困難な長大橋梁については、コンサルタント、他の州、または大学当局に委託することがある。
 - b) 中央集権方式の計画立案一点検は、中央橋梁部門が、移動点検班と共に、管理支援施設の援助の下に行く。中央集権化された組織が点検を実施する場合でも、橋梁の日常点検は支部事務所の手によって実施される。しかしながら、点検記録は、中心となる州の道路当局に提出する。

3. 地方

- a) ほとんどの郡および自治体が、“地方分権”方式の組織の下に行動する。
- b) 大都市は、“中央集権”方式の組織の下に行動する。

4. 班の構成

- a) 点検組織の責任者は、
 - 地方分権方式の場合は、橋梁技術者
 - 地方集権方式の場合は、橋梁技術者が点検部門の長となる。
- b) 点検班一日常点検は、1名ないし2名の技術専門家。詳細点検は、技術者を長として、車付で2名ないし3名の職員をその下に配置する。

5. 装置:

より精巧なサンプリング工具および測定工具を持つ特別点検班を除き、保守工具および手動測定工具。

B. 教育訓練

正式の点検教育コースはなく、また検査員としての資格を得るための正式の基準もない。職業に関する教育が、この教育の本筋で、この他特別講演およびゼミナーが時おり開催される。

C. 決定機関

1. 地区の決定機関—橋梁のある地域または地区に対する責任を引受けている機関、ごく一部の極めて重要なもののみを、上級機関に送る。
2. 中央の決定機関—中央道路当局の橋梁技術者が決定を下す。
3. 大都市は、それぞれ主任橋梁技術者がおり、この技術者が決定を下す。

D. 点検関係財政

橋梁の数: 国の 22,000 橋と地区または地方の 36,000 橋で合計 58,000 橋。

点検費: 年間 1 橋当り 130 ドル。

保守費: 年間 1 橋当り 480 ドル。

架け替え費: 150 億ドル。

今後の動向

より専門化された点検班およびより完全な教育が必要である。また点検結果の評価には、さらに多くの時間と努力が必要である。

表 点検の頻度

点検の種類	頻度	備考
1. 橋梁の調整	日常点検，少くとも年1回（備考参照）。	洪水，結氷，事故，パイプの破裂，地震，陥没などの後
2. 橋梁の点検 - 一般点検 - 主要点検	3年ごとに1回。 6年ごとに1回。（備考参照）	供用開始から3年後に最初の主要点検（最も遅い場合）
- 特別点検	一定していない（備考参照）	悪天候，暴風，洪水，大きな事故，その他橋梁構造物の安全条件に影響を及ぼすでき事の発生後
追加点検 - 木橋 - 軟弱な基礎の上，または陥没のおそれのある地域にある橋梁 - 溶接された鋼橋 合成橋，プレストレスト・コンクリート橋 - 非常用橋梁 機械装置の点検	年1回。 年1回，または必要に応じて 一定していない（備考参照） （備考参照） 定期点検	供用開始後3ヶ月後または最初の冬が過ぎた後 特に要求される場合のみ メーカー（使用説明および保守説明書）が要求する方法に従って行なう

イタリア

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央一点検は，1967年7月19日に公共事業省が出した，規則No.6736/61-A-1によって取締られる。

2. 地区一規則No.6736/61-A-1は，A.N.A.S.（州道路・自動車道路機関）の地区部門が管理する国有道路の，すべての橋梁の点検に対する指針である。

3. 地域および地方一上記の規則が，点検に対する指導指針となる。

4. 有料自動車道路会社一上記の規則が適用される。

5. 点検の頻度：技術的な安全性の程度に従って，さまざまである。一般に，細部にわたる点検は約1年に1回，概略点検は1年に4回実施する。

B. 行政機関

1. 中央—公共事業省が規則を公布する。また、長大橋や特殊な構造の橋梁の点検に対する責任を負う。
2. 地区—A. N. A. S. の地区部門が、国有道路の橋梁の点検に対する責任を負う。
3. 地域および地方—管理する橋梁に対する主要点検機関
4. 有料自動車道路会社—管理する橋梁の点検に対する責任を負う。
5. 財政—あらゆる管理形態の下での点検に対する費用は、すべて維持費から支出する。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 国家—公共事業高等評議会には中央技術業務部があり、この部門が、長大橋または特殊な構造の橋梁の点検に対する責任を負う（上記 B. 1 項参照）。
2. 地区—A. N. A. S. の地区維持業務部
3. 地域および地方—同様な方法
4. 有料道路自動車会社は、会社自身の点検設備を持っており、この設備は、通常直接維持部門の下にある。一部の会社（すなわち、I. R. I.）は、点検業務を専門会社に託している。
5. 班の構成—点検をする構造物の種類によって決まり、一定でない。
6. 装置—構造物の種類によって決まる。橋梁については作業プラットフォームならびに手工具、測量器械およびテレビ・カメラなどの特殊装置を設備した作業車を利用することができる。

B. 教育訓練

正式のものはない。点検は保守要員が実施する。

C. 点検関係財政

橋梁の数: 30,000 橋 (国有道路および自動車道路)

詳細点検の頻度: 1 年

平均建設費: 400 ~ 600 ドル / m^2

日本

一般組織。

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央—建設省は、普通の国道の指定された（重要な）部分の建設および保守に対する責任を負う。橋梁の点検に関する法律、または詳細規定はない。しかし各地区の建設局は、おのおの点検手引きを備えている。
 2. 地区—47 府県がある。各県は、普通の国道の指定区間外の部分および県道の建設および維持管理に対する責任を負う。点検に関する法律、または詳細規定はないが、各県は、1 種の手引きと言ったものを備えている。
 3. 地方—自治体当局は、市町村道の建設および維持管理に対する責任を負う。橋梁の点検に関する法律、または詳細規定はない。
 4. その他（有料道路）—個々の公団は、有料道路の建設および維持管理に対する責任を負う。道路事業を営む主な公団には、次の 3 つがある。
- i) 日本道路公団は、高速自動車国道の建設および維持管理に対する責任を負う。この公団は、自身で点検手引きを備えている。

ii) 首都高速道路公団は、首都圏内にある首都高速道路の建設および維持管理に対する責任を負う。
この公団も、自身で点検手引書を備えている。

iii) 阪神高速道路公団は、大阪神戸地区の都市高速道路の建設および維持管理に対する責任を負う。
この公団も、自身で点検手引書を備えている。

5. 点検の頻度—建設省、県および自治体当局が管理する道路は、定期的な点検は受けないが、表面の状態、伸縮継手およびガード・レール設備に対する一般点検は、パトロール・カーによって毎日行われる。橋梁の細部に対する点検は、通常3年または5年ごとに実施する。日本道路公団では、点検の頻度は建設省のものとはほとんど同じである。首都高速道路公団の点検の頻度は、表に示した通りである。阪神高速道路公団の場合も、点検の頻度は建設省のものとはほとんど同じである。

表 首都高速道路公団が実施する点検の頻度

項 目	頻 度
パトロール	毎 日
塗装の点検	6ヶ月
床版の点検	6ヶ月
表面の点検	1ヶ月
主要構造の点検	7ヶ月
舗装の点検	1 年
支承と伸縮継手の点検	6ヶ月
排水設備の点検	6ヶ月
手入れを必要とする構造物の点検	1～3ヶ月

B. 行政機関

1. 中央—建設省は、一般国道、都道府県道、市町村道および有料道路の建設と維持管理ならびに設計と建設に対する統一された仕様、試験および指導要綱の作成のための予算に対する責任を負う。建設省は、重要な国道を建設してその維持管理を行う。10の地方建設局、83の工事事務所および249の出張所が、これらの国道にかかる橋梁の点検を実施する。

2. 県—各府県とも、道路維持部門を設けており、この部門が、県が管理している道路の橋梁の点検を実施する。

3. 地方自治体—大きな都市には道路部門があり、中程度の都市には土木部門がある。これらの部門が、地方自治体の道路の橋梁の点検を実施する。

4. 公団—各公団には管理局があり、この管理局が、公団所有高速道路の橋梁の点検を実施する。

5. 財政—すべての管理組織では、橋梁の点検に要する費用は、一般道路維持管理予算に含まれている。利用できる情報は、この予算の総額に関するもののみで、点検に要する費用は不明である。

6. 橋梁調査一覧表—橋梁のすべての記録は、作業事務所に保存されており、建設省および県の場合は道路維持管理部門、地方自治体の場合は土木部門、そして公団の場合は管理局に、それぞれ保存されている。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 国家—10の地方建設局の下で、83の工事事務所および249の出張所の職員が、橋梁の点検を実施する。点検作業に従事する職員は、橋梁の専門家ではないので、いずれの場合でもより詳しく点検する必要があると判断した場合、点検のためのコンサルタントに委託することがある。建設省の公共事業研究機関の職員は、特殊な技術的な問題の解決を依頼されることがある。

2. 県—道路保守部門の監督の下にある公共事業事務所の職員が、橋梁の点検を実施する。場合によっては、公共事業研究機関が、橋梁点検を要請されることがある。

3. 地方自治体—各自治体当局の公共事業部門の職員が、橋梁の点検を実施する。

4. 有料道路—管理事務所の道路維持管理事務所の職員が、管理局の監督の下に高速道路の構造物に対して点検を実施する。一般的に言って、これらの職員は経験を積んだ橋梁技術者であるので、これらの点検作業は高いレベルにある。

5. 班の構成—1班は、2名から3名の人員から成る。

6. 装置—トラックに搭載し、そして点検する部材に近づくための可動式梯子を設備した“橋梁点検装置”が、建設省の各地方建設局に1台ないし2台配置されている。一般に、重要な橋梁には、点検用のトラベラーが設備されている。

B. 教育訓練

正式な点検教育課程はない。

C. 検査関係財政

橋梁の数	高速自動車国道（有料道路）— 1, 141 (168.4 km)
	一般国道— 29, 658 (740.0 km)
	都道府県道— 101, 313 (1, 719.1 km)
	市町村道— 433, 610 (3, 409.2 km)
点検費	年間1橋当り20～30万円（70～100ドル）
橋梁架け替え費	橋梁の規模次第で大きく変化する、一概には言えない。

オランダ

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央—点検に対する法規または明細内容はなく、単なる勧告がなされているのみである。この勧告は、橋梁、陸橋、地下道、運河の水門およびせきなどの建造物の点検に対するものである。

2. 地方自治体の条例および責任

点検に関するもの

3. 点検の頻度

可動橋、運河の水門およびせきなどの建造物	簡 単 な 点 検		精 密 な 点 検	
	年 1 回	2 年に 1 回	5 年に 1 回	10 年に 1 回
機械式および電動式可動機構	×		×	
上部構造物（静止橋、跳橋、架構、運河の水門など）	×		×	
支持構造物	×			
普通の橋梁、陸橋				
鋼構造物およびプレストレスト・コンクリート・桁	×			×
鉄筋コンクリート		×		×
支持構造物		×		×

B. 行政機関

1. 中央一橋梁の所有権を、中央政府、郡、地方自治体、鉄道当局などに大きく分割する。
2. 地方一各組織体が、その所有する橋梁を維持する。政府としては、橋梁建設部が、完成した橋を定期的に点検してその結果を報告し、そして大きな補修も行なう。
3. 橋梁調査記録一すべてを含めた数字は入手できない。道路通信省の橋梁部に保管されているが、まだ完成していない。

方法および管理

組織的な面

1. 班の構成 — 重要な点検に対しては、工科大学卒技術者。簡単な点検については、経験を積んだ工業学校卒業者。現在、点検班は、建設工事に対しても責任を負っている。
2. 装置 — 詳細な点検に対しては、足場、ダイビング装置、測量器械、カメラ、その他の手工具を使用する。簡単な点検は、主として目で見て行われ、また必ずしも交通止めする必要はない。
3. 特別点検一少くとも10年に1回実施し、そして計画を立て、結果を文書で報告しなければならない。

将来の動向

より組織だった点検が行われるものと期待される。点検および保守に要する費用は、総額は増えるが、個々の橋梁に対する費用は減り、より定期的に行われることとなる。

特記事項

可動橋ならびにこれらの橋梁に使われている機械および電子器機の点検方法に対する勧告は、多大の関心が払われている。また橋梁の腐食点検についても、多くの注目を集めている。もち論、これらの関心は、この国本来の特質の現われである。

ノルウェー

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央一通信省およびノルウェー公共道路管理局が最高権限を持つ。国道には7,000 橋の橋梁がある。広範囲にわたって利用できる国家レベルの点検規定はない。しかし、ノルウェー公共道路管理局（NPRA）の橋梁部がこれらの規定を出すことができる。18の地区道路局が、下部々門として、

国有および郡有道路の双方に対して活動することができる。

2. 地区—郡評議会が最高権限を持つ。郡有道路には8,000橋の橋梁がある。

3. 地方—地方自治体評議会が最高権限を持つ。地方自治体の道路には、約3,000橋の橋梁があると予想される。

4. 点検の頻度

目視点検—少なくとも毎年1回

主要点検—5年ごとに1回

特別点検—必要に応じて

鉋および溶接部の管理—10年に1回

B. 行政機関

1. 中央—NPRAの橋梁部は、国道の橋梁の点検に対して責任を負うが、実際の点検自体は、道路局に委任されている。

2. 地区—上記の道路局が、その責任の下に点検を実施する。

3. 地方—地方自治体が責任を負うが、一般に、一定の型にはまった点検方法はない。

4. 財政—橋梁点検費用は、道路保守予算から支出される。一部の橋梁点検作業に対しては、別の会計から支出される。橋梁の保守に要する費用は、他のものの保守に要する費用とは別途に考慮される。

5. 橋梁調査記録

中央—個々の橋梁に対して、広範囲にわたるファイルが保存されている。カード・ファイルは、EPPに移されている。また、竣工図も保管されている。

地区—地区ごとにさまざま、地区によってはすぐれた調査表を備えている。また、すべての橋梁に対して、竣工図も保存されている。

地方—地方ごとにさまざまであるが、竣工図は保存されている。

方法および管理

A. 点検

1. 中央—橋梁部が、橋梁の点検に対する指針を出す。ほとんどの特別点検が、この指針に従って実施される。

目視および主要な各点検は、道路局によって行われる。点検報告書の写しが橋梁部に送られる。鉋および溶接部の管理はまだ実施されていない。

2. 地区—目視および主要な各点検は、道路局によって行われる。

3. 地方—点検は、多くの場合部外者であるコンサルタント技術者、道路権威者の援助の下に、地方自治体の技師によって行われる。

4. 班の構成—勧告がなされている。

主要および特別な各点検に対しては、5,000橋ごとに次の構成の特別班が編成される。

上級技術者 1名

下級 “ 1名

運転士 1名

5. 装置—勧告がなされている。1班当りスヌーパー（暗視装置）1台ならびに工具および計

器つき補助トラック1台

B. 教育訓練

現在、正式の教育はほとんど行われていない。教育は、すべて橋梁部の手によって行うこととの勧告がなされている。許可を受けた履修課程を持つ場合は、橋梁点検協議会が毎年最終試験を行う。すぐれた教科書が必要である。

C. 点検結果の利用—意志決定

点検で得た結果は、現在次の事項に対する根拠として利用する。

- i) 橋梁の許容交通荷重の変更
- ii) 維持および補修に関する決定
- iii) 不適切な設計を設計事務所に通告する

D. 点検関係財政

- 1. 橋梁の数 — 7,000 橋(国有)と8,000 橋(郡有)とで15,000 橋このほか3,000 橋(地方自治体所有)あり。
- 2. 橋梁の架け替え費 — 12億ドル
- 3. 保守費 — 年間600 万ドル
- 4. 現在の点検費 — 年間20万ドル・1 橋当り13ドル
- 5. 勧告された点検基準に従った点検費の予想値 — 年間100 万ドル, 1 橋当り65ドル

将来の動向

勧告された点検基準, 計画および教育訓練が実行されるものと予想される。

特別注記

技術的に言って、要求される重要な点検は次の通りである。

- コンクリート橋の床版
- ポスト・テンション方式のプレストレスト・コンクリート片持箱桁橋
- コンクリート橋のひび割れの評価
- 古い鋼・トラス橋
- 吊橋のケーブル

ス ペ イ ン

一般組織

A. 為検に対する法規および責任

1. 中央—橋梁の点検を取締る法律または規則はない。新しい橋梁に対しては、受取りに先立って載荷試験が実施されており、この載荷試験に対してはこれを取締る規則がある。

2. 地区—11の地区道路部が、道路および橋梁の維持に対する責任を負う。

3. 点検の頻度 定まったものはない。

B. 行政機関

1. 中央—載荷試験要員は、中央事務所に属している。

2. 地区—地区の橋梁検査係りは、道路保守部の中にある。

3. 財政—橋梁の記録は、保存されていない。

4. 橋梁調査記録—中央事務所には、10 m以上の長さの橋梁の調査記録が保存されている。この記録は、点検に関する情報を供給できるように、現在修正されており、そして最新の技術に適したものにされつつある。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 中央—中央事務所は、載荷試験を実施し、そして点検に関する問題について援助を与えることができる。また、点検および試験はコンサルタントに委託することもできる。

2. 地区—各地区では、一般維持要員が橋梁の点検および維持を行う。もし援助が必要な場合、これらの要員は、中央事務所に援助を要請するか、またはコンサルタントに委託する。

3. 班の構成—載荷試験班は、最小限次の人員で構成される。

- 技術者 1 名
- 技術工 2 名
- 労務者 2 名

4. 装置 — 通常使用する維持用器具。

B. 教育訓練

検査員に対する正式の教育訓練は実施していない。

C. 点検関係財政

橋梁の数: 10,000 橋 (径間10 m以上の橋梁の数, 有料自動車道路および地方の道路は含まれていない。)

補修費: 道路の橋梁保守費用として年間 8,000 万ドル。

スエーデン

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 中央—最初の点検基準は、国道の管理局によって 1944 年に出された。

2. 地方—国道管理局の各出先機関が、この点検を行う。

3. 点検の頻度

地方の測量業者または橋梁工事入札業者による連続した点検; 主な詳細点検は次の通りである。

- | | |
|-------------------------|--------|
| - 30 mを越えるコンクリート橋および鋼橋。 | 2年に1回 |
| - 石造アーチ | 同上 |
| - 可動橋 | 同上 |
| - その他の橋梁 | 4年に1回 |
| - 鉚および溶接部の点検 | 12年に1回 |

また橋梁の最終強度を評価するため、特別点検を実施する。

B. 行政機関

1. 中央—すべての公共道路は、国道管理局の管轄下にある。

2. 地方—点検は、24の出先機関が実施する。

3. 橋梁調査一覧表—地方の各出先機関は、橋梁日誌を備えている。ストックホルムの橋梁部は、すでにすべての橋梁の調査を終り、データをテープおよび写真で記録している。

方法および管理

A. 点検班および装置

1. 班の構成 — 主な詳細点検の場合は、道路保守事務所とは無関係に、地方の管理事務所の所長または他のすぐれた職員が長となる。

可動橋の場合は、機械または電気技術者を班の1員としてこれに含める。

2. 装置 — 手工具、測量器械、足場、双眼鏡、塗装厚・ゲージ、溶接部の点検用として、エックス線装置、マグネチック・パウダー装置および超音波装置

B. 点検関係財政

橋梁の数: 10,000 橋; 73%がコンクリート橋, 19%が鋼橋, 18%が石造橋

ス イ ス

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 連邦—橋梁の点検に関する法律はない。スイス技術者建築家協会の規則およびスイス道路輸送連合会の規則がある。規則は、SIA No.160² “定期的な橋梁点検”, SIA 1970 “試験荷重”, および SIA 160/33 “点検頻度” がある。

2. 州 (県)—管轄区域の長が、保守および点検に対する責任を負う。

3. 地方—地方の橋梁の点検に対する責任を負う。維持部門から正式に分離した組織ではない。

4. 点検の頻度

完成後に載荷試験をして、そして橋梁の種類に応じて3年または5年ごとに定期点検を実施する。

B. 行政機関

1. 連邦—完全に法令に従ったもので、組織編成および財政を除く、すべての規則に対して責任を負う。

2. 州 (県)—各県の公共事業機関が、点検に対する責任を負う。

3. 地方—自ら点検を行うか、またはコンサルタントに委託する。

4. 財政

連邦—連邦所有の道路はない。

県 — 点検費は、道路予算から支出する。

地方—点検費は、道路支金から支出する。

5. 橋梁調査記録 — 載荷試験および点検の結果は、構造物の所有者 (県および地方自治体) が保存し、これらの所有者は、載荷能力、保守あるいは架け替えに関して決定を下すが、橋梁調査記録の保管責任者は県である。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 連邦—点検機関といったものはないが、道路施設全般にわたって監督取締りを行う機関があ

る。

2. 県 — 各県ごとにまちまちである。

a) 中央集権的な構成一点検班は、中央管理局からの人員によって編成されるか、または民間コンサルタントと契約を結ぶ。

b) 地方分権的な構成—各地区からの人員によって班を編成するか、または民間コンサルタントと契約を結ぶ。

3. 地方—まちまちである。

a) 公共事業機関の長

b) 県の技術者

c) 民間コンサルタント

4. 班の構成

通常、1班2名である。

5. 装置 — トラック、梯子、足場、信号装置、カメラ、測量テープ、レベル、ドライバー、プライヤー、ワイヤブラシ、トーチ、日記帳

B. 教育訓練

1. 検査官の資格 — 中学または工業学校卒業者で、一般的な知識をもち、勤勉かつ健康であること。

2. 検査官の標準教育 — 管理局の職員による教育

3. 正式な教育は行わない。

C. 点検関係財政

橋梁の数: 国 道—1,900

県 道—4,800

地方道—1,300

合 計 8,000 (概数)

新たに建設される橋梁—年間80から100橋

点検班の費用—年間100万スイス・フラン (検査官、助手、車両および軽量装置)

補修費—不明

橋梁架け替え費—30億スイス・フラン

注: 財政関係統計は各県の責任である。一般に、橋梁のデータは細かく分類されていない。

イ ギ リ ス

一般組織

A. 点検に対する責任

1. 中央—環境局が、すべての幹線道路および自道車道路の橋梁の点検に対して責任を負う。技術的には、点検は、環境局が出した道路橋の点検および保守に関する技術覚え書きで示された勧告の範囲内で行われる (この覚え書きは、現在改訂中である)。

2. 地区—郡協議会が、郡道路網のすべての橋梁の点検に対して責任を負う。

3. 地方—地方自治体当局が、その行政区域内にあるすべての橋梁の点検に対して責任を負う。

4. 点検の頻度

環境局は、個々の橋梁は年1回、そして陸橋はその構造的な重要性に応じた適当な間隔で点検を実施するよう要求している。

B. 行政機関

1. 中央—環境局は、各地区道路当局に対して、すべての幹線道路および自動車道路の橋梁については環境局の代行機関として、そして軌道を横切る幹線道路および自動車道路の橋梁については英国鉄道局およびロンドン運輸部に属する代行機関として点検を実施するよう委任している。

2. 地区および地方—郡協議会および地方自治体当局が、点検について必要な措置を講じる。

3. 財政

中央—環境局の点検予算は、中央政府の財源から支出される。

地区—郡協議会の橋梁点検に要する費用は、郡協議会の財源から支出される。

地方—地方自治体当局の橋梁点検費用は、地方自治体当局の財源から支出される。

4. 橋梁調査一覧表

環境局は、3 mを越える支間のすべての橋梁および支間3 m以下のすべての重要な陸橋を中央幹線道路台帳または道路橋台帳に登録し、橋梁の数を報告するよう要求している。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 中央レベルでは、環境局が、ロンドン本部を根拠地とした橋梁維持部門を持っている。この部門は、維持作業全体の手順および基準の制定に対して責任を持つ。また、特定の問題に関して助言を受けることができる。

2. 地区—一部の郡協議会は、職員に維持および点検業務を担当させている。また郡協議会によっては、それ自体の設計班または維持班を利用したり、コンサルタントに委託したりしている。

3. 地方自治体当局は、それぞれ独自の措置を講じているが、これらの当局は、一般に専門的なサービスに関しては地区当局に依存している。

4. 班の構成

環境局の橋梁維持部門は、監督技術者を長として8名の技術者によって編成されている。一方、これらの技術者は主任補佐技術者としての責任を負っている。この部門の職員の大部分が、専門的な資格を備えた技術者である。これらの役目は、主として監視および助言的な性質のものである。郡協議会の橋梁班は、専門的な資格を持つ技術者の指図の下に、局によって委任された点検作業を遂行する。

B. 点検関係財政

橋梁の数: DOM (環境局)の道路網のみで約8,200橋 (地方およびその他のもの120,000橋以上がこれに追加される)

点検費 (概算)	1971/72	1972/73
自動車道路および幹線道路	83 万ポンド	60 万ポンド
その他の道路	427 万 "	246 万 "

将来の動向

橋梁維持業務は、道路施設に投下された資本の価値の増加に伴って、ますます重要となる。また、コンクリート橋の補修に接着剤および合成化学製品を使用することは、今後さらに増加するであろう。

アメリカ

一般組織

A. 点検に対する法規および責任

1. 連邦—国内橋梁点検基準を設ける結果となった 1968 年の道路法が、連邦が援助した道路施設の橋梁の点検を取締る法律となっている。技術的には、点検は橋梁の保守点検に対する AASHTO の手引きに従って実施される。

2. 地区—連邦の法律に従わなければならないが、多くの州が、州自身で法律を持っている。

3. 地方—さまざまで、法律の実施は疑問である。

4. 点検の頻度

少くとも 2 年に 1 回。もし必要な場合はより頻繁に行う。州によっては、毎年点検を要求している。

B. 行政機関

1. 連邦—連邦道路管理局が、全般的な管理および取締りに対する責任ならびに一部の教育訓練および研究に対する責任を負っている。

2. 地区—主として点検機関。

3. 地方—一部の都市、町およびいなかの地方が、それ自身で点検機関を持っているが、そのほとんどが、これを持っていない。

4. 財政—国家レベルの管理業務に要する費用は、道路信託基金の管理費部分から支出される。

5. 財政—地区レベルの点検費用は、州道路財源の橋梁設計または維持部分から、そして一部の州では、州の一般財源から支出される。

6. 橋梁調査記録

各種の橋梁調査結果は、すべての州で保存されるが、しかし国内橋梁点検基準が出されているため、国内橋梁調査表も保存しなければならず、またすべての橋梁の荷重の等級を決めなければならない。

方法および管理

A. 点検実施組織

1. 連邦レベルでは、橋梁部門に FHWA の設計兼点検部門がある。この部門は、基準の制定、教育訓練課程、および国内橋梁調査に対する責任を負う。

2. 地区

a) 中央事務所の組織—すべての班が本部から派遣されて作業を行う。一部の州がこれを行っている。

b) 地区事務所の組織—点検班は、その地区内のみで作業を行う。多くの州がこれを行っている。

c) 中央事務所と地区事務所とを組合せたもの。一部の州がこれを行っている。

3. 地方—多くの地方自治体が、橋梁の点検をコンサルタントに委託している。

4. 班の構成

- a) 点検組織の責任者—免許を受けた専門技術者、または広範囲にわたる教育課程を履修した10年の経験を持つ専門家
- b) 班長—免許を受けた技術者、または教育課程を修めた5年の経験を持つ技術者
- c) 1名または数名の助手—最小条件はない。

5. 装置

トラック、梯子、ハンマー、スクレーパー、キャリパー、定規、ミラー、パンチ、けがき針、クランプ、ファイラー・ゲージ、双眼鏡、カメラ、ペイント・フィルム・ゲージ、機械工および大工用工具、長大橋に対しては、ボード、スヌーパー（暗視鏡）、測量器械、ダイビング装置、サンド・ブラスト装置およびテレビ・カメラ

B. 教育訓練

免許を受けていない専門技術者であるすべての班長は、広範囲にわたる教育課程に合格しなければならない。教育課目および教育課程資料は、FHWAから入手することができる。一般に、4週間の教育課程が含まれている。職業教育も、一部の州で行われている。（この報告書の付録B参照）

C. 点検関係財政

橋梁の数: 連邦が援助した道路施設で 251,000 橋（地方およびその他の 300,000 橋以上がこれに追加される）

点検費: 1 橋当り 100 ドル、2 年に 1 回の場合

補修費: 年間 1 橋当り 440 ドル

橋梁の架け替え費: 750 ～ 1,500 億ドル

将来の動向

将来、より多くのかつよりすぐれた点検、より多くの教育訓練、よりすぐれた橋梁調査が実現することは確実である。地方レベルの橋梁点検も向上することになろう。

付 録 B

合衆国橋梁点検訓練計画の要約

この橋梁点検訓練計画は、検査員の能力を伸ばす必要があるという理由によって計画されたものである。国内橋梁点検基準が実施されるまで、検査員の資格と経験は、道路当局の職員が広範囲にわたって企画しなければならないほど重要な問題ではなかった。しかしながら、十分な数の、それも適度に経験を積んだ検査員を探さなければならないという問題に直面して、かなり多くの教育訓練が必要であることが明らかとなった。あらゆる教育訓練の企画と同様、先づ最初に決めなければならないことは、全般的な目標およびその範囲であった。この教育課程の目標は、(1) 各人を橋梁検査員になるように教育すること。(2) 選ばれた一部の検査員に指導員としての教育を受けさせること。(3) 教育を受けていない各人がその能力を伸ばすための第一段階としての、1つの教育課程を作り上げること。そして(4) 他の機関に対して1つの模範となりかつ基準となる、1つの教育課程を開発することであった。

この課程の範囲は、橋梁の点検に際して通常出合うあらゆる種類の橋梁に及んでいる。さらに、一般に求めなければならないものに加えて、装置、点検のための準備、安全のための措置、部材の評価、報告書の様式ならびに補修計画の立案および予定表の作成の方法など、手続上の事柄もこの教程に含まれている。

この教育課程の全目標に加えて、これら全目標のそれぞれに関係のある、さし迫った目標も含まれている。しかしながら、これらの点についてさらに論じる前に、これらの点検作業の中心となる人、すなわち検査員教育を受ける人自身について考えてみる必要がある。これらの問題を十分に理解し、そしてこの重要な任務の輪郭が描かれたならば、必要とする人物のタイプを明らかにすることができるものと思われる。

橋梁検査員には、目をよく使い頭脳的な機敏性を要する、比較的高度な肉体的な作業が要求される。さらに、検査員は技術的かつ機械的なものを好む傾向にあることがのぞましい。明白な答えは、健康で、仕事に熱心な土木技術者ということになるが、経済学に関する配慮も忘れてはならない。従って、機敏で、すぐれた知性をもった高校卒業生が、最も好ましい候補者であることがわかる。このような人材の供給は豊富で、しかも要求される任務を遂行する能力があると思われる。これらの若い検査員のうち、よりすぐれた能力をもちかつ仕事のできる人は、将来より重要な地位に進むか、あるいはさらに高等な教育に進む可能性が極めて大である。このように、これらの検査員グループは、まさに昇進しようとする人材の集団であると言えよう。この着手々段は、すでに指揮者として使用できる経験の積んだ人々を豊富に揃えている州では、極めて有効に働くことになる。

国内橋梁点検基準は、個々の点検班が、広範囲にわたる教育課程を終った、少くとも5年の経験を持つ人によって編成されることを要求している。また、広範囲にわたる教育課程は、3週間と決められている。経験を積んだ検査員の場合は、この課程の長さは、基本的な志向性および基礎科目などの一部を省いて短縮することができる。

班の指揮者のみに対して条件が要求され、そして一般の検査員に対しては何ら条件は要求されないので、正式の教育を補うため職場で教育を授けることができる。このことは、正式の教育で得られる

織を最大限にすることができるので、極めて有望である。

全般的な目標は、次のように細分することができる。

1. 個人の教育

- a) 人間の生活および公共投資に関する限り、橋梁検査員が行う仕事がいかに重要であるかを伝えること。
- b) 点検および情報提示の機構を取扱った基本的な橋梁構造物に関する学科および橋梁点検に関する学科を含む教育を授けること。
- c) 教育を受ける者に対して、橋梁点検データを正確にかつ一定の様式で報告することが、いかに重要であるかを強く印象づけること。
- d) 教育を受ける者に対して、かれらが点検報告書を提出することによって、どんな措置が取られるか、そしてその理由を十分に理解させること。

2. 一部の選んだ検査員に指導員としての教育を受けさせること

- a) 教育を受けている者または検査員の中から、指導員になる能力のある者を探し出すこと。
- b) これらの人々が、指導員になることに関心を持ち、かつこれを望むように仕向けること。
- c) そして、かれらをそのように教育すること。

3. 経歴を高めるための1つの段階となる教育課程を作ること

- a) 教育を受けている者が、自分自身の向上に興味を持つようになるような教育課程を考案して開発すること。
- b) このことを可能にする教育課程を作り上げること。

4. 1つの模範となる教育課程を開発すること

- a) この国のあらゆる部分に対して適切な学科を含むようにすること。
- b) 適当に勉学に励んで知識を得た技術者または検査員が、しっかりしたかつ有益な講義を受けることができるようになるように、教育計画、教育案内および視学教育具をととのえること。

これらの目標および細部目標のうち、もっとも重要な要素は、適切な学科を含むこと、正しい方法を強調すること、被教育者を、(専門的に)信頼できるかつ完全なものとして売り込むことおよびすぐれた教育計画の開発である。

実際の教育課程は、題材を示すための適切な時間を与え、質問のための十分な時間を残し、そして刺激して議論させるような方法で授業を行うという概念に基づいたものであったが、この最後のものが最も重要なことであった。教育を受けたものは、さまざまな教育レベルの者の集団であったが、このことが障害になったとは思われない。それどころか、教育レベルの高い者がレベルの低い者の手助けをすることが分かった。教育を受けた者は、大学卒業の技術者から普通の高校卒業生まで、そして町の一介の技術者から検査員—技術工までの範囲にわたっていた。

学生の学力の向上を調べるため、入学および卒業試験を行った。これらの試験は、いずれも同じ程度のむづかしいものであった。従って、いずれか一方を入学試験または卒業試験用として用いることができた。最近の教育課程では、卒業試験の結果が入学試験のそれよりも21%も向上していた。教育課程自体は、49の各種の学科に、復習および上記の2つの試験を加えたものから成っていた。

この教育課程は、指導員に対して詳細にわたる教育計画を与え、そして2つの学科を省くことのできるワーク・ブック(学生用学習パンフレット)を用意している。この書き入れる欄があり、そして

書き込むための十分な空白部分のあるワーク・ブックは、講義の際に欠くことのできないものである。このワーク・ブックは、適当にまとめると、学生にとって有益な1組のノートとなる。また900を超える視学教材および2つの橋梁模型の使用によって、指導員は、これら橋梁の重要部分を学生に理解させることができる。

3つの講義と2つのワーク・ブックが含まれているこの教育課程の最初の部分には、次の3つの一般基礎知識が含まれている。

- 1-1. 指導の範囲
- 1-2. 連邦援助道路システム
- 1-3. 橋梁の歴史および種類

これらの学科は、道路システム、より一般的な建設技術、橋梁の種類および橋梁用語などを理解させる意図のものである。

次の11の学科は、橋梁の点検に関係のある方法上および組織上の要素について取扱ったものである。また、機械工学に関する極めて基本的な原理も含まれている。

- 2-2. 橋梁の要素
- 2-3. 機械工学概論
- 2-4. 任務および責任
- 2-5. 工具および装置
- 2-6. 安全性
- 2-7. 点検の順序
- 2-8. 組織的な点検方法
- 2-9. 点検に必要な準備
- 2-10. 検査員のノートブック
- 2-11. 構造物の評価
- 2-12. 標準様式および報告書

これらの講義は、学生を、橋梁要素および構成部材ならびに橋梁に作用する力の一部に精通させ、そして学生に簡単なコンピュータ計算を実際に行わせる意図のものである。

また他の講義の目的は、検査員の任務について述べ、学生に基本的な検査工具の取扱いに関する知識を与え、そして正しい点検方法を示すことである。これらの講義には、安全な作業、慎重な準備を必然的に伴う組織的かつ論理的な点検計画、そして点検用ノートブックまたは標準様式のいずれかの使用、が含まれている。

この教育課程の三番目の部分は、材料に関するもので、次のものが含まれている。

- 3-1. コンクリートの性質
- 3-2. コンクリートの品質低下
- 3-3. 鋼の性質
- 3-4. 腐食
- 3-5. 腐食以外の原因による鋼の品質低下
- 3-6. 木材の性質
- 3-7. 木材の品質低下

3-8 鋳鉄、鍛鉄およびアルミニウムの性質

3-9 鋳鉄、鍛鉄およびアルミニウムの品質の低下

3-10. ペイント

これら10の講義は、学生を、橋梁構造物に共通して使用される材料の物理的および化学的性質ならびにこれらの品質低下の外観、性質および原因に精通させるためのものである。

これに続く節は、次の事柄を取扱った雑多なものに関するものである。

4-1. 手がかり

4-2. 水路および地形

4-3. カルバート

4-4. Silver 橋事例調査

これらの題目の目的は、学生に、手がかりの重要性および河川等における洗掘作用の危険性を印象づけることである。Silver 橋の事例調査は、単なる歴史的なものである。3週間の教育課程の場合は、しばしば手がかりを除くすべてを省くことがある。第4-2および4-3節は、流れの問題をかかえているあらゆる機関の教育課程に是非とも含めるよう、強く望む。

5番目のグループの講義は、基礎および下部構造物に関するもので、次のものが含まれている。

5-1. 基礎支持材料（土壌）

5-2. 橋台

5-3. 擁壁

5-4. 繫船柱および防舷材

5-5. 橋脚および支柱

5-6. 柱頭

5-7. 地下水の調査

これらの節の目的は、最も多く出合うと思われる下部構造物の種類、被害の種類について論じ、そして学生が、橋梁構造物を、良い、かなり良い、悪い、または危険であるとして評価する根拠を作り上げることができることである。

上部構造物の点検については、次の10の学科で述べる。

6-1. 支承

6-2. 梁および桁

6-3. 床組

6-4. プレーシング

6-5. 床版

6-6. 伸縮継手

6-7. 橋梁の排水

6-8. 手すり、歩道および縁石

6-9. トラス

6-10. ワイヤ・ロープと吊ケーブル

これらの講義は、前任者達が下部構造に対して行なったことを、上部構造に対して行うことを目的としたものである。

最後から2番目のグループの題目は、道路橋のさまざまな付属物を取扱ったものである。これらは、検査員が確実に見落さないことを意図したもので、次の通りである。

7-1. 標識

7-2. 照明

7-3. 付属設備

最後に、8-1節は、可動橋を取扱ったものである。その取扱った範囲は、それほど悪くはないが、しかし機械的および電氣的な詳細内容に関する限り、若干欠けたものがある。これを訂正するため、可動橋の点検に関する手引を現在作成中である。この手引きの資料が、この講議内容を補うことになる。

付 録 C

橋梁管理システムの実例

スイス:	ワン・カード・システム
アメリカ:	構造物調査評価表
スエーデン:	点検記録および保守カード, 建設された橋梁の図面および写真
ドイツ:	道路台帳および橋梁台帳

アメリカ

構造物調査評価表

識別番号	分類	係員	日付
1. 州	24. 連邦管理システム№	送付月日	
2. 地域	25. 管理分類№	保守検査	
3. 郡	26. 機能分類№	状態分析	
4. 都市, 町		評価点	
5. 調査ルート□にそった□の下の		費用見積	
6. 興味のある特徴		全般検討	
7. 構造物の能力	構造物データ	42. 業務の種類	
8. 構造物№	27. 構造年月日	43. 構造物の種類-メイン	
9. 所在地	28. □の□街□通り	44. " -アプローチ	
10. 最小垂直隙間	29. A D T 30年	45. スパンの数-メイン	
11. マイル地点	31. 設計荷重	46. " -アプローチ	
12. 道路区間№	32. 図面による概算幅(シールド付)	47. 水平総隙間	
13. 橋梁保護物に関する記事	33. Br 中間帯□なし□オープン	48. 最大スパン長さ	
14. " のマイル地点	□クローズド	49. 構造物の長さ	
15. " の区間長さ	34. 路止め石	50. 歩道, 右側フィート, 左側フィート	
16. 緯度	35. フレーヤー付構造物□イエス□ノー	51. Br 道路幅(縁石から縁石まで)	
17. 経度	36.	52. 床版幅(外側から外側まで)	
18. 物理的に傷つきやすい箇所	37.	53. 床版の上の垂直隙間	
19. バイパス, 迂回路の長さ	38. 航行規制□イエス□ノー	54. 下側の隙間, 垂直	
20. 有料橋□有料道路□自由道路	39. 垂直 フィート	55. " , 横方向右側	
21. 管理者	40. 水平 フィート	56. " , " , 左側	
22. 所有主	41.	57. 表面の摩耗	
23. F. A. P. №			
状態	材料	状態分析	等級判定 (○-○)
58. 床版			
59. 上部構造物			
60. 下部 "			
61. チャンネルおよびチャンネル保護物			
62. 陸橋および擁壁			
63. 予想残存耐用年数	65. アプローチ道路との心の一致		
64. 機能等級判定	66. 在籍物等級判定		
評価	記事		等級判定 (○-○)
67. 構造物の状態			
68. 床版の形状寸法			
69. 隙間の不足-垂直および横方向			
70. 安全荷重能力			
71. 水路の妥当性			
72. アプローチ道路との心の一致			
改修事項の提案			
73. 必要とする年度	完成年度	記事	
74. 業務の種類			
75. 工事の "			
76. 改修部分の長さ	フィート		
77. 設計荷重			
78. 道路幅	フィート		
79. 車線数	82. 適切な道路改修一年		
80. A D T (調整)	83. " 一種類		
81. 年			
改修工事費用	84. 米ドル		
備考			

アメリカ

United States

STRUCTURE INVENTORY & APPRAISAL SHEET

Revised 6-22-87

IDENTIFICATION		CLASSIFICATION		By		Date	
☐ State		☐ Fed Aid System		Inspector of Date			
☐ Hwy District				Maintenance Insp			
☐ County		☐ Administrative		Condition Analysis			
☐ Inventory Route		☐ Functional		Appraisal			
☐ Features Intersected				Cost Estimate			
				General Review			
☐ Facility Carried by Structure							
☐ Structure No. _____ of _____		STRUCTURE DATA		☐ Type Service		Code	
☐ Location		☐ Year Built		☐ Structure Type - Main			
☐ Min. Vert. Clearance, Inv. Rte.		☐ Lanes on Str. _____ under _____		☐ Approach			
☐ Milepoint		☐ ADT _____		☐ No. of Spans - Main			
☐ Road Section No.		☐ Design Load		☐ Approach			
☐ Defense Bridge Description		☐ Approx. Span Width "Feet"		☐ Total Horiz. Clearance		ft	
☐ Defense Milepoint		☐ Bx Median ☐ None ☐ Open ☐ Closed		☐ Max Span Length		ft	
☐ Defense Section Length		☐ Structure Flared ☐ Yes ☐ No		☐ Structure Length		ft	
☐ Left Side		☐ Sidewalk ☐ Yes ☐ No		☐ Deck Width (out-out)		ft	
☐ Right Side		☐ Approx. Roadway Width (curb-to-curb)		☐ Deck Width (out-in)		ft	
☐ Physical Vulnerability		☐ Navigation Control ☐ Yes ☐ No		☐ Vert. Clearance over Deck		ft	
☐ Approx. Deck Length		☐ Horizontal		☐ Underclearance - Vertical		ft	
☐ Soil Bridges ☐ On Toll Road ☐ On Free Road		☐ Lateral Right		☐ Lateral Left		ft	
☐ Confusion		☐ Wearing Surface					
☐ Owner							
☐ F.A.P. No.							
CONDITION		Material		Condition Analysis		Rating	
☐ Deck							
☐ Superstructure							
☐ Substructure							
☐ Channel/Channel Protection							
☐ Culvert & Retaining Walls							
☐ Estimated Remaining Life		☐ Approach Roadway Alignment					
☐ Operating Rating		☐ Inventory Rating					
APPRAISAL		Deficiencies		Rating		1-5	
☐ Structural Condition							
☐ Deck Geometry							
☐ Underclearance - Vertical/Horizontal							
☐ Safe Load Capacity							
☐ Waterway Adequacy							
☐ Approach Roadway Alignment							
PROPOSED IMPROVEMENTS		Completed		Describe (When?)			
☐ Near Need							
☐ Type of Service							
☐ Type of Work							
☐ Improvement Length		ft					
☐ Design Loading		ft					
☐ Roadway Width		ft					
☐ Number of Lanes		☐ Prop. Rdwy Improvement - Year					
☐ ADT		☐ Year		☐ Type			
COST OF IMPROVEMENTS				\$ _____,000.			
Remarks							

ス エ ー デ ン

渡る対象	Mjöllan 水路	写真番号 R 44-5	
		地図番号 42	
場 所	Odenslund	図面番号 No R 64	
		作業計画	
道路区域	44 Gråstorp-Lidköping		
自 治 体	Skaraborg County		

この橋梁は 1955 年制定の荷重で設計されている。

荷重の種類は	である
許容軸重 18t,	許容軸総重量 33.0 t
橋梁形式:	2 ヒンジラーメン橋
純 支 間:	6.4 m
計算支間:	6.8 m
橋 長	15.6 m
橋梁幅員	9.0 m
車両の高さ制限	無 1
平均高水位からフーチング下面までの高さ	4.2 m
斜 角	70°
地盤条件	岩
基礎形式	直接基礎
地盤の補強	無 1
取り付け盛土	無 1
アバットの材料	鉄筋コンクリート
上部工の材料	鉄筋コンクリート
床版上の防水層と舗装	膜防水層 + 5 cm の防膜コンクリート + 10~20 cm の路盤材 + 5 cm アスファルトコンクリート表層
水利権の確定	(日付)

爆破装置はとりつけられていない。

載荷試験は実施されていない。

検査は 1961 年 8 月 28 日, 主任検査官 A. Borga が行なった。

施工は 1960 年 Skaraborg country の地方道路局が行なった。

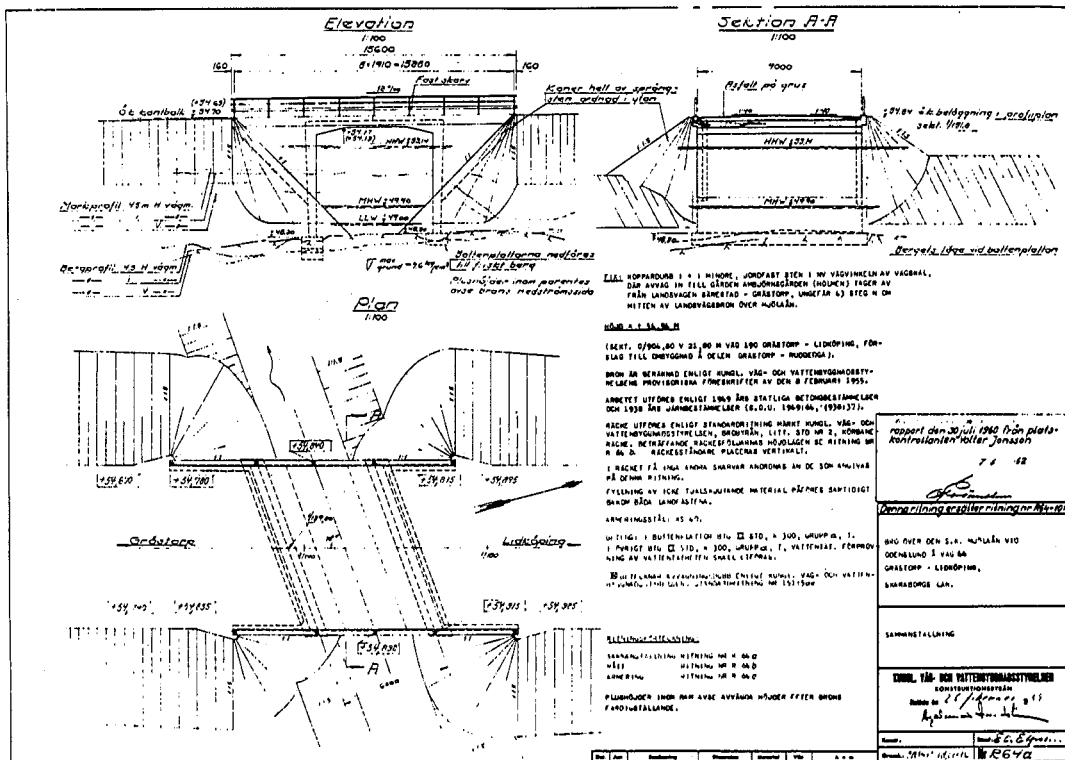
安全施設を除く施工費 63,000 スウェーデン クローン

特記事項

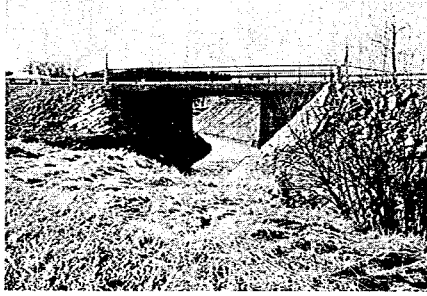
INSPEKTIONS- och UNDERHÅLLSBLAD nr

STATENS VÄGVERK

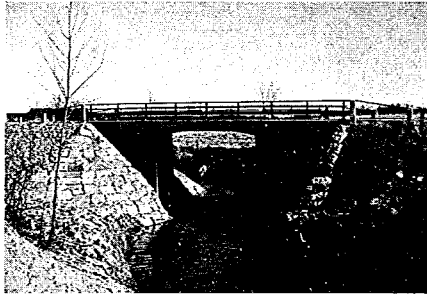
[illegible]



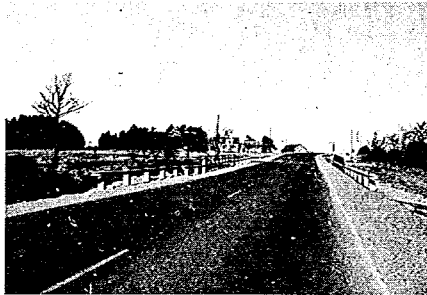
Odenslund の Mjölaan 水路上の橋



上流側



下流側



ド イ ツ

番号 道路台帳の内容

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 構造物番号 2. 構造物のファイル番号 3. 道路 km 4. 最寄りの都市／町（所在，または近くの） 5. 調査表ルート <u>所在</u>
 <u>下に</u> 6. 構造物の種類 ¹⁾ 7. 全長 ²⁾ 8. 道路幅 9. 手すり間の幅 10. 幅 11. 高さ 12. 保守責任者名 13. DIN 1076 による（設計基準） 14. 特殊車輛荷重 15. 備考，追加データ（日付） | <div style="font-size: 3em; line-height: 1;">}</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">データ</div> |
| | <div style="font-size: 3em; line-height: 1;">}</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;">メートル法による
道路分類</div> |

注:

- 1) 道路橋，鉄道橋，陸橋，擁壁，なだれ防止構造物など
- 2) 橋台の中心線に沿った全長
- 3) 新しい構造物または改修物に対する二次的路線はすべて省く。

橋梁図面帳

図面には次の事柄を明示すること。

斜角度: 北を示す矢印; 定期的に点検する一般のゼロ地点を基準としたベンチ・マーク; 支間; 明りょうな幅および長さ; 下側の最低端; 構造物の幅; 基礎の種類／型式; 地下水位; 橋梁の下の地下水位, 最高航行水位, 最高々水位; 橋梁の上の通路, 道路, 公共事業施設の位置および高さ, 間隔; 道路および自転車兼歩道の幅, 通路の位置, 傾斜および勾配; 構造物部材の主要寸法; 桁間隔; 鉛直および水平方向の曲率; 維持すべき航行区域

以 上

Anlage 2 zu DIN 1076

Brücken-Nr.

(Dienststelle)

Brückenbuch
(mit Beispielen)
nach DIN 1076

(Bezeichnung der Brücke)

Nr. der Brückenakte

1. Brückeneinzelblatt

Brücke
km im Zuge

1.1 Lage und Name der Brücke:

Straße, Wasserlauf 1) *L. I. O. Nr. 202* km *10,880*
 Name (falls vorhanden) *Kyllbrücke* in / bei *Oberhausen*
 kreuzt *die Kyll* bel km
 Bauwerksträger: *Land Rheinland-Pfalz*
 vertreten durch: *Straßenverwaltung Rheinland-Pfalz*
 Unterhaltspflichtige: *Land Rheinland-Pfalz*
 vertreten durch: *Straßenverwaltung Rheinland-Pfalz*

1.2 Beschreibung der Brücke 2):

Einfeld-Spannbetonbrücke mit 2 Hauptträgern, längs und quer vorgespannt

Spannsystem

Baustoff: *Fahrbahnplatte B 300, Widerlager B 160, Auflagerbänke B 225*
 Fahrbahnbelag: *6 cm Asphaltbeton*
 Rad- und Gehwegbelag: *2 cm Gußasphalt*
 Maßgebende Wasserstände: *M.W. ü.N.N. H.S.W. ü.N.N.*
H.H.W. + 391,25 ü.N.N. im Jahr
 Nächster Festpunkt: *Bahnhof Oberbettingen-Hillesheim*
H = 390,927 ü.N.N.

1.3 Tragfähigkeit

nach DIN 1072 Brückenklasse: *45*

für Schienenfahrzeuge:

Spurweite

Anzahl der Gleise:

Lastenzug

für Sonderfahrzeuge:

1.4 Baujahr *1955/1956* Bauzeit: *1.12.1955 bis 31.7.1956*

1.5 Ungefähre Baukosten

1.6 Tag der Inbetriebnahme: *20. November 1956*

1.7 Etwaige Veröffentlichungen über die Brücke:

1) Zu streichen, bzw. zu ergänzen.

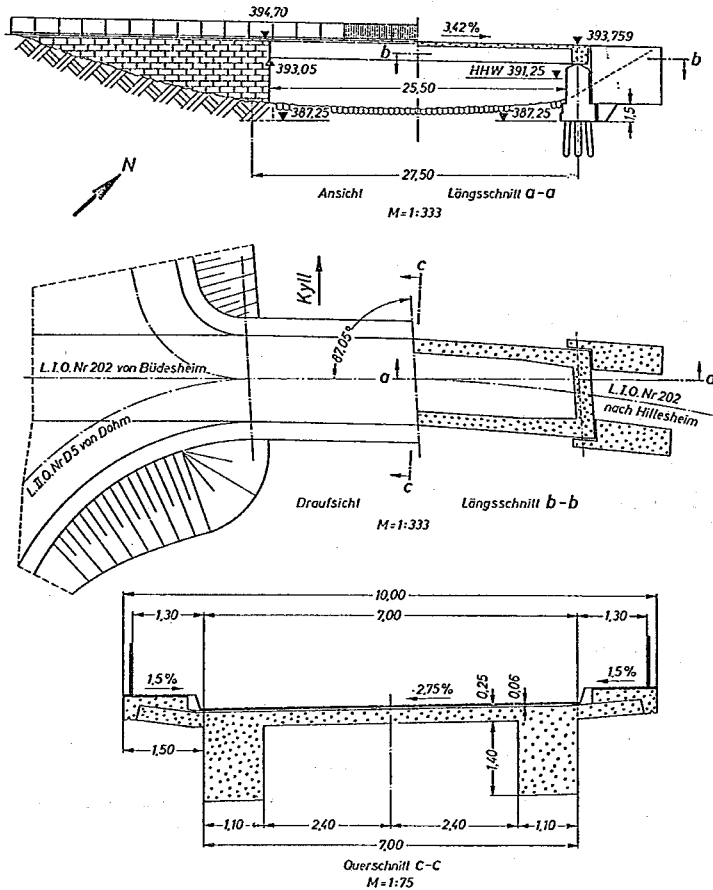
2) Gewölbe, Platte, Stahlträgerbrücke, Verbundkonstruktion ohne oder mit Vorspannung, Stahlbetonbrücke, Spannbetonbrücke — Spannsystem usw.

Brückennummer: Beispiel

1.8 Brückenskizze (Längs- und Querschnitt in Achse und senkrecht, Grundriss)

Die Skizze soll folgende Angaben enthalten:

Kreuzungswinkel, Nordpfeil, die regelmäßig einzumessenden Höhenmarken bezogen auf NN (mit Buchstaben zu bezeichnen), Stützweiten, Lichte Weiten, Konstruktionsunterkante, Bauhöhe, Gründungsart, maßgebende Wasserstände MW, HSW, HHW, Lage und Höhen überbrückter Gleise, Straßen und überführter Leitungen, Durchfahrthöhen und -weiten, Fahrbahn-, Rad- und Gehwegbreiten, ggf. Lage der Gleise auf der Brücke, Längs- und Quergefälle, Hauptabmessungen der Konstruktionsteile, Trägersabstände, Ausrundungshalbmesser, einzuhaltendes Schiffschiffsprofil.



Brücke _____
km _____ Im Zuge _____

2. Angaben über Sonderausrüstungen, Rohrleitungen, Kabel und dergleichen

Maschinelle Einrichtung
(kurze Beschreibung)

Eisbrecher

Rauchschutz

Elektrischer Fohrdraht

Erdung

Versorgungsleitungen (Anzahl, Art, Durchmesser, Lage)

Kabel (Starkstrom, Schwachstrom, Anzahl, Durchmesser, Lage)

Enthässerung der Brücke und Angabe der Vorflut

Beschilderung der Brücke (Änderungen der Beschilderung
sind mit Datum anzugeben)

Sonstiges: _____

3. Baukosten ohne Straßenanschlüsse und Rampen

der Gründung _____

des Unterbaues _____

des Oberbaues _____

Summe _____

本グループ構成員のリスト

Chairman: Mr. W. I. J. Price, United Kingdom

BELGIUM

Monsieur E. Dehan
Inspecteur Général des Ponts et Chaussées
Bureau des Ponts
Quai Banning 6
4000 Liège

Monsieur Y. Leroy
Ingénieur en Chef-Directeur des Ponts et Chaussées
Bureau des Ponts
Quai Banning 6
4000 Liège

M. Vaclav Veverka
Chef du Service Dimensionnement
Centre de Recherches Routières
Bd de la Wolouwe 42
1200 Bruxelles

CANADA

Mr. P. Chagoly
Head, Structural Research
Ministry of Transportation and Communications
1201 Wilson Ave.
Downsview 464
Ontario

FINLAND

Mr. Kalevi Falck
Civil Engineer
National Board of Public Roads and Waterways
Bridge Division
E. Esplanaadik 4
00130 Helsinki 13

FRANCE

M. Leger(*) et M. Chatelain
Ingénieur des Ponts et Chaussées
Département des Structures et Ouvrages d'Art
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58 boulevard Lefebvre
75732 Paris 15

GERMANY

Baudirektor Dr.-Ing. Deinhard
Hessisches Landesamt für Strassenbau
62 Wiesbaden
Wilhelmstrasse 10
Regierungsbaudirektor Lebek
Bundesanstalt für Strassenwesen
5 Köln 51
Brühlerstrasse 1

ITALY

Ing. Luigi Piccoli
Direzione Generale ANAS
Via Monzambano 10
Roma

*) Resigned as Chairman at the second meeting of the Group, held in January 1975 in Munich.

JAPAN Mr. Tetsuo Kunihiro
Chief
Bridge Section
Road Division
Public Works Research Institute
Ministry of Construction
4-12-52 Anagawa, Chiba-shi

NETHERLANDS Ir. R. Vellema
c/o Directie Bruggen van de Rijkswaterstaat
Koningin Julianalaan 372
Voorburg

NORWAY Mr. Knut Naess
Civil Engineer
Bridge Division
Norwegian Public Roads Administration
Box 8109
Oslo Dep
Oslo 1

SPAIN D. Ramón del Cuavillo Jiménez
Ingeniero Jefe de la Sección de Estructura y Túneles
Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales
Ministerio de Obras Públicas
Avda. del Generalísimo, 3
Madrid 3
D. José María Morera Bosch
Ingeniero de Caminos
Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción
Alfonso XII, 3
Madrid 7

SWEDEN Mr. Hilding Persson
Head of Bridge Maintenance Office
National Swedish Road Administration
Statens Vägverk
Rålambsvägen 3
Fack
112 59 Stockholm 12

SWITZERLAND Monsieur Rey
Service Fédéral des Routes et des Dignes
Monbijoustrasse 40
3003 Berne

UNITED KINGDOM Mr. W. I. J. Price
Head, Bridge Construction Division
Transport and Road Research Laboratory
Department of the Environment
Old Wokingham Road
Crowthorne
Berks RG41 6AU

UNITED STATES Mr. C. F. Galambos
Structures and Applied Mechanics Division
Office of Research
Federal Highway Administration
Washington D.C. 20591
Mr. S. Gordon
Bridge Division
Office of Engineering
Federal Highway Administration
Washington D.C. 20591

OECD SECRETARIAT Mr. B. Horn
Mr. B. Hueber

The rapporteurs of the report were:

Messrs. Leger, Horn, Price, Galambos, Gordon, Lebek, Falck, Naess, Persson.

The Members of the Editing Committee were:

Messrs. Price (Chairman), Falck, Galambos, Gordon, Horn, Hueber, Lebek, Naess.

あ と が き

この報告書は、各国における橋梁点検について紹介し、系統的な点検を行なっていくための主要な要件を指適したものである。ここでは橋梁管理システム全体のわく組みの中で橋梁点検をどのように位置づけるかという点を明確にしている。橋梁点検の多くの種類はその規模と頻度の形で整理を行ない、点検される橋梁の構成部分および部材はその主な損傷とともに細かくリストアップされている。特主な章としては組織、管理、訓練等に関するものや現に用いられている橋梁の情報管理システムの研究に関するものがある。点検のための部材等への接近手段や、多くの種類の評価技術、装置に関しても特に言及してある。国家的な規模での橋梁点検プログラムの計画、組織作り、実行のためにいくつかの方法が定案されている。この報告は点検に関する研究の必要性について細かな検討を加えてしめくくりとしている。