

# 国内外の検査員育成の状況と制度に対する要望

BMC 正会員 阿部 允 本州四国連絡橋公団 正会員 鈴木周一  
中電技術コンサルタント(株) 正会員 池田 誠 東京工業大学 正会員 市川篤司  
(株)橋梁検査センター 正会員 加藤昌彦 日本鋼管(株) 正会員 高尾道明

## 1. はじめに

経済成長に合わせて整備が図られてきた膨大な社会基盤施設は21世紀には経年劣化や機能の陳腐化が出はじめ、それらに対する手当てとして有効なメンテナンスを必要とする時代を迎えつつある。そして、そのための負担が財政の許容を超える可能性さえ出はじめている。従って、これからの維持管理技術者には既設構造物の安全と、国民の大切な資産を長持ちさせる技術を持つ能力が必要になるものと思われる。

以下、ここではそういった技術者をどのように育成しているか、一歩進んでいる米国の例を中心に紹介するとともに、技術や制度に求められている要望事項について示してみた。

## 2. 米国の検査員の資格制度とその育成について

本委員会では米国における橋梁検査員の育成方法や資格制度についてアンケートを中心に調べたのでその概要を示す。なお、詳しくは前回のシンポジウムの資料集<sup>1)</sup>に示したのでそれを参考にしてみたい。

### (1) 検査員の資格

米国は制度的に、1983年に検査員の重要性を国家的に意識し資格制度の原形がAASHTOに導入され、点検は国家認定点検員が行うことが義務づけられ、検査員の責任義務が明確に示されている。

### (2) 検査員の責任

① 橋梁検査員の5つの責任項目:公共の安全性と信頼の維持、正確な橋梁記録の提供、  
橋梁検査プログラムへの支援、公共投資の保護、法的責任の完遂

#### ② 公共の安全性と信頼の維持責任

橋梁検査員にとって第一の責任は、公共の安全性と信頼を維持することである。その意味で橋梁の安全性を保証するための設計技術者および検査員には以下に示す役割を持たせることにしている。

設計技術者:安全要素を含むこと、フェールセーフ的な設計をすること

橋梁検査員:橋梁の状態と劣化を識別できる検査、今の劣化状況と今後の予測記録する

#### ③ 公共投資の費用投資に対する責任

もう一つの責任は、橋梁への公共投資を保護することである。検査員は、コストのかかる大改修をする前に補修できる小さな問題を見つけ、さらに橋梁検査員は、橋梁の安全を維持し、費用のかかる架け替えを少なくともすむような補修や補強方法を示せなければならないとしている。

#### ④ 橋梁検査の手法(プログラム)に対する責任

橋梁検査プログラムは公共の税金で支えられている。従って、橋梁検査員は費用の面から公共に対して説明する責任を果たす項目として、米国橋梁検査基準(NBIS)では次の事が決められている。

・検査方法    ・検査頻度    ・検査員の資格    ・報告方法    目録

---

キーワード:維持管理、資格制度、点検員、検査員、トレーニングマニュアル

連絡先(〒261-7125 千葉県美浜区中瀬 2-6WBG マリブウェスト TEL 043-297-0207 FAX 043-297-0208)

### ⑤ 正確な橋梁記録の提供に関する責任

公に対する情報公開、説明責任のために正確な橋梁記録を要求する項目として次の内容が示されている。

- ・ 構造物の経歴書類の作成と維持
- ・ 橋梁維持の必要性の判断と評価
- ・ 橋梁補修の必要性の判断と評価

### ⑥ 法的責任

橋梁検査報告書は法的な根拠をもつ記録となるため記載は簡潔・明瞭・詳細・定量的でなければならない。

ちなみに、責任のとり方の説明として、後述するトレーニングマニュアル<sup>3)</sup>では以下に示す事例を具体的に示している。以下に示すものはその抜粋である。

#### 検査記録記載の例：

「桁は良好」という表現ではなく、例えば「縦桁の状態は良好であり、B桁とD桁は全長にわたって下フランジに軽いスケーリングがある。」とすべきであること。また、単に「床版の状態が悪い」ではなく「床版は30%の塩化物汚染があり、また多くのスポールが発生している。」という書き方がよいなどが示されている。

検査ノートはその報告を書いた検査員への相談なしに変更してはならない。橋梁検査は報告書に特別な記載がないかぎり、NBISに従って行わなければならない。

#### 無責任の結果：

基本的な責任を怠った場合、部門長や検査員個人が責任を負う。検査員はできる限り具体的で安全な報告を行うように努めなければならない。以下に示す項目は訴訟につながる可能性がある。

- ・ 安全確認の欠如
- ・ 伸縮継目・床版の欠陥・路面の欠陥やくぼみ、
- ・ 重要部材の欠陥による破損
- ・ またはその他の通行にとって危険となるもの
- ・ 下部工の洗掘崩壊
- ・ 不適切・不十分な荷重掲示の方法

#### コンサルタントが責任をとられた事例：

これは、トラックの運転手が、橋梁が関係する事故によって焼死したことに對し、コンサルタント会社が責任をとられた例である。トラクタートレーラが床版の大きな穴にはまり、進路がそれ、ガードレールを破り、30フィート下の地面に落下した。事故の10年前にコンサルタント会社は床版がひどく劣化していることを記録しており、交換が必要かどうかを決める試験を提案した。事故の2年前におこなった年ごとの検査報告では劣化も補修の提案もされていなかった。事故の1年前、コンサルタント会社から派遣された検査員は事故がおきた橋梁を含めて5日間で345の橋梁を検査していた。裁判所はコンサルタント会社が検査を怠ったとして、結果として生じる示談の75%をこのコンサルタント会社に課した。

### (3) 検査員の負うべき義務

#### ① 橋梁検査員の基本的な5つの義務

- ・ 検査の計画
- ・ 検査の準備
- ・ 検査の実施
- ・ 報告書の作成
- ・ 補修・維持管理の提案

#### ② 検査の計画

計画には、検査順序の決定・タイムスケジュールの決定・特別な検査方法(例えば、非破壊検査や水中検査など)の準備・現場記録の整理方法・交通規制の影響予測・十分に完璧な検査を容易におこなうためのその他の手段を含める必要がある。

### ③ 検査の準備

検査前に必要な準備として、適切な道具と機器の整理・橋梁構造資料の見直し・個々の検査橋梁に合わせた検査計画とする必要があることが示されている。

### ④ 検査の実施

検査に関する義務には、記録を明確にするために橋や部材に明確な番号を付けを行うこと。さらに、適切な構造やその特性を把握した上で適切な検査方法を選定することを遵守するよう示されている。

### ⑤ 報告書の作成

記録を残すことは、詳細検査にとって必ず必要である。検査員は十分な情報を収集し、広範囲で完全な報告書を作成すること。

### ⑥ 補修・維持管理に対する提案

最大の義務は補修・維持管理に対する提案をすることである。特に、対策の要否、安全確保の保証および橋梁の延命化を最大限はからなければならない。

## (4) 米国のトレーニングマニュアル

米国では検査員の制度化を進めるに当って、検査員の育成制度についても充実が図られている。今回の調査で調べたトレーニング制度やマニュアルに関する情報源を文末に添付した。この中で、特に、トレーニングマニュアル<sup>3)</sup>はおおいに参加になるものである。以下その概要を示す。

マニュアルではさまざまな種類の橋梁に対する検査および評価についての情報が示されており、特に、検査の着目項目と着目箇所についての知識を与えるものである。

内容的には橋梁検査員に必要な基礎知識、全米橋梁検査プログラム(National Bridge Inspection Program)の歴史、先史から現在に至るまでの材料・設計・方法・建設技術について示されている他、橋梁特有の構造原理、基礎的な構造理論、橋梁の材料・材質・形状・劣化原因やコンクリート・鋼などの基本的な橋梁材料の試験方法についても示している。さらに、各構造についての手法を、具体例を混じえながら記述している。その他、橋梁検査員の基本的、責任・義務や安全管理・準備・方法・装置・安全についても明確に示されている他、橋梁検査員のトレーニングにとって必要不可欠なさらなる指導基準や、検査記録の準備・記述・保存の方法および高度な定量的検査技術についても記載されている。

なお、トレーニングマニュアルには図-1、図-2に示すようになりに具体的に示されている。

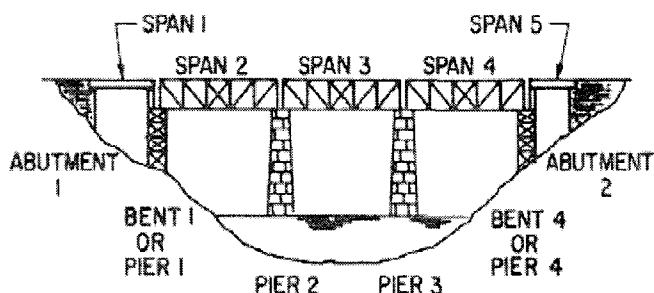


図-1 橋梁の番号付けの例

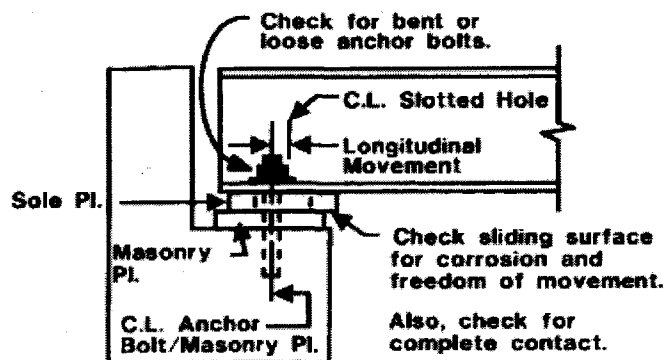


図-2 滑り支承の検査項目

### 3. 日本の道路橋

道路橋の点検員の育成については、代表的なものとして、(財)道路保全技術センターの行っているものがあり、主な内容は、建設省の橋梁点検要領(案)<sup>4)</sup>に基づいている。そこでは、研修受講の要件として橋の設計や維持管理について何がしかの経験を持っていることと、点検に従事するものは決められた研修を終了することを条件としていることにしており、一種の資格制度ともいえる。しかし、点検員の教育、研修に関しては必ずしも明確な決めは示されていない。また、橋梁点検員の公的機関による資格認定制度や点検員の責任や義務についても今のところ必ずしも明確にはなっていない。

それ以外でも、最近では各管理機関において点検・検査に関する講習会や実橋での実地訓練を含めた具体的な教育などが幅広く導入され始めている。しかし、どの場合も、資格認定制度として正規に導入しているものはない。また、そのための技術基準や技術水準としてオーソライズされたものもない。すなわち、対外的にも通用する法的な根拠に基づく正規の資格制度や、育成研修は今のところないといえる。

しかしながら、最近では、疲労や腐食および定量的診断(耐力、余寿命)といったより専門的技術を必要とする場面が急激に増えてきていることや、限られた資金を有効に投入していこうとする動きが急速に高まりつつあることから、LCCA(ライフサイクルコスト)やRM(リスクマネジメント)に関する技術習得や技術の構築にも力を入れているところが多くなりつつある。

このことから、一日も早く、何らかの形で、どの事業者からも、また、利用者からも信頼される技術と責任をもつ技術者を育成すると共に、公平で公正な信頼される公的(必ずしも国家資格でなくても第三者的おおよけ)資格制度の仕組みを作っていく必要があるように思われる。

### 4. 日本の鉄道橋

鉄道構造物の検査は、変状を発見することを主な目的とした「全般検査」と全般検査で発見された変状の対策をどんな方法で行うかについて行う「個別検査」からなる<sup>4)</sup>。この方法は、損傷が生じた後にそれを発見し、程度に応じて修復するいわゆる後追いのメンテナンシステムに基づくものである。それでも、これまで重大な事故を防いできたことや、設備の更新もそれなりにスムーズに行われてきた実績をもつものである。しかし、今後の課題がメンテナンスコストの削減や重大事故の防止を限られた要員で対処することにあることを考えると、従来の「後追いのメンテナンシステム」から、予防・保全を目標にした「計画的メンテナンス」や技術体制が必要になる。図-3はその一例を示すものである<sup>5)</sup>。

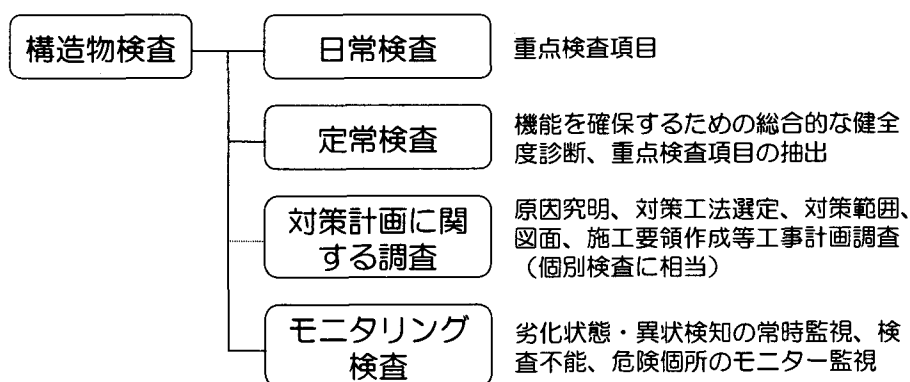


図-3 検査体系の新しい考え方

この方法では、最初の発見と異状の検知は医師に相当する専門家が十年ごと、例えば塗装周期ごとに「定常検査」として足場を利用して徹底した検査を行う。たとえ損傷が無かったとしても、その橋の問題点を「重点検査項目」として抽出し、次の定常検査までの点検項目とする。従来の全般検査に相当する「日常検

査」は重点検査項目のみについて検査を行う。これは病院でいう看護婦が医師の示した指示項目(重点検査項目)について検査する体制と同様である。これにより、効率的で見落としのない検査が実現する。また、専門家が一次検査を行うため、今は軽微でも将来重大な影響をもたらす損傷も初期の段階で発見し「簡易対策」として対処することも可能となる。これはメンテナンスコストの削減や構造物の延命化に最も効果のある手法である「予防・保全」の実現を可能とする。

特に鉄道では施設システムのメンテナンスに携わる技術者の年齢構成のうち、20～30才代の不足は歴然としており、これらに対する対策は至上課題となっている。そのためには、検査技術者一人一人の能力を今よりさらにレベルアップして、小人数でも効率的な検査ができるようにする必要がある。

検査員の育成については、鉄道は従来からから部内基準に基づく育成制度と部内資格制度はすでに位置付けられているが、道路と同様に、最近ではより定量的な診断や、投資の有効性を検査員に求められるようになってきたことから、(財)鉄道総合技術研究所等によって、専門家育成のトレーニングマニュアル等が作られ利用されている。なお、定量的診断については、新しい診断システムを開発し実務に導入されつつあり、いくつかの事業者ではすでに、OJTをベースにしたトレーニングが行われている。

## 5. これからの点検・検査技術者や資格制度に対する要望

橋のメンテナンスに従事する技術者には、橋の状態を正確に評価する検査・診断技術が必要で、そのためには橋の設計・施工技術に加えて技術発達の経緯、各種計測技術及び各設備に応じた変状特性等把握の仕方など多岐にわたる技術の修得が必要となる。しかし、これからの技術者はそのような経験を踏む機会が少なくなっている。そのために作業を全てマニュアル化しようとする動きもあるが、この方法は、仕事はこなせたとしても未経験からくる技術面での信頼性や作業の効率化は全く犠牲になってしまう。

そこで、幅広い橋の知識を全ての技術者が満遍なく理解することは困難であるので、対象構造毎に少数でも深い経験を積んだ専門家を継続的に育成し、その専門家を中心に自動化、機械化及びシステム化された検査機器等を活用した効率的なメンテナンス体制の構築が必要になってくる。

しかし、このような技術者は一朝一夕に育つものでもないし、事業者が一から育てる余裕もなくなっている。このようなことから、今後は技術者個人に対する資格制度を制定して、自分自身のライフワークとして自己研鑽できる仕組みを構築することが望まれる。同時に、資格を持った技術者は、技術は勿論のこと、社会から受けるある種の評価と待遇に相当する責任と義務を持つことになる。従って、このような制度は国民や事業者から誤解を受けないように、公正で公平なものであることが何にもまして必要な条件となるものと思われる。

また、いま、維持管理技術者に対し、社会的に要望されている能力の分野として以下のものがある。

- ① 橋本体やその周辺も含め幅広く変状や異常を発見し記録・入力できる能力をもつ者で、規定やマニュアルを十分理解できる能力
- ② 各構造分野やより専門的な調査・診断を行うことのできる深い専門性をもった能力
- ③ これらの結果を総合的に踏まえて最適投資(マネーマネージメント)、危機管理(クライシスマネージメント)およびリスク管理(リスクマネージメント)する能力

### (参考文献)

- 1) 土木学会:第一回鋼構造物の維持管理に関するシンポジウム 資料集、土木学会 鋼構造委員会 構造物の維持管理研究小委員会、1999.7.20
- 2) AASHTO:Manual for Maintenance Inspection of Bridges,1983
- 3) FHWA:Bridge Inspector's Training Manual/90,1991.5
- 4) 土木学会:建造物保守管理の標準(案)同解説・鋼構造物、1987.2
- 5) 阿部允:鋼鉄道橋における維持管理の現状と動向、第3回鉄道力学シンポジウム概要集、1999.6

橋梁維持管理技術者のトレーニングマニュアル調査

文献名	著者名	出典名	ページ発行年月日	発行元	キーワード
Bridge Inspector's Training Manual/90	Hartle,R.A.; Amrhein,W.J.; Wilson,K.E.; Baughman,D.R.; Tkacs,J.J.	FHWA-PD-91-015	613 1991/05		Bridge Inspection, Manals, Bridges(Structures), Nondestructive Tests, Bridge Maintenance, Accident Prevention, Inspection, Bridge failures, Bridge Tests, Load Bearing Capacity, Stress Analysis, Highway Bridges, Bearings, Bridge Parapets
Manual for Inspecting Bridges for Fatigue Damage Conditions	Yen,B.T.; Huang,T.; Lai,L.Y.; Fisher,J.W.	FHWA-PA-89-022+85-02	174 1990/01		Highway bridges, Fatigue(Materials), Inspection, Structural Analysis, Mechanical Properties, Damage, Crack Propagation, Fatigue Life, Stress Analysis, Preventive Maintenance, Brittleness
Underwater Inspection of Bridges	Collins, T. J.; Jarmakowicz, R. J.; Garlich, M. J.	FHWA-DP-80-1	117 1989/11		Highway Bridges, Bridge Foundations, Visual Inspection, Underwater Foundations, Structural Analysis, Traffic Safety, Erosion, Maintenance, Recommendations, Manuals
Inspection of Fracture Critical Bridge Members. Supplement to the Bridge Inspector's Training Manual	Harland,J.W.; Purvis,R.L.; Graber,D.R.; Albrecht,P.; Flournoy,T.S.	FHWA-IP-86-26	235 1986/09		Bridges(Structures), Highway Bridges, Inspection, Fracture Strength, Girders, Stress Analysis
Culvert Inspection Manual - Supplement to the Bridge Inspector's Training Manual	Arnout,J.D.	FHWA-IP-86-2	218 1986/07		Culverts, Manuals, Inspection, Bridges, Roads, Hydraulic Structures
MODERN INSPECTION AND MAINTENANCE PROCEDURES FOR RAILWAY STRUCTURES	ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC		1990/02		Inspection, Maintenance, Railway Structure, ESCAP, JARTS, JR Group, Developing Countries
Inspector Training	Washington State Department of Transportation	<a href="http://www.wsdot.wa.gov/TA/Bridge/insptrain.htm">http://www.wsdot.wa.gov/TA/Bridge/insptrain.htm</a>			Bridge Inspection, Training Classes, Federal Agencies, Private Sector Bridge Inspectors, NBIS, FHWA, Bridge Inspector's Training Manual 90, Local Agency Bridge Inspection Manual
NHI Course 13055 Safety Inspection of In-service Bridges	Virginia Department of Transportation	<a href="http://www.vdot.state.va.us/bridge/sbhi1.htm">http://www.vdot.state.va.us/bridge/sbhi1.htm</a>			Bridge Inspector's Training Manual 90, Training, Safety Inspection, In-Service Highway, NBIS
BMS Training for Bridge Inspectors	Federal Highway Administration	<a href="http://www.ota.fhwa.dot.gov/tech/struct/dp/71bi.html">http://www.ota.fhwa.dot.gov/tech/struct/dp/71bi.html</a>			BMS, Bridge Inspection Training Course, FHWA, NHI, Safety Inspection of In-Service Bridges
NHI Course 13429 Bridge Maintenance Training	National Highway Insitute	<a href="http://www.nhi.fhwa.dot.gov/courses/13429.html">http://www.nhi.fhwa.dot.gov/courses/13429.html</a>			Bridge Maintenance, Effective Management, Evaluation of Maintenance Alternatives, Materials Bridge Repairs, Available Equipment for Maintenance
NHI Course 13051 Bridge Management : Inspection Session	MICHAEL BAKER JR., INC.	<a href="http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13051des.html">http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13051des.html</a>			Highway Agency, Essential Bridge Inspection Data Requirements, BMS, National Bridge Inventory
PennDOT Refresher Course	MICHAEL BAKER JR., INC.	<a href="http://www.mbakercorp.com/hrscourse/refredes.html">http://www.mbakercorp.com/hrscourse/refredes.html</a>			Pennsylvania Department of Transportation, FHWA, Bridge Inventory, Appraisal Activities
NHI Course 13053 Bridge Inspector Refresher Course	MICHAEL BAKER JR., INC.	<a href="http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13053des.html">http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13053des.html</a>			Bridge Inspector's Training Manual 90, NBI Structure Inventory Items
NHI Course 13055 Safety Inspection of In-service Bridges	MICHAEL BAKER JR., INC.	<a href="http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13055des.html">http://www.mbakercorp.com/hrscourse/13055des.html</a>			Bridge Inspector's Training Manual 90, Safety Inspection, In-Service Highway Bridges, National Bridge Inspection Standards
鋼橋検査マニュアル	鉄道総合技術研究所		256		Bridge inspection;Manuals;Bridges(Structures);Bridge maintenance;Inspection;Bridge tests;Railway bridge;TOKAIDO SINKANSEN