

新生国土交通省国土技術政策総合研究所と独立行政法人土木研究所
——今後の橋梁への取り組み——

RESEARCH ACTIVITIES ON BRIDGES
AT THE NATIONAL INSTITUTE FOR LAND, INFRASTRUCTURE AND MANAGEMENT
AND THE PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE

佐藤弘史*、西川和廣**、中谷昌一***
Hiroshi SATO, Kazuhiro NISHIKAWA and Shoichi NAKATANI

ABSTRACT This paper introduces the National Institute for Land, Infrastructure and Management, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, and the Independent Administrative Institution, the Public Works Research Institute, which were established on April 1, 2001. The research on bridges, conducted so far at the Public Works Research Institute, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, are now being performed at the both Institutes. The research activities on bridges at the Institutes are described next, and future trend of bridge engineering follows.

KEYWORDS: 国土技術政策総合研究所、土木研究所、橋梁
National Institute for Land, Infrastructure and Management,
Public Works Research Institute, Bridges

1. まえがき

2001年4月1日に、国土交通省土木研究所は中央省庁等改革の一環として、独立行政法人土木研究所に移行し、新たに、国土技術政策の総合的研究体制を整備するため、国土交通省の土木研究所、建築研究所及び港湾技術研究所の3研究所の技術政策に係わる部門が統合し、国土交通省国土技術政策総合研究所が設置された。

また、従来国土交通省土木研究所において橋梁に係わる調査、試験、研究を実施してきた構造橋梁部も両組織に分かれ、国土技術政策総合研究所道路部橋梁研究室および独立行政法人土木研究所構造物研究グループにおいて研究が進められている。

本論文では、まず新組織の概要について記述し、次にそれぞれの組織で橋梁に関する研究がどの様に進められているかを記述し、最後に今後の橋梁あるいはその研究の方向性について述べる。なお、本論文は分担して執筆したため（5：西川、3：中谷、1, 2, 4, 6：佐藤）、各章のトーンが必ずしも統一されていないことを予めお断りしておく。

2. 新組織の概要

新たに設立された2研究所の組織の概要を、国土交通省土木研究所の組織と比較して表-1に示す。国土技術政策総合研究所の研究部には、国土交通省土木研究所の技術政策に係わる部門の他に、国土交通省建築研究所及び港湾技術研究所で従来実施されていた技術政策に係わる研究部門が加わってい

*工博 独立行政法人土木研究所 構造物研究グループ長

**工修 国土交通省国土技術政策総合研究所 企画部 評価研究官

***工修 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路研究部 橋梁研究室長

表－1 組織の概要

国土交通省土木研究所の組織	国土交通省国土技術政策総合研究所の組織	独立行政法人土木研究所の組織
所長	所長	理事長
次長	副所長	理事
研究調整官	副所長	監事
地質官	研究総務官	監事（非常勤）
<ul style="list-style-type: none"> ■ 総務部 ■ 企画部 ■ 環境部 ■ 河川部 ■ 下水道部 ■ ダム部 ■ 砂防部 ■ 道路部 ■ 材料施工部 ■ <u>構造橋梁部（基礎研究室、構造研究室、橋梁研究室）</u> ■ 建設マネージメント技術研究センター ■ 耐震技術研究センター 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 総務部 ■ 企画部 ■ 管理調整部 ■ 環境研究部 ■ 下水道研究部 ■ 河川研究部 ■ 道路研究部（道路研究室、橋梁研究室、道路空間高度化研究室） ■ 建築研究部 ■ 住宅研究部 ■ 都市研究部 ■ 沿岸海洋研究部 ■ 港湾研究部 ■ 空港研究部 ■ 総合技術政策研究センター ■ 高度情報化研究センター ■ 危機管理技術研究センター 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 総務部 ■ 企画部 ■ 技術推進本部 ■ 材料地盤研究グループ ■ 耐震研究グループ ■ 水循環研究グループ ■ 水工研究グループ ■ 土砂管理研究グループ ■ 基礎道路技術研究グループ ■ <u>構造物研究グループ（橋梁構造、基礎）</u>

る。

独立行政法人土木研究所は、組織の機動性を高めるため、従来の部室制ではなく、研究領域毎に研究グループを設置し、その下に各研究分野を担当する上席研究員を配置している。

国土交通省土木研究所の構造橋梁部に関する組織については下線を付し、研究室あるいは上席研究員のレベルまで示している。構造橋梁部の基礎研究室および構造研究室で実施していた研究課題は構造物研究グループに引き継がれた。また、橋梁研究室で実施していた研究課題の大部分は国土技術政策総合研究所道路研究部橋梁研究室に引き継がれたが、一部構造物研究グループに引き継がれたものもある。

なお、新たな研究所の詳細についてはそれぞれのホームページ（国土交通省国土技術政策総合研究所 <http://www.nilim.go.jp/>、独立行政法人土木研究所 <http://www.pwri.go.jp/>）を参照されたい。

3. 国土技術政策総合研究所における橋梁の研究

3.1 国総研としての橋梁研究室の役割

国総研は、以下のような役割を担うものとして整理されている。

- ・国土交通省の政策企画立案の支援
- ・法令に基づく技術基準の策定
- ・直轄事業の執行・管理に必要な研究開発や地方公共団体などへの技術指導

橋梁研究室は道路研究部に所属し、「道路橋の整備・活用に関する施策提言」、「道路橋示方書をはじめとした設計基準類の整備」などに関係する研究を行い、積極的に国土交通省の道路行政施策に対する技術的支援を行うこととなる。

3.2 国総研における橋梁の研究

ここでは、現在進めている主な研究の概要を述べる。

(1) 道路橋の計画的管理手法に関する研究

我が国の道路橋ストックは既に14万橋（橋長15m以上）に迫る膨大なものになっており、とくに高度成長期頃に集中的に建設された経緯を踏まえると^{1), 2)}、厳しい予算と人員の制約条件の下で、これらを効率的に維持管理し、有効利用を図っていくことは非常に重要な課題であり、橋梁研究室では、道路橋の計画的管理手法を確立するための諸研究に取り組んでいる。

とくに、近年、資産の有効活用を図る手法（概念）としてアセットマネジメントという言葉がよく使われているが、この一般的な概念は、金融資産などを効果的かつ効率的に運用することでその拡充を図るマネジメント（およびその手法）を指していると考えられる。一方、道路橋などの公共財のマネジメントについてもこれらになぞらえて議論されることがある。すなわち、道路橋資産の持つ物理的な価値のほかに経済活動の基盤としての価値を評価し、道路橋資産そのものを直接的に運用して増やすわけではないが、日々の維持管理を通じて効果的かつ効率的にその機能を保全し、投資によって生み出された価値を失わないようにマネジメントを行う手法の確立が期待されている。

道路橋の計画的管理を成立させるためのマネジメントの体系（あるいは必要な要素）については、現在のところおおむね図-1のように考えている。

このなかで特に重要なのが、『資産の把握』と『その評価』であり、とくに資産状態が適切な指標で把握されてはじめて、健全度などの現在価値の評価やそれらの将来予測が可能となり、さらには、マネジメントの具体的な施策である補修や補強などの時期・規模・方法などが決定できるのであり、資産状態に関する適切なデータベースの構築はとくに急務であると考えている。

現在でも橋梁点検要領などに則った点検が行われているが、健全度評価や劣化予測手法と連動してマネジメントを最適化するためにはどのような情報が必要か、その情報を得るためににはどのような点検が必要で、また、例えば損傷要因の体系化など、どのような点検支援策が必要なのかについて、広範な研究を行っていく必要があり、従来より継続しているライフサイクルコストの評価や、健全度や劣化度の評価手法のあり方などに関する検討と併せて、道路橋の計画的管理手法について幅広い観点から、積極的に政策提言を行っていく予定である。

(2) 道路橋の設計基準に関する研究

国際化への対応、透明性の確保、競争力の向上等を目標として、各種技術基準が性能規定化されつつあるなかで、道路橋の技術基準に関しても、性能照査型の規定に移行すべく現在道路橋示方書の改訂作業を行っている。

現在行っている改訂作業は、2段階改訂の第1段階と位置づけ、将来の本格的な性能照査型規定への移行を念頭にしつつも、従来の基準との整合や実務への混乱の回避などにも考慮し、編構成を踏襲

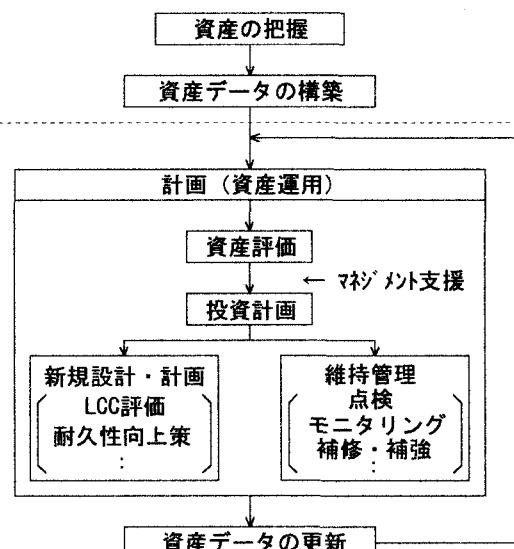


図-1 アセットマネジメントの体系

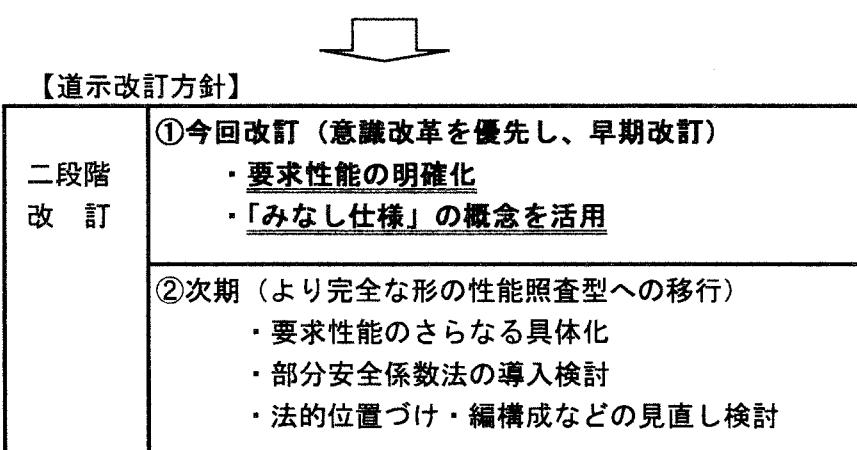
するなど現行の枠組みを残し、また「みなし適合仕様」という概念を活用しての改訂を予定している。

ただし、今後性能照査型の基準をより完成度の高いものにするためには、解決すべき課題も数多く残されており、橋梁研究室では、道路橋設計基準の性能規定化の完成に向けて、要求性能の明確化、必要な社会システムの整備の方向性などについても研究を行っていく予定である。

また、性能規定化の完成には、許容応力度設計法を中心とした現在の設計体系そのものや骨組格子解析を前提とした設計法などについても、要求性能に対してより直接的かつ合理的な照査法への見直しの検討は不可欠であり、設計体系の見直しや新しい設計技術による橋梁設計手法の構築など必要な検討を実施していく予定である。

● 2段階改訂による性能照査型への移行

- ①完成度の高い性能規定型への移行は時間を要する。
- ②現場の混乱を避ける。(意識改革を優先)



● 現行示方書の構成を踏襲し、現行示方書から要求性能を抽出して規定。

原則として、現行規定を「みなし適合仕様」（性能を満足する一方法）として残す。

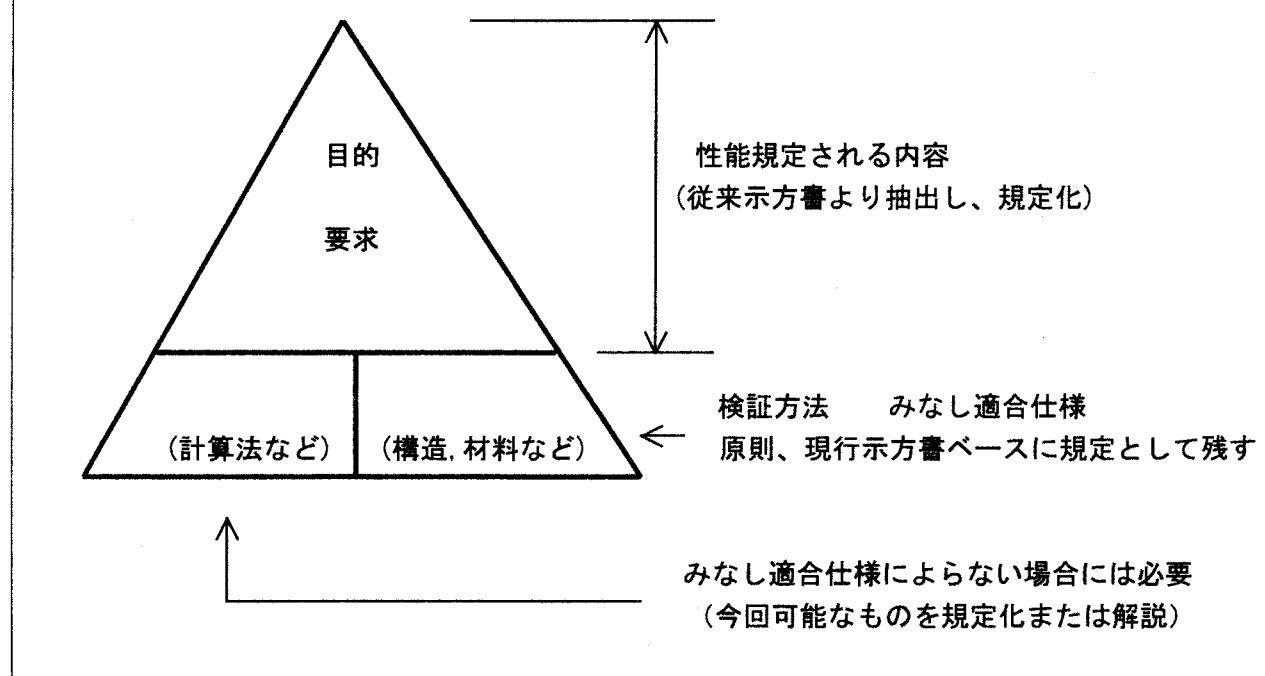


図-2 性能照査型に向けた道路橋示方書の二段階改訂のイメージ

(3) 道路橋の耐久性向上に関する研究

道路橋の損傷実態調査や架換実績調査³⁾などによっても、付属物の損傷などを除いて経年に道路橋の耐久性を阻害する要因は少なく、コンクリート床版の疲労耐久性が示方書の数度の改訂を経てかなり向上している現状にあっては、重大な耐久性阻害要因は、塩化物イオンの浸透による鋼材の腐食である塩害と鋼部材に発生する疲労損傷となっている。

塩害については、それまでの知見を集めたものとして昭和59年に塩害対策指針（案）⁴⁾が出されているが、現在まで北陸地方などの塩分環境が厳しい地域では、塩害対策指針以前の橋梁を中心に大規模な補修や架け替えなどを余儀なくされている状態である。また、従来のかぶりによる塩害対策は塩化物イオンの浸透に一定の効果が期待できるものの厳しい環境においては塩害を防止できていないなどの問題も指摘されており、かぶり以外の対策についての基準化が急務となっている。

橋梁研究室では、全国の損傷実態とその要因について広範に調査を実施するとともに、特に損傷の厳しい地域に適用できる鋼材の防食技術など、塩害対策として要求すべき事項や品質などの性能について研究を行い、技術開発の方向性についても提案していく。

一方、疲労については、海外では以前より道路橋に対しても疲労設計が行われることが多く、日本でも日本鋼構造協会によって設計方法が提案される⁵⁾など活荷重に対する設計法や継手強度などについては一定の知見が蓄積されてきている。

ただし、従来疲労損傷が生じている例は、二次応力や応力集中によるものがほとんどであり、各種のモデル化や仮定が前提となっている設計計算によって得られる応力を用いて行われる従来の疲労設計法は適用範囲が限定されるなど解決すべき課題も多い。一方で活荷重実態の厳しい鋼製橋脚において疲労損傷の発生が報告されるなど、設計において多様な構造物あるいは部材の疲労耐久性を適切に評価できる手法の確立は極めて重要である。

橋梁研究室では応力照査によって適切な疲労耐久性の評価できる手法の確立と、その適用範囲の拡大を図るために、実橋の応力計測や設計法の開発を行っていく予定である。

4. 独立行政法人土木研究所における橋梁の研究

4.1 独立行政法人土木研究所の業務の進め方

独立行政法人通則法第二条によれば、独立行政法人は「国民生活及び社会経済の安定等の公共上の見地から確実に実施することが必要な事務及び事業であって、国が自ら主体となって直接に実施する必要のないもののうち、民間の主体に委ねた場合には必ずしも実施されないおそれがあるもの」を「効率的かつ効果的に」行うために設置される法人、と定義されている。また、独立行政法人土木研究所法第三条によれば、その目的は「土木に係わる建設技術に関する調査、試験、研究及び開発並びに指導及び成果の普及等を行うことにより、土木技術の向上を図り、もって良質な社会資本の効率的な整備の推進に資すること」と記述されている。

独立行政法人土木研究所の業務運営に関しては、国土交通大臣より中期目標が指示され、この中期目標を達成するため、独立行政法人土木研究所は中期計画を作成し、国土交通大臣の認可を受けている。また、中期目標の策定・変更、および中期計画の認可に当たり、独立行政法人評価委員会は国土交通大臣に意見を具申し、さらに、独立行政法人土木研究所は実績報告書及び事業報告書を独立行政法人評価委員会に提出し、評価あるいは勧告を受けることとなっている。

中期目標の期間は、平成13年4月1日から平成18年3月31日までの5年間であるが、この間に中期計画を確実に実行することが、独立行政法人土木研究所にとって第一義的に重要なことと考えられる。なお、中期目標および中期計画は、上述の独立行政法人土木研究所のホームページにその全文が掲載されている。

4.2 中期計画に示された研究開発の基本方針

中期計画では以下の方針で研究開発を進めることとなっている。

①土木技術の高度化及び社会資本の整備・管理に必要となる研究開発の計画的な推進

②社会資本の整備・管理に係わる社会的要請の高い課題への早急な対応

このうち、②については表-2に示す14のテーマを重点プロジェクト研究として重点的かつ集中的に実施し、研究評価内部委員会、土木研究所研究評価委員会において、研究の着手前、中間段階、及び研究の完了後に評価が実施され、結果が公表されることになっている。

表-2 重点プロジェクト研究テーマ

ア) 安全の確保に係る研究開発
1. 土木構造物の経済的な耐震補強技術に関する研究
2. のり面・斜面の崩壊・流動災害軽減技術の高度化に関する研究
3. 水環境における水質リスク評価に関する研究
4. 地盤環境の保全技術に関する研究
イ) 良好的な環境の保全・復元に係る研究開発
5. 流域における総合的な水循環モデルに関する研究
6. 河川・湖沼における自然環境の復元技術に関する研究
7. ダム湖及びダム下流河川の水質・土砂制御技術に関する研究
8. 閉鎖性水域の底泥対策技術に関する研究
9. 都市空間におけるヒートアイランド軽減技術の評価手法に関する研究
ウ) 社会資本整備の効率化に係る研究開発
10. 構造物の耐久性向上と性能評価方法に関する研究
11. 社会資本ストックの健全度評価・補修技術に関する研究
12. 新材料・未利用材料・リサイクル材を用いた社会資本整備に関する研究
13. 環境に配慮したダムの効率的な建設・再開発技術に関する研究
14. 超長大道路構造物の建設コスト縮減技術に関する研究

4.3 構造物研究グループにおける研究

上席研究員およびその指導に従って研究を実施する職員をチームと呼んでおり、構造物研究グループには、橋梁構造チームと基礎チームが属している。橋梁構造チームの担当分野は、橋梁の耐風設計、橋梁上部構造の維持管理、道路交通振動、長大橋上部構造に関する調査・研究・開発である。一方、基礎チームの担当分野は、基礎の設計・施工、橋梁下部構造の維持管理、仮設構造物の設計施工、長大橋下部構造に関する調査・研究・開発である。

先に述べた重点プロジェクト研究に関しては、以下に示したテーマのうち、当グループに関連する

表-3 構造物研究グループに関係の深い重点プロジェクト研究

研究テーマ	中期目標期間中の研究成果
10. 構造物の耐久性向上と性能評価方法に関する研究	<ul style="list-style-type: none">・解析及び実験による橋梁の性能検証法の開発・地盤強度のばらつきを考慮した地中構造物の安全性評価法の開発・大型車の走行による橋梁の応答特性の解明及び重量制限緩和技術の開発
11. 社会資本ストックの健全度評価・補修技術に関する研究	<ul style="list-style-type: none">・将来の維持管理を軽減する橋梁及び舗装の戦略的維持管理手法の開発・土木構造物の健全度評価のための非破壊検査・監視技術の開発・補修の必要性を判定するための損傷評価手法の開発
14. 超長大道路構造物の建設コスト縮減技術に関する研究	<ul style="list-style-type: none">・超長大橋の新しい形式の主塔、基礎の耐震設計法の開発・耐風安定性に優れた超長大橋上部構造形式の開発・薄層化舗装、オープングレーティング床版技術の開発

分野について精力的に研究を進めていくつもりである。

このうち、研究テーマ10は主として橋梁を設計施工する場合に用いる技術の開発である。近年、技術基準の性能規定化が進められており、構造物に要求される事項を性能で記述する動きにあるが、このテーマでは、構造物が要求性能を満たしているかどうかを評価・検証する技術について研究・開発するものである。

また、研究テーマ11は既設橋の維持管理に関する技術の開発である。既設の橋梁の点検、診断、健全度評価および補修を、効率的かつ的確に実施していくための技術を研究・開発するものである。

研究テーマ14は長大橋に関する技術の開発である。このテーマでは、建設コスト縮減を目指し、新形式の構造を研究・開発するものであるが、その成果は長大橋のみならず、通常規模の橋梁にも反映されることを念頭に置き、研究を進めている。

以上述べたように、上記のテーマは道路橋にとっていずれも重要な課題と考えており、国土技術政策総合研究所橋梁研究室と連携をとりながら研究を実施している。国土技術政策総合研究所橋梁研究室も独立行政法人土木研究所構造物研究グループも、道路橋の整備・管理というサービスに対して技術的に支援を行うという点は共通と考えている。ただし、国土技術政策総合研究所ではそのサービスのレベル、あるいは道路橋に要求される性能などを決めるに当たり技術的に支援することが中心になろうと思われるのに対し、独立行政法人土木研究所ではサービスの実現あるいは要求性能の実現に当たり技術的に支援することが中心になるものと思われる。いずれにしても当面は、従来の国土交通省土木研究所構造橋梁部が果たしてきた役割を、漏れの無いようにどちらかの機関で果たしていくことが必要であると考えている。なお、民間の研究機関との対比でいえば、先に述べた独立行政法人通則法にあるように、独立行政法人土木研究所で実施すべき研究は、リスクの大きな研究開発、あるいは市場が確立されていない研究開発が該当するものと思われる。

5. 橋梁の研究の方向性 ー国際化に向けた道路橋の設計ー

5.1 橋の設計にとって国際化とは

最近、IT技術の進歩には目覚ましいものがあり、インターネットを通じて情報の往来に関しては、全く国境が存在しない状況になりつつある。さらにこれをインフラとして、電子商取引（EC）が大きく飛躍を遂げようとしている。

産業界を眺めてみると、うまくITの波に乗ったいわゆる勝ち組と、乗り遅れた負け組とに二分されつつある。現時点では橋を含めた我が国の建設業が、いわゆる勝ち組に分類されることは残念ながらほとんどなく、むしろ改革の遅れた生産性の低い業種の代表として取り上げられることが多い。

このような時代を迎え、我が国の橋梁技術はどのような方向に向かうべきなのか、設計法と設計基準の両方を念頭に置いて考察してみることにしたい。

橋の設計における国際化とは、

- 1) 一国でしか通用しないローカルルールが認められない世界になりつつあること
 - 2) 「より良いものをどこからでもより安く」という価格競争から逃れられないこと
- の2点に尽きるであろう。

国際化の時代、もっとも大切なことは、競争に勝ち残ることのみならず、日本の技術動向が、世界の橋梁技術の方向に大きな影響力を持つことである。そしてそのためには、世界の注目を集めよう提案や付加価値を載せた作品を生み出してゆくしかないと考えられる。そのためには、我が国の強みである、最新の電子ツールをどれだけ有効に活用できるかということも大きな要素である。

5.2 インターナショナルとグローバル

国際化といえば、「インターナショナル」と「グローバル」という二つの言葉が浮かんでくるが、実は両者には大きな違いがある¹⁾。

インターナショナルという言葉には、ナショナルという言葉が含まれていることでもわかるように、

あくまでも国家の存在が前提となっており、各国の国益が相違する中での政府間の交渉あるいは調整というイメージがある。

これに対し、グローバルという言葉には、国境の存在はほとんど意識されていない。いわゆる、ボーダレスに近い語感が強く、必ずしも主役は政府ではない。

今、盛んに議論されている国際化とは、いったいどちらを指しているのだろうか。これをまず最初にはつきりさせておく必要があろう。

まずインターナショナルという面から考えると、国家間の主導権争いという図式が浮かんでくる。貿易の枠組み作りや ISO の諸規定などに関する、いわゆる国際標準の策定の動きは、こちらに属すると考えられる。

この点については、植民地経営の経験豊かな EC 諸国と、強い政治力と軍事力に支えられた米国とに挟まれて、我が国の発言力は経済力の割には強いとは言えない。

昨今、日本企業の ISO9000 シリーズや、14000 シリーズの資格取得が盛んであるが、現在のところ、資格更新のたびに家元に金が入る仕組みを国際機関の名の下に確立した、欧州連合の勝ちである。

このような活動については、歴史の違いで如何ともしがたいところもあるが、我が国にとっては大きなハンデと言わざるを得ない。しかし、耐荷力や信頼性の分野については、今から主導権を握るのはほとんど不可能であるが、耐震性と耐久性の分野については、今後の成り行きによっては、まだまだリードしてゆけるのではないかと考えられる。

一方、グローバルという観点から考えると、よりよいものを安く提供できたものの勝ちである。今後、我が国の取るべき方向は、どこの国にでも通用するような魅力のある橋を reasonable な価格で提供してゆくことしかないと考えられる。

5.3 良い設計基準とは？

次にどのような設計基準が国際化時代に良い基準といえるのか、そして、具体的にどんな研究開発を推進したらよいのかについて考えてみたい。

良い〇〇、最適な〇〇といった表現を用いる場合、まず「誰にとって」良いのか、最適なのかを明らかにする必要がある。橋の設計基準としては、少なくとも以下の 3 種類に分類されると考えられる（表-1）。

基準作成者にとって良い基準とは、理論的、体系的に整合のとれた基準、最新の理論体系に準拠した基準であろう。すべての損傷が同じ確率で生じるように、信頼性理論に基づいて安全係数を調整しようとするのが限界状態設計法の一つの側面であり、理論的には最適と言いうる設計基準ではある。しかしそのためには、現実に生じている損傷とその原因についての膨大なデータの収集と分析が必要である。また、過去のデータはともかく、将来変化する可能性の高い現象の確率分布を想定することは、経済学者の景気予測と同様当てにならないという難点がある。

自分の研究成果が反映された基準というのも、良い基準かもしれない。しかし、気を付けないと基準作成者の自己満足になってしまうおそれがある。

次に設計者あるいは発注者にとって良い基準というのが考えられるが、これは正反対の二つのタイプに分類される。

タイプ A は、設計モデル、解析法、設計荷重や許容値、使用材料とその選び方、支間によって最適な橋梁形式が一義的に決まってしまうような、懇切丁寧な設計基準である。なによりも設計が容易であり、誰が設計しても同じ成果が得られるので、横並びで似たようなケースと比較しておけば、大きな間違いは生じないというメリットがある。

しかし、新たな技術開発へのインセンティブに欠けるため、気を付けないと技術の停滞を招き、相対的な競争力が低下してしまう。

これに対しタイプ B は、設計者及び発注者の能力が發揮しやすい基準である。多様な選択肢が許容され、新たな技術開発や発想を引き出すような、いわゆる性能規定期的な基準がイメージされる。設計

表－4 良い設計基準とは？

1－基準作成者にとって良い基準 基準作成者に最大の満足を与える基準 <理論的整合性、最新理論の採用 etc.>
2－設計者（発注者）にとって良い基準 ・タイプA－設計者（発注者）の労力と責任を最小化する基準 <高い技術力は不要、責任は示方書（国）が負ってくれる etc.> ・タイプB－設計者（発注者）の能力を最大限発揮できる基準 <自己をアピールできる、競争力が高まる etc.>
3－利用者（納税者）にとって良い基準 多様な要求に対応可能な基準 <選択肢が増える、行政が効率化できる etc.>

者及び発注者は、常に新たな提案とその説明を求められる緊張を強いられるが、技術の進歩は大いに促進され、競争力の増進に寄与する事によう。

最後は、利用者、納税者にとって良い基準である。これはとりもなおさず、魅力的で安全に対して信頼性が高く、耐久性があつてかつ経済的な橋が設計される基準である。利用者、納税者にとって、基準がどんな形をしていようと関係ないわけで、強いて言えば、保証された橋が適切な負担でできればいいわけである。

今、橋の設計基準は、大きく舵を切るべき時期に来ている。今回の道路橋示方書の改訂では、2のタイプAからBへ、確実な一步を踏み出すこと、そして結果として3の方向に向かって進化して行くことを目標としている。

5.4 世界をリードする設計法とは？

ここで述べたいのは、設計ツールとしてのコンピュータの劇的な進化と小型化の活用である。原稿書きや電子メールにしか使っていないパソコンでも、かなりのレベルの立体FEMや非線形動的解析ができる。方法論さえ確立されれば、計算機の容量や計算時間など、すでに問題にはならない時代になったのである。このすばらしい道具を使いこなさないで、どうして世界一の橋梁技術大国を目指せるだろうか。

それでは具体的になにをすればよいのだろうか？

我々の大先輩方が、苦労して確立してこられた橋梁工学（主として構造工学）は、基本的には手計算を前提としている。確かにコンピュータは多用されるようになったが、あくまでも補助手段としての域を出ていないのが現実である。いかにして貧弱なツールで複雑な構造を解くかに多大な労力が注ぎ込まれてきたわけであり、数々の簡易計算式や補正係数、図表等が努力の結晶として残されている。

さて、現在、あらゆる構造を立体的にあるいは動的に解析することのできる道具が安価に手に入るようになった。記憶容量も計算速度も、もっとも人手と時間がかかる要素分割までも、飛躍的に改善が進んでいる。もはやブラックボックスなどと言って忌避している時ではなく、これを使いこなして「どんな橋を実現するか」にパワーを集中すべきである。

従来の橋梁設計の中心であった静的な死活荷重に対する照査、座屈や降伏に対する照査については、部材ごとに設計する方がわかりやすいかもしない。しかし、実際の橋に生じる可能性の高い、疲労問題や耐震性能については、橋全体系あるいは局部的な部材形状に対する動的な力の流れとして取り扱う方が、はるかに現実の現象に即していると筆者は考える。

ただし、伝統的設計法で扱われる応力という概念は、部材力を断面定数で割った仮想の数値であり、FEMで直接求められる応力は、力の流れそのものであるから、安全性や供用性を判断する方法論から変えていかなければならない。

しかし現時点でも、桁橋の設計において床版の荷重分配効果や力の流れを考慮することにより、2主桁橋ほか、新しい橋の形が生まれてきている。この面で世界の先頭に立つには、立体FEMや動的解析により、直接構造設計を行うための方法論（力学的な照査方法、寸法の初期値設定など）を早く確立することであると考える。

5.5 結局は魅力的な橋をつくること

ISO等で国益をかけた駆け引きが行われているが、世界中の知恵を集めれば良い設計基準はできるかもしれないが、良い橋ができるかどうかは別の問題である。

したがって、近い将来、基準、設計ツール、ソフト、人的なトレーニングシステム、成果の正当な評価、などのインフラが備わった国の（国という単位ではなくなるかもしれないが）橋梁技術が世界を牽引することになろう。できれば我が国がその中心でありたいものである。

6.あとがき

2001年4月1日に新たに設立された、国土交通省国土技術政策総合研究所および独立行政法人土木研究所の概要について説明し、それぞれの組織における橋梁に関する研究の状況、ならびに今後の橋梁あるいはその研究の方向性について述べた。これからも国土交通省および両機関の連携はもちろんのこと、大学、民間等の関係する機関との連携を密にしながら、道路橋の整備・管理に係わる技術の向上に努め、これを通じて豊かで質の高い暮らしの実現に貢献したいと考えている。今後も引き続き、関係各位のご指導ご鞭撻をお願いする次第である。

参考文献

- 1)西川和廣：道路橋の寿命と維持管理、土木学会論文集、No.501/1-29, 1994.10
- 2)西川和廣：ライフサイクルコストを最小化するミニマムメンテナンス橋の提案、橋梁と基礎、1997.8
- 3)建設省土木研究所：既設橋梁の架替えに関する調査結果、土木研究所資料第3512号、1997.10
- 4)（社）日本道路協会：道路橋の塩害対策指針（案）・同解説、1984.2
- 5)（社）日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説
- 6)寺島実郎：国家の論理と企業の論理、1998.9、中公新書
- 7)西川：国際化に向けた道路橋の設計法、橋梁と基礎 2000.8
- 8)西川、中谷、小野、中洲：超高性能ゲーム機時代の橋梁設計、土木技術資料 43-1、2001.1

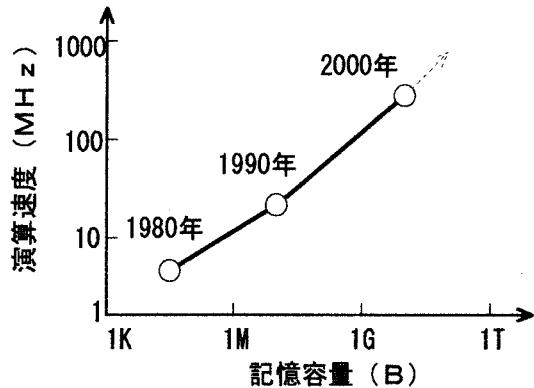


図-3 コンピュータの容量及び計算速度の変化