

## 「構造物メンテナンス研究センター」の担う役割と活動

Missions and Activities of Center of Advanced Engineering Structural Assessment and Research  
(CAESAR)

吉岡 淳 \*

Atsushi YOSHIOKA

**ABSTRACT:** With recent rapid increase in demand for the structural condition assessment and rehabilitation of existing highway bridges, CAESAR, Center for Advanced Engineering Structural Assessment and Research was established in April 2008, as one of the four Research Institutes and Centers of the Public Works Research Institute, Tsukuba, Japan. This paper reviews the background, mission, organization, and focuses on activities and research areas of the new organization, CAESAR, and discusses their impacts on highway bridge administrative practice.

**KEYWORDS:** *highway bridge, older bridge, deterioration, maintenance, structural assessment, disaster mitigation*

## 1. はじめに

独立行政法人土木研究所では、既存構造物の適切な維持管理への社会的ニーズの高まりを踏まえ、我が国の中核的な研究拠点として、構造物のメンテナンス技術に関する知見を集積し、研究の充実、体系化を図るため、組織を再編して、「構造物メンテナンス研究センター」(CAESAR (シーザー) : Center for Advanced Engineering Structural Assessment and Research) を平成 20 年 4 月 1 日付けで設立したところである。

本文では、センターの設立の背景、組織・体制等の概要を紹介するとともに、今後、センターとして、どのような役割を担いどのような活動を行っていくのかについて述べる。

## 2. センター設立の背景と組織・体制

## 2.1 設立の背景

我が国の道路橋は、高度成長期と前後して 1950~70 年代に大量に建設された。このため、建設後 50 年以上を経過した橋梁が、今後飛躍的に増加することになるが、我が国の道路橋は、世界的に見ても非常に厳しいレベルの自動車交通や自然環境にさらされてきており、今後、急速に劣化損傷が増加する可能性がある。厳しい財政事情の下で、その健全性を適切に評価し、予防保全の考え方を取り入れながら戦略的に維持管理するための、点検、評価・診断、補修・補強技術の確立を急ぐ必要がある。

図-1 に道路橋の建設年度毎の橋梁数の推移を米国と比較して示す。米国と比較して全体に 30 年程度若いのが、我が国の道路橋では、既に床版の疲労、鋼部材の疲労、コンクリート部材の塩害・アルカリ骨材反応による損傷といった橋の耐荷性能に重大な影響を与える損傷事例も多数報告されている。例えば、一昨年には、鋼げた橋(国道 25 号 山添橋)の主げたと横げた間の溶接部から疲労に起因する 1m を超えるき裂が発生する事例が報告されている。昨年には、鋼トラス橋(国道 23 号 木曾川大橋、国道 7 号 本荘大橋)の引張斜材が腐食等により破断に至り、その補修のために一時的に通行規制を余儀なくされ、社会的に大きな影響を及ぼした。また、海外に目を向けると昨年 8 月に米国ミネソタ州ミネアポリス I-35W 橋において、毎年の詳細点検や実橋計測、構造解析による状態評価

\* 工修 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 橋梁構造研究グループ長  
(〒 305-8516 つくば市南原 1-6)

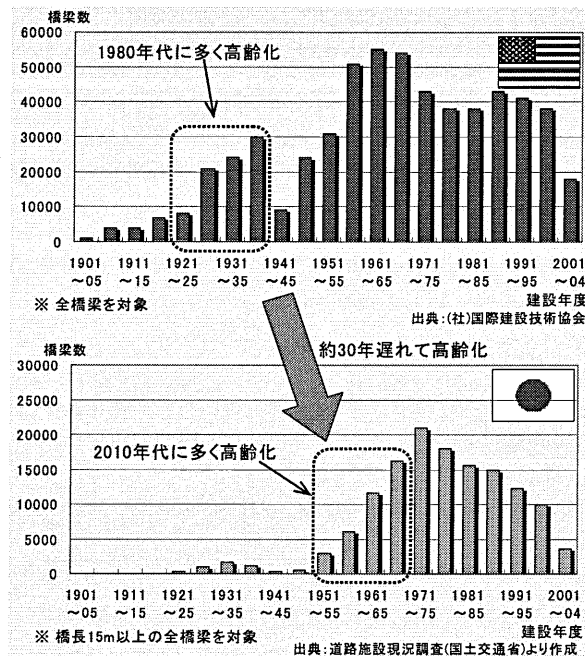


図-1 日本と米国における道路橋の建設年度毎の橋梁数の推移の比較

を行っていたにもかかわらず崩壊事故が発生している。

一方、我が国では、1995年の兵庫県南部地震により社会基盤施設に甚大な被害を受けた。その後も、近年、2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震・中越沖地震、本年の岩手・宮城内陸地震等、大規模な地震が頻発するとともに、首都直下地震、東海地震、東南海地震、南海地震、宮城県沖地震等の大規模地震発生の切迫性が指摘されており、社会経済活動の高度化に対応して、構造物の防災・減災技術の高度化も一層求められている。

土木研究所では、このような社会的ニーズの高まりを踏まえ、平成20年4月1日付で、既存の研究組織を改組、発展させ、橋梁の設計施工技術、維持管理技術、長寿命化技術、災害時復旧のさらなる迅速化技術をはじめとする道路橋の安全管理のための構造技術に関わる総合研究組織である「構造物メンテナンス研究センター（以下、センター）」を設置した。

## 2.2 組織・体制

本センターは、図-2に示すように土木研究所を構成する4つの研究組織の1つに位置付けられるもので、センター長、耐震総括研究監、橋梁構造研究グループが置かれている。旧組織である技術推進本部構造物マネジメント技術チームの一部、耐震研究グループ耐震チーム、構造物研究グループの基礎チーム及び橋梁チームを母体としており、センターの発足当初の職員数は26名（併任者7名含

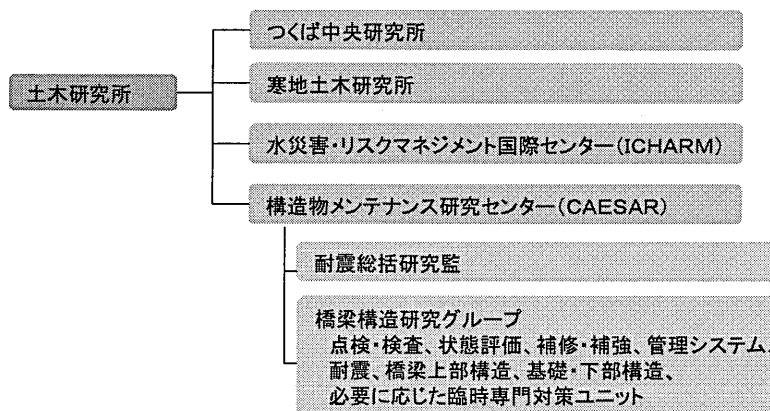


図-2 土木研究所におけるセンター（CAESAR）の位置付けとセンターの体制

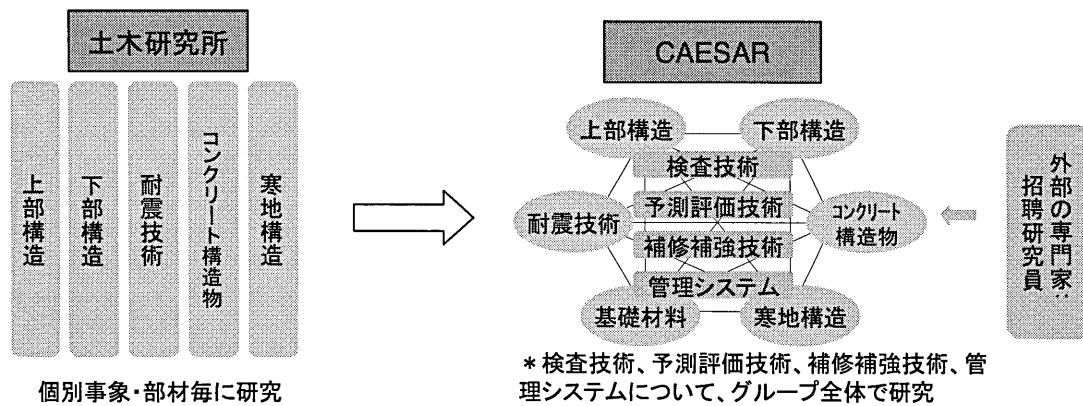


図-3 土木研究所における橋梁に関する従来の組織と本センター（CAESAR）の違い

む、専門研究員、交流研究員等含まず）である。

橋梁構造研究グループでは、研究ニーズに対して機動的に対応するとともに、センターとして橋梁分野の幅広い領域をカバーでき、かつ複合力に富む組織・体制とするため、従来の研究チーム制を採用せず、6名の上席研究員（4名専任、2名併任（基礎材料T、寒地構造T））のもとに、研究テーマに応じて必要な担当者を選定することとしている。たとえば、橋梁の耐震補強ひとつとってみても、前提となる現橋の健全性の評価が重要であること、耐震補強がその後の維持管理に与える影響を十分に検討しておく必要があること等、橋梁の老朽化に伴い、維持管理上の様々な課題が複合化、複雑化してきているためである。

耐震総括研究監は、本センターをはじめ、つくば中央研究所、寒地土木研究所も含めて、橋梁やその他道路・河川構造物を含む土木構造物の地震被害の防止、軽減のための試験、調査、研究並びに土木技術の開発を調整する役割を担う。また、大規模な地震が発生した場合には、本センター、つくば中央研究所及び寒地土木研究所の研究員から緊急的な組織編制を行い、主体的に緊急調査を実施するとともに、地方整備局や地方公共団体に対して必要な技術支援を総括する。

橋梁構造研究グループは、図-3に示すように、上部構造、下部構造、耐震技術、コンクリート構造物、基礎材料、寒地構造技術の専門家がそれぞれの分野で研究・技術開発を進めるだけでなく、橋梁の上部から下部構造までを全体系として捉え、設計施工、点検検査、予測評価、補修補強、及びそれを統合する総合的な維持管理体系、災害復旧技術について研究・技術開発を行う複合力に富む組織を目指している。

また、道路管理者から緊急かつ集中的に高度な技術協力が求められる課題については、専従の専門対策ユニットを臨時で編制するなど、柔軟性を有する組織としている。

### 3. センターの担う役割と活動

本センターは、保全技術の中核的な研究拠点としての役割を果たすべく、活動の方向性として、図-4に示すように、現場の支援、研究開発、情報交流の場としての活動、の3つの主たる役割を担うことを目指している。まず、損傷・変状といった不具合等の技術的課題を抱えている個別の橋梁の診断等の技術支援を行うとともに、蓄積された知見の現場への提供、現場技術者への技術移転を図る。また、土木研究所の従来の組織と同様に引き続き研究・技術開発を進めるが、対処方法が必ずしも確立されていない高度な案件で、かつ現場における調査研究が不可欠な案件については、臨床的な調査・研究活動に重点を置き、道路管理者とともに現場で活用できる道路橋の健全性評価に係る技術、補修補強技術の開発に取り組む。さらに、保全技術の集積拠点として、現場を抱える直轄、自治体や大学、民間との連携を通じて、最新の技術情報が集まり、技術交流・情報発信が行える場を整えていきたいと考えている。

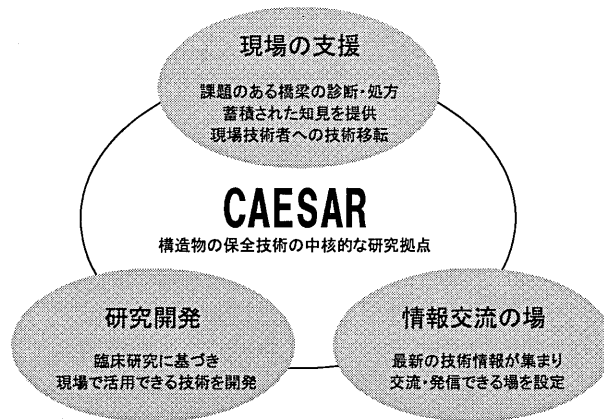


図-4 センター（CAESAR）の担う役割

#### 4. 現場の支援（図-5）

個々の橋梁が抱えている損傷・変状等の技術的課題に対しては、現場とより密接に連携をしつつ、橋梁の状態評価・診断等の技術支援を行うとともに、評価後・対策後についてもフォローアップを継続し、適宜対策効果の検証を行っていくことを考えている。また、技術支援を通じて得られた現場の症例や後述する臨床研究を通して得られた知見については、他の橋梁にも役立つように蓄積するとともに技術の体系化・標準化を図り、例えばマニュアル等の形で現場に提供していく。

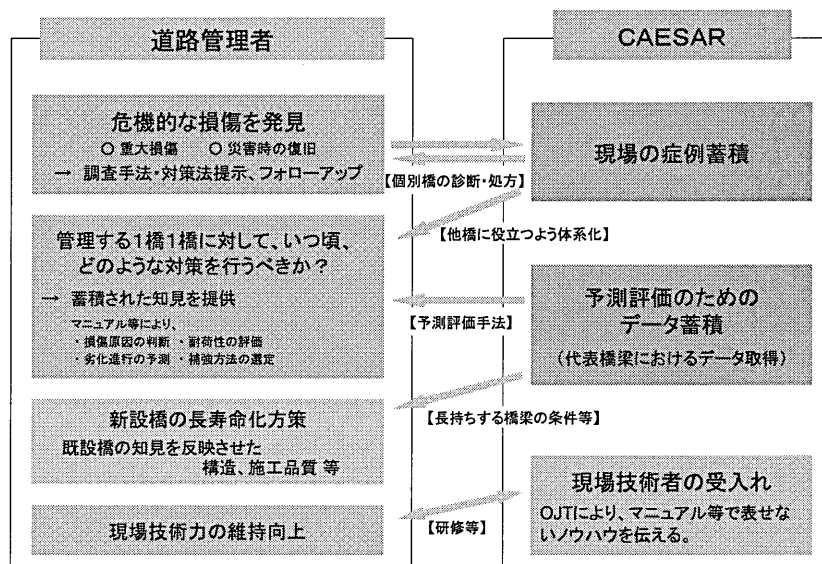


図-5 現場の技術支援とセンター（CAESAR）の活動

また、構造物の管理を支える人材の育成に継続的に取り組む。具体的には、道路管理者、大学、民間会社から技術者や研究者を受け入れ、ともに問題解決にあたり、技術力の向上を目指す。また、現場の技術指導や臨床研究等の OJT により、マニュアル等では表現しきれない課題への対処のノウハウを経験する機会を通じて、現場技術者への技術移転を図っていく。

さらに、臨床研究を通して得られた経験、知見については既設橋だけでなく新たに建設する橋の設計施工に逐次フィードバックすることが重要である。維持管理しやすい長持ちする橋の実現に向けて、構造安全性の確保や合理化に向けた設計法、新技術に関する技術基準類の策定支援、維持管理技術の標準化支援に取り組んでいく。

#### 5. 臨床研究に基づく研究開発

一つ一つの橋は、構造条件、施工状況（初期の施工品質等）、及びおかれている環境が異なるため、

本センターでは、実際の現場の損傷事例を対象にした臨床学的研究アプローチを重視して問題の解決に取り組むこととしている。すなわち、全国から実在の橋梁を抽出し、道路管理者と一体となって非破壊調査、挙動計測等の詳細な調査や構造解析を行うなどして、損傷の状況把握、劣化損傷メカニズムの解明を進めていく。また、既に補修補強が行われた橋、これから補修補強が行われる橋における対策効果の継続調査等の結果も加えて、既設橋に対する一連の点検検査、予測評価、補修補強技術として基準化・標準化を図っていく。具体的には大きく以下の3つの区分の研究テーマに取り組むこととしている。

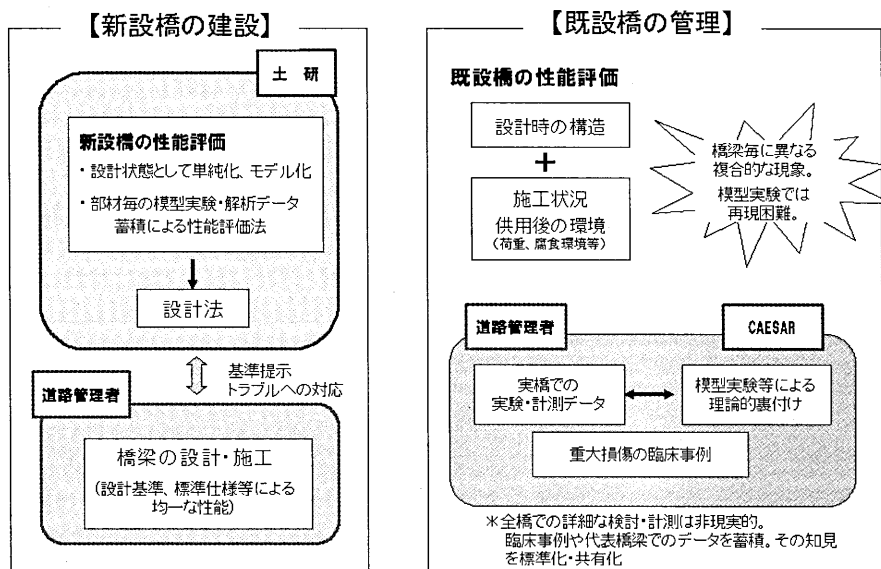


図-6 臨床研究に基づく研究・技術開発

### 5.1 点検・検査技術、健全性の予測・評価・診断技術

橋のある部材・部位に損傷が発見された場合、損傷が橋の安全性に及ぼす影響の程度を踏まえて、対策の要否、対策の程度、緊急性・優先性を適切に判断していく必要があるが、個々の橋毎に構造条件、供用条件等の不確実な面がある中で、健全性を適切に評価するのが難しい場合も多い。特に構造物の耐久性に関しては長期間の信頼できる情報はほとんどなく、実橋における挙動計測、劣化進行の非破壊調査や撤去橋梁部材の耐荷性能の調査等、臨床学的研究(図-6)や解剖学的な分析による知見の継続的な蓄積を進めていく必要がある。このため、鋼部材の疲労等、高度な診断を必要とする劣化損傷のメカニズム・挙動を解明し、部材の損傷が橋全体系の健全性に及ぼす影響を適切に評価し、最適な対策判断につなげるための研究に取り組む。そのために、目視困難な構造物内部の状態を把握する非破壊検査技術、損傷の発生と進展を適時に効率的に検知する、もしくは地震後に夜間でも目視困難な状況でも被害の有無を早期に発見するための計測・モニタリング技術など、橋梁の状態を管理者のニーズに応じて効率的かつ合理的に把握するための検査技術(写真-1)の研究にも取り組む。

また、個々の症例への対処等により得られた知見を蓄積し、他の橋の技術支援に活用していくためのナレッジデータベースの構築や、橋の状態を効率的かつ合理的に把握するための情報の蓄積、活用をはじめとする維持管理システムの研究に取り組む。

さらに、耐震性の診断においても、現況の構造物の劣化損傷の状態と将来の状態を適切に評価するとともに、動的挙動、地盤の液状化や流動化が橋としての耐震性に与える影響など、橋全体系の耐震性の高度な評価・診断技術のための研究に取り組む。

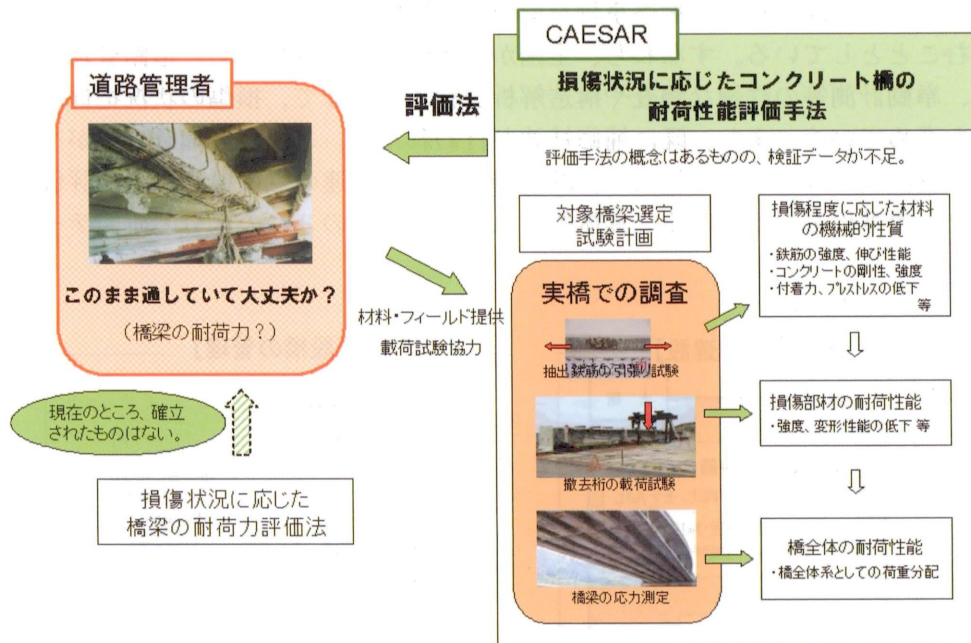


図-7 損傷した橋の耐荷性能評価技術に関する臨床研究のイメージ



(a) 超音波探傷によるき裂の調査

(b) 自然電位法による鉄筋腐食の調査

写真-1 目視困難な部位の劣化進展の状況を把握するための非破壊検査技術

5.2 対策技術 —補修・補強技術、地震後の早期機能回復技術—

構造物の耐久性を向上させ長寿命化を図るために提案された補修補強技術が要求性能を満たすかどうかを検証する方法、個々の橋梁の状態・条件に即した適用性の判断、適用方法など、対策技術の標準化の研究に取り組む(図-8)。

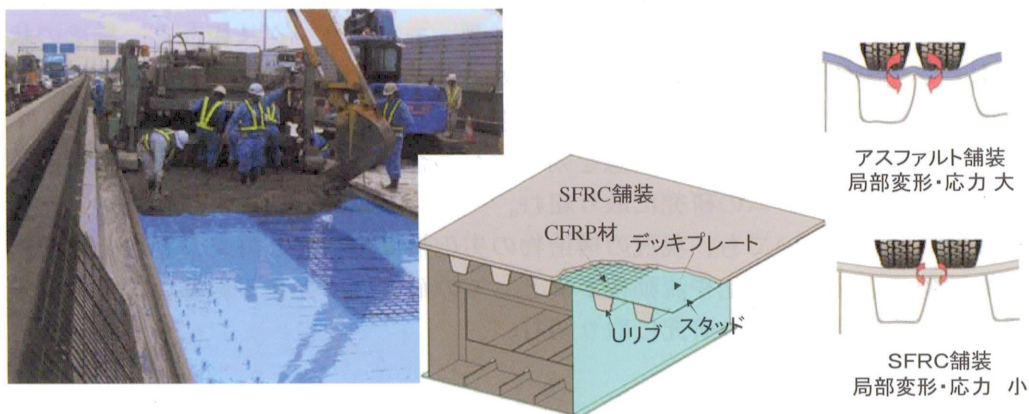


図-8 鋼繊維補強コンクリート (SFRC) 舗装による既設鋼床版の疲労耐久性向上技術



写真-2 地震後の RC 橋脚の早期機能回復技術

また、限られた資源と時間の制約の下で、最適かつ必要最小限で最大効果が発揮できるようにするために、個別の橋の耐震技術に関する研究を更に進めるだけでなく、道路ネットワークを構成する橋梁群を一体として捉え、道路ネットワーク全体の耐震性を段階的に向上させていくための耐震性アップグレード技術に関する研究に取り組む。さらに、災害直後の被災地では、地域住民の避難、救援物資の輸送などのために交通機能の確保は不可欠である。そこで、地震後に最短時間で被災構造物の機能回復を図るための復旧技術の研究に取り組む（写真-2）。

### 5.3 臨床研究、震災経験のフィードバック — 維持管理しやすく、長持ちする橋への誘導 —

従来土木研究所において行ってきた新設橋の設計基準等に関する研究についても、構造物の計画・設計・施工・維持管理というマネジメントサイクルの観点から引き続き行っていくこととしている。損傷事例や震災被害事例への対処や臨床研究を通して得られた知見については、既設橋だけでなく新設橋の設計・施工に逐次フィードバックすることが重要である。例えば、損傷等が見られ改善が必要な構造や維持管理、災害復旧が難しい構造、建設当初の施工品質に関わる問題など解決策を見出し、新設橋の設計施工法に適切に反映していく必要がある。このように、維持管理しやすく長持ちする橋の実現に向けて、長寿命化を図りつつ地震被害の防止や軽減等を目指した設計法に関する研究に取り組み、構造物の耐久性、安全性の確保や合理化に向けた新技術・新工法に関する技術基準類の策定支援、維持管理技術の標準化支援を進めていく（図-9）。なお、本センターでは、道路橋示方書の次期改訂に向けて、要求性能の明確化、充実化及び見なし仕様の充実化を図るべく、要求性能の検証方法としての部分係数設計法の導入検討のための調査研究を進めている。

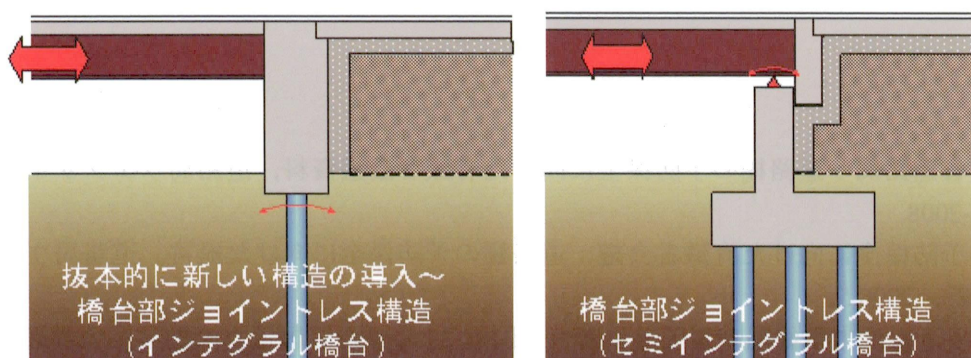


図-9 上・下部構造の一体化（伸縮装置・支承の省略）を図った構造

## 6. 情報交流の場

3, 4章で述べたように、維持管理に関して取り組むべき課題は多岐にわたっている。技術支援にあたっては、構造物の点検、評価・診断、補修補強技術及びそれら統合する管理システムまでの幅広い領域をカバーするとともに、個別要素技術を追究する部分と維持管理全体を包括的に捉える部分のバランスをとりながら適切に診断を行うための技術力の向上を図っていく必要がある。このため、臨床研究を通して得られる知見とともに、現場の抱えている課題・ニーズ、産学における基礎的・先端的研究の知見や実用化に向けた新技術・新工法の情報など、維持管理に関わる産学官の技術者間の多種多様な情報を集積し、流通させることが重要と考えている。本センターが我が国における保全技術の中核的な研究拠点の役割を担っていくためにも、技術者間の交流を図るとともに、最新の技術情報が集積し、流通する場を整えていきたいと考えている。また、本センターにおける研究の充実、体系化を図っていくために、道路管理者、大学、民間機関との連携・分担を調整しつつ、協同で研究・技術開発に取り組んでいく。

さらに、本センターは、我が国の技術を海外にも発信するとともに、海外の研究機関や道路管理者と共有する技術課題に関しては情報交換や研究連携を行う我が国のポータルサイトとしての活動を行っていく。例えば、日米政府間会議である「天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）」における、本年度で40回を迎えた耐風・耐震構造専門部会（日本側部会長：土木研究所理事長、事務局長：耐震総括研究監）の下（作業部会G：交通システム（作業部会長：CEASAR 橋梁構造研究グループ長））では、毎年日米交互に橋梁ワークショップを主催し、橋梁に関する幅広い課題について、米国運輸省連邦道路庁（FHWA）や各州交通局など政府機関、道路管理者間との情報交換等の連携を図っている。また、その他ドイツ、フランス、イタリア、スウェーデン、韓国など海外の政府系研究機関や大学とも情報交換、技術交流を行っている。

## 7. おわりに

本センターでは、従前の研究チームが各々行ってきた道路橋（上部構造、下部構造）の設計施工、損傷（塩害・アルカリ骨材反応、疲労等）、耐震補強への対応等について、一元的・包括的に技術支援を行っている。また、道路管理者が高度な技術提案案件に対処する際に協同で提案技術を評価する、あるいは維持管理に関する要領を作成する等の技術支援についても同様である。

道路構造物の設計、耐震補強、損傷などへの対応に関する研究拠点として、産学との共同研究等の連携をより一層積極的に実施していくこととしているので、こうした案件に関する問い合わせは以下へお願いしたい。

電 話：029-879-6773

E-mail：caesar@pwri.go.jp

URL：http://www.pwri.go.jp/caesar/index-j.html

本センターの活動においては、既存の研究の枠組みを越えて、社会や道路管理者のニーズに柔軟かつ的確に答えていきたいと考えている。関係者の皆様の一層のご支援をいただければ幸いである。

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路橋の予防保全に向けた有識者会議資料，道路局ウェブサイト記者発表資料，2007-2008.
- 2) 道路橋の予防保全に向けた有識者会議：道路橋の予防保全に向けた提言，道路局ウェブサイト記者発表資料，2008.5.
- 3) 国土交通省近畿地方整備局奈良国道事務所：国道25号「名阪国道」の橋梁保全対策について，奈良国道事務所ウェブサイト記者発表資料，2006.11.



- 4) 国土交通省中部地方整備局三重河川国道事務所：国道 23 号木曾川大橋に関する記者発表資料，三重河川国道事務所ウェブサイト，2007.
- 5) 国土交通省東北地方整備局秋田河川国道事務所：国道 7 号本荘大橋に関する記者発表資料，秋田河川国道事務所ウェブサイト，2007.8-9.
- 6) 米国ミネアポリス橋梁崩壊事故に関する技術調査団：米国ミネアポリス橋梁崩壊事故に関する技術調査報告，国土交通省道路局ウェブサイト記者発表資料，2007.10.
- 7) 土木研究所 UJNR ウェブサイト (<http://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/ujnrmain.htm>)