

「構造デザイン研究室」は、2017年に創設された、新しい研究室のひとつです。当研究室では、交通施設のうちとくにコンクリート構造物の計画・設計・施工・維持管理に関わる諸問題について研究を行っています。AKIBA BRIDGE（歩道橋）、池田へそっ湖大橋（長大アーチ橋）、浮庭橋（道頓堀に架かる吊り橋）等の実務経験を活かして、実務に役立つ技術や研究、交通にかかわる土木構造物の情報発信を目指しています。

安全安心な交通インフラシステムを構築するためには、構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発、点検・モニタリング・診断技術の研究開発、アセットマネジメン

ト技術の研究開発、情報・通信技術の研究開発等を行っていく必要があります。このような背景を踏まえ、当研究室では現在、コンクリートの劣化要因の中で最も多くの構造物が割合を占める塩害劣化を対象に、交通荷重の繰り返しに伴い疲労損傷が生じたコンクリートの塩分浸透機構の解明を研究の柱として、日々研究にいそんでいます。

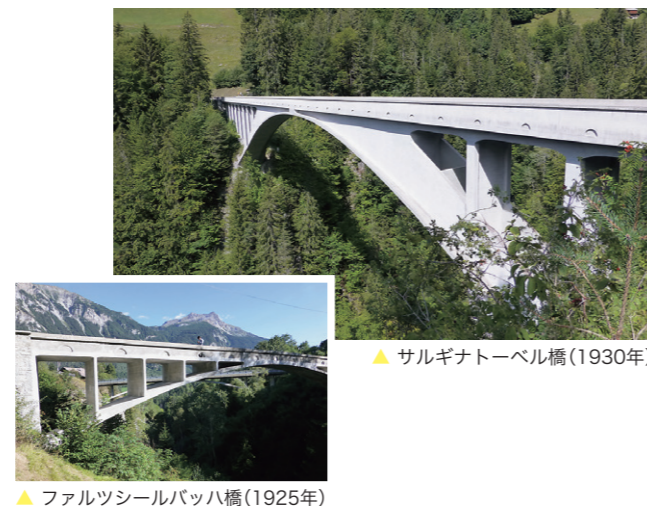
そのほかにも、交通インフラを取り巻く諸問題の解決を目指し、主に工学的材料である『コンクリート』を研究対象として、構造工学、材料工学、維持管理工学に関するテーマ、構造デザイン工学に関するテーマを設定し、研究に取り組んでいます。

1 歴史的コンクリート橋の 維持・補修方法の検討

現在、過疎化・少子高齢化などにより、文化財の減失や散逸等の防止が緊急の課題であり、未指定を含めた文化財をまちづくりに活かしつつ、地域社会が一丸となって、その継承に取り組んでいくことが必要です。このため、地域における文化財の計画的な保存・活用の促進や、地方文化財保護行政の推進力の強化を図るため、わが国において、歴史的コンクリート構造物、とくに、鉄筋コンクリート橋の補修方法に関する考え方を確立する必要があります。

1991年に世界遺産に指定された歴史的コンクリート橋であるスイスのサルギナトーベル橋（1930年）は、雨の排水方法として、車が走る床板から谷へと落とす方法がとられていましたが、それがコンクリートを劣化させる原因のひとつであり、鉄筋の配置もコンクリート表面に近く配置されていたため、コンクリートにひび割れが生じ、そこに雨が浸透して鉄筋が錆びてしまいました。こうした原因を調査するためには、対象となる橋がどのように設計されたのか調査するための資料が必要です。また、同じ設計者の作品にファルツシールバッハ橋（1925年）等もあります。

お金をかけずに調査する方法や、補修する方法等、これからの時代の要請に合わせながらも、設計資料の保存や、橋の補修の履歴を残しておくことなど、どのように歴史的コンクリート橋を保存していくことが望ましいのか研究しています。



▲ サルギナトーベル橋(1930年)

▲ ファルツシールバッハ橋(1925年)

2 隅田川に架かる橋梁を対象とした 高校生の興味促進に関する研究

日本の土木業界は需要があるにもかかわらず、人材が足りないという現状が見受けられます。原因として、交通インフラの仕事があまり一般の方々に知られていないという現状があります。

そこで当研究室では、高校生を対象として、墨田川の文化や歴史等を調査して作成した橋のガイドマップをもとに、墨田川の橋梁について、技術的な側面と、その橋の周辺にある施設や、かつてそこに住んでいた人物など文化的な側面を紹介することによって、土木が社会に密接に関わっていることに興味を持っていただくことに関する研究を

しています。

具体的には、日本大学習志野高等学校の生徒を対象として、最初に土木に関する意識調査を行い、2回目には、作成した墨田川橋梁のガイドマップを見ながら、交通インフラに関する意識がどのように変わったのかを調査します。橋梁技術のみのガイドマップと比べて、文化等を複合させたほうが興味が深くなり、さらにその結果をQRコードやHP等の先進的な技術を用いて構成したガイドマップを活用することで、高校生の関心度が向上することにつながるものと思われます。

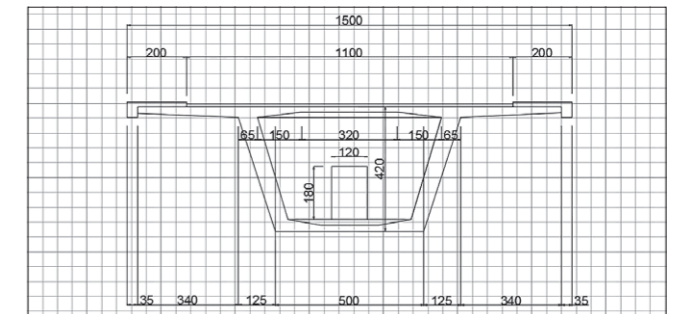
このように、身近な交通インフラに興味を持ていただくことが、土木業界の現状を解決していくことにつながると思います。

3 日本（道路橋示方書）とヨーロッパ （Eurocode 2）のコンクリート橋 の設計指針の比較に関する研究

日本では、コンクリート橋梁を設計する場合、『道路橋示方書』（Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編）に従って計画・設計をします。一方、ヨーロッパでは、Eurocode 2（コンクリート橋）に従って計画・設計をします。

海外でコンクリート橋を設計・施工する場合は、現地で指定された設計基準または、プロジェクトごとに指定される設計基準を使用することが一般的です。そのため、日本の技術者であっても、海外の設計基準を使用することがあり、事前にどのような点が異なっているのか、どのような点に注意して設計を行えばよいかを理解しておくことが必要だと考えます。

本研究では、橋長L=80mの単純1径間コンクリート箱桁橋、橋長L=63.5mの2径間2主桁橋を対象として設計します。解析については、Ezy Frame/V1.0を使って断面力として、曲げモーメントとせん断力を求め、応力（軸力、せん断力については、力を断面積で割った値、曲げモーメントについては、これを断面係数Zで割ると軸力、せん断力と同じ単位になります。設計は引張応力を許すPRC構造として設計をします。具体的には、自重（コンクリート橋自体の重さ）+静荷重（手すりの荷重、舗装重量、地覆



▲ 検討断面



▲ 箱桁橋

重量）+活荷重（車、または人が通った時の重さ）によって発生する桁中央下縁に生じる引張応力に対して、ある程度引張応力が残るようにプレストレス力を配置し、その本数を決定します。

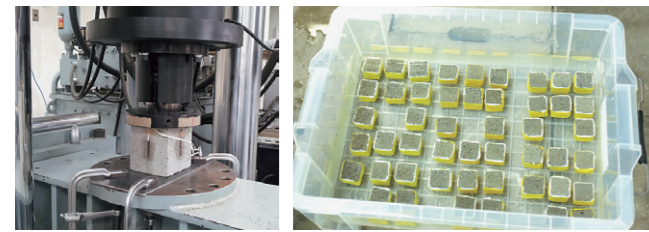
4 コンクリート構造物の 塩分浸透機構の解明

(1) PRC 構造

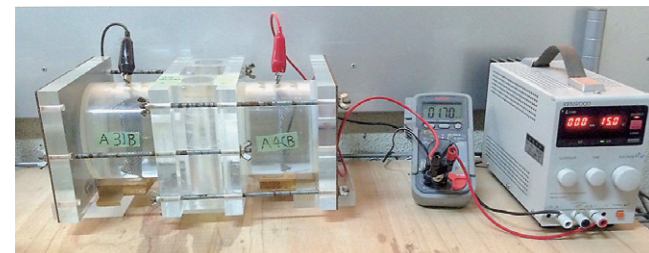
PRC構造は、プレストレスコンクリートの利点を経済的に得られることから、多くの橋梁構造に適用されています。PRC橋の構造機能を持続させ安全性を確保するためには、はり下縁域の鋼材腐食度診断が極めて重要となります。しかし、PRC構造は活荷重通過の繰り返し（プレストレスの繰り返し付与）に伴う部材の損傷と、プレストレスによる内部の潜在的クラックや空隙の閉塞に伴う塩分浸透抵抗性の向上が複雑に影響し合うため、それら影響を考慮した評価式でなければ正しい診断は行えません。

当研究室では、PRC構造のそれら優劣相反因子が複合的に作用したときの未解明な塩分浸透抵抗性について、PRCはりの研究対象部分のモデル供試体を作製し、プレ

ストレス（圧縮応力）を繰り返し付与したコンクリートの塩水浸せき試験と電気泳動試験から供試体中の塩分濃度分析と拡散係数の算出によって、①プレストレスと塩分浸透抵抗性の挙動解明、②適切な評価式構築のための検討データの蓄積、に取り組んでいます。本研究結果はPRC構造の鋼材腐食度診断式の構築への重要な足がかりになり、当該診断式のスクリーニングへの活用は、腐食進行箇所の迅速な絞り込みと即時塩害劣化対策への応用が期待できます。



▲ 繰り返し応力付与 ▲ 塩水浸せき試験

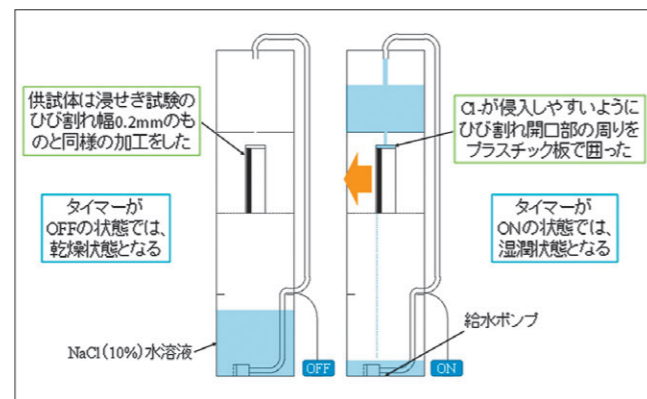


▲ 電気泳動試験

(2) RC床板

塩害はコンクリート構造物にとって安全性、耐久性を損なう深刻な劣化原因です。しかし、RC道路橋床板が交通輸荷重等によってひび割れ等の損傷を有している場合のコンクリート中の塩分濃度を評価する方法は、いまだに精度が低い状態にあります。その原因は、塩害の評価式がひび割れを有する場合の塩分浸透特性を正確に考慮されていないことにあります。

当研究室は、実物大の床板厚を持つモデル供試体への塩水流下実験によって、道路橋に貫通ひび割れが生じた場合の凍結防止剤が融雪水によりコンクリート中に運ばれたと



▲ 塩水流下試験 概要図



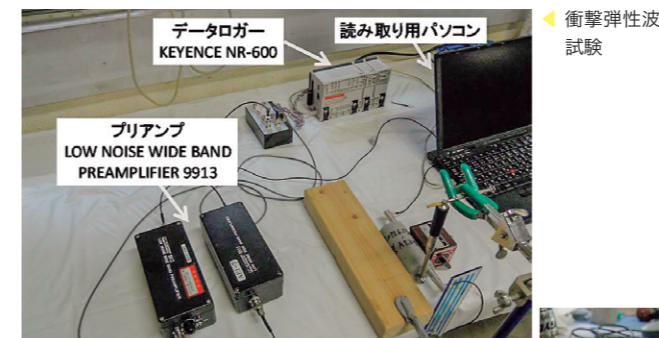
▲ 塩水流下試験状況 ▲ 塩水流下試験用供試体

きの、ひび割れ周囲の塩分浸透特性の解明に取り組んでいます。

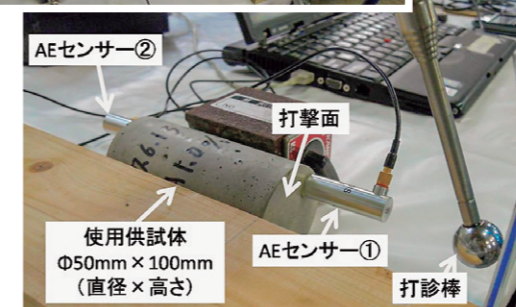
5 衝撃弾性波法を用いた 損傷度診断法の構築

損傷劣化が進行する大量のコンクリートを長く使うためには、専門技術者の不足や維持管理費の減少に対応できるような損傷度診断法の確立が必要となります。

当研究室では、RC部材を対象とする衝撃弾性波法を用いた損傷度診断法の構築のため、センサーの設置条件の違い、ひび割れ条件の違い、プレストレス付与応力の違い、加熱温度の違いなどと衝撃弾性波特性の関係の解明に取り組んでいます。



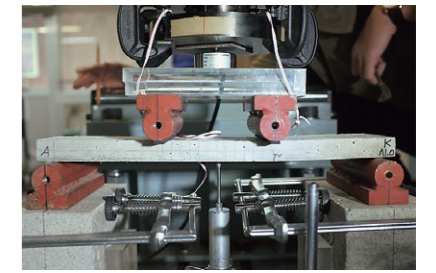
▲ 衝撃弾性波試験



▲ 供試体とセンサー

6 PVA 繊維による 補修・補強技術の構築

PVA 繊維補強コンクリートは、曲げじん性などの力学的特性や、ひび割れに対する抵抗性などさまざまな性能を改善できることが知られて



▲ PVA 繊維補強コンクリートの曲げ荷重試験

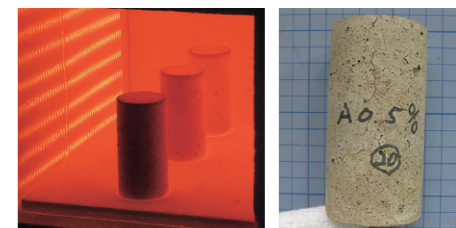
います。さらに、鋼繊維と比べ繊維の密度が小さく変形しやすいことから施工への影響が少なく、表面に錆が浮き出ることもありません。

当研究室では、PVA 繊維混入量とひび割れに対する抵抗性および曲げ挙動の関係の解明を目指し、PVA 繊維補強コンクリートの荷重試験から、補修・補強材料や火災による損傷低減材料としての適用可能性について検討を行っています。

7 火災を受けたコンクリートの 損傷度診断法の構築

コンクリート構造物に対する劣化現象のひとつに火災が挙げられます。とくに車両火災が起きた場合は、火の温度は条件によっては最高温度が1,200°C近くまで上がります。交通インフラでの火災事故は、コンクリート構造物に機能低下の影響を及ぼすことから、道路の早期復旧が難しくなり、交通網に大きな影響を及ぼしかねません。

当研究室では、高温を受けた後のコンクリートの使用性能を検討する目的として、加熱条件を変えた供試体に対する高温加熱試験



▲ 高温加熱試験(1,000°C) ▲ 加熱後の供試体

を実施し、それらの力学挙動の解明に取り組んでいます。

▶ 主な学外活動

3年生を対象とした「ゼミナール」では、土木学会関東支部が主催のコンクリートカー大会への出場を目指します。例年8月末に開催されるため、前期のほとんどをカーの設計と材料の準備・製作に費やします。300mの距離でスピードを競うもので、大学、高専、高校から約40艇がエントリーされます。毎年意欲的に取り組み、ものづくりの楽しさを実感しています。コンクリートでできたカーが浮いた瞬間は、感慨もひとしおです。

4年生は、卒業間近の3月に、卒業研究の成果を土木学会関東支部技術研究報告会で発表します。毎年、研究室の数名が発表しますが、同じ釜の飯を食った研究室の仲間も応援に駆けつけます。他大学の学生や先生の前での発表や受け答えを通して、1年間の成長を実感することができます。



▲ 土木学会関東支部技術研究発表会(卒研生) (2017年度)

また、3、4年生合同で、11月から2月まで船橋日大前駅ロータリーにてクリスマスイルミネーションの飾り付けを行うイベントを、「船橋日大前駅友の会」として行っています。駅を利用する方々、地域にお住まいの方々、大学関係者などからも毎年評判になっています。