

山梨県若者海外留学体験人材育成事業 (大学生等コース)

県政の課題 (テーマ) 報告書

令和 元年 6月 20日

山梨県知事 殿

氏名 繁田 昂治朗
留学先 イギリス
留学期間 平成 30年 9月 12日
~令和 元年 5月 21日

1 研究の課題 (テーマ)

公共土木施設等の長寿命化・耐震化の推進の為に必要な取り組みについて

2 概要

与えられた県政の課題 (テーマ) の解決に導く考え方及び対応策等

前期に履修していた授業ではコンクリート、鉄、木、レンガなどの橋梁に使う材料の特徴について主に学びました。コンクリートの橋梁が劣化する現象としてアルカリ骨材反応、塩害、中性化が主な原因で、鋼橋の劣化現象としては鋼材の疲労破壊、鋼材の腐食、鋼材の部材の劣化があることを知りました。塩害とは、コンクリート表面に付着した塩分が次第にコンクリート内部へと浸透して鋼材位置で、ある塩化物イオン濃度になるとその鋼材は腐食を生じ、腐食によって生じた錆は元の体積の約 2.5 倍になり、その膨張圧によって、コンクリートにひび割れが入り鉄筋との付着力低下、鉄筋断面の減少を生じさせ構造物の耐荷力や安全性が低下する現象です。

また、スランプ試験も実際に行い強度計算や仕組みも学びました。スランプ試験とは、コンクリートの作業性を意味し施行のしやすさを示すワーカビリティ、そしてコンクリートの均質性を確認する試験です。一般的に水を多く加えてセメントの量を減らすことで流動性は高まるのですが、均質性を失い分離しやすくなるため先ほど述べた塩害などに弱くなってしまいます。

また、この試験ではスランプ値という値を基準としてコンクリートがワーカビリティと均等性を計ります。右図のようにセメント、骨材、細骨材、水の割合を変えセメントコーンというバケツ型にその生コンクリートを入れ、ゆっくりとスランプコーンを引き抜き生コンクリートが引き抜く前と比べて何 cm 縮むがスランプ値で、約 18cm 以下が一般的に標準となっています。

以前の日本では、流動性 (施行性の良さ) を重視していたため強度や耐久性があまり考慮されていないケースが多いです。24cm 以下が標準の時代もあったため、その

Table with columns: DATE, GROUP No, CONCRETE GRADE, TARGET SLUMP, AGGREGATE SIZE, PROPORTIONS AND WEIGHTS IN KG, TO MAKE, AGGREGATE WEIGHTS, AGGREGATE MOISTURE CONTENT, WATER/CEMENT RATIO, DRY WEIGHTS (KG), BATCH WEIGHTS (KG), ACTUAL SLUMP ACHIEVED.

時代に建てられた橋は強度に問題がある可能性が高いということです。(スランプ値が高いほど流動性が高いため施工性は良いが、強度は弱くなる。) イギリスでも、評議会が維持している主にコンクリートで建設されている橋(接合部分には鉄を使用していることが多い)は標準以下であり、トラックなどの重量自動車の重量に耐えることができないと言われています。



RAC 財団の自動車研究慈善団体による

と、英国の一部の 3,203 の橋は最大 44 トンまでになる可能性がある重量自動車を支えるのに適していないと発表しています。

このような標準を満たしていない準標準橋の数はイギリスで過去 2 年間で 35% 以上も上昇し分析によれば、地方の道路網の 72,000 の橋のうち約 4.4% に達しています。

すべての橋の作業の未処理分を決済するための費用は 39 億ポンドと推定されていますが、議会は現在、橋の在庫を維持するために年間そのわずか 8 分の 1 しか支出していないという問題があります。また、調査のためのデータを提供した 199 の評議会の多くは、資金とスキルの不足が、今後 10 年間に構造を維持する上で直面する最大の課題であると述べています。資金の問題もある中で、コンクリートの強度の基準をしっかりと守ることが老朽化していく橋の手助けになるということを学びました。現在イギリスが抱えているこの問題はコンクリート自身の強度以外にも構造上の強度も関係していると言われています。その構造をしっかりと理解し長期に渡って使用できる橋を設計し建設することのできるスキルを持った人材が不足しているため資金だけの問題ではないようです。

材料的な観点から言うと、コンクリートは鉄に比べると強度は弱いものの比較的安価なため鋼橋を建設するよりは経済的な負担が少ないと言えますが、一般的にコンクリートの寿命は 50 年程度とされているためいっしょにしっかりと標準を守ってコンクリートを作りメンテナンスを施しても老朽化してしまうことは避けられないことです。一方、鋼橋は強度がコンクリートよりも強く軽量であり、

しっかりとメンテナンスを施すことができれば100年以上使用することも可能であるため建設費用がかかりますが実際コンクリートの橋が寿命を迎え、建設し直すことを考えるとコンクリートの橋が一概に経済的負担が少ないと言えないように感

材料		木材	コンクリート	鉄
比重		0.40	2.00	7.85
引っ張り 	強度	900	20	4,000
	比強度	2,250	10	3,500
圧縮 	強度	350	200	3,500
	比強度	960	100	445
曲げ 	強度	300	20	4,000
	比強度	2,800	7	182

じます。

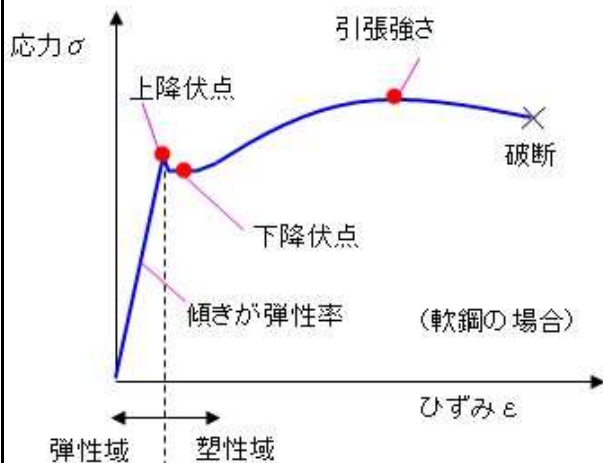
しかし、鋼橋にももちろん欠点があります。鉄は何もしないで置くと、酸素や水などと結びついてさびてしまいます。さびを防ぐためペンキを塗りますが、化学製品であるペンキの寿命はせいぜい10年程度であるため、橋の全寿命の間には適当なインターバルでの塗り替えが必要になります。この費用はコンクリートをメンテナンスするよりも高いですが、立て直すことを考えれば10年未満のスパンで定期的に塗り替える方が橋の長寿命化に貢献するのように思えます。このように鋼橋にはメリットが多くあると思いますが、一つ気にしなければならない点があります。鋼材は強度が高いのですが軽いため振動を起こしてしまいやすいという点です。



鋼材の強度を図る実験も行いました。

左図のように機械を用いて引っ張り試験と呼ばれる、鋼材がどれほどの力を加えて引っ張った時どのような変化を示すかと言う実験です。その際にヤング率、ポアソン比、降伏強さなどを測定するのですが下図にあるように引張強さといい、材料の強度を示す値です。今回、授業で実験を行ったところ  $450\text{N/mm}^2$  という結果になりコンクリートは短期や長期などの使い方で変わりますが  $1\sim 2\text{N/mm}^2$  という結果で改めて鋼材の強度の強さを知りました。コンクリートが強いと言われる圧縮強度でも  $21\text{N/mm}^2$  ほどで鋼材に比べると強度の面では膨大な差がある事がわかります。

後期の授業では橋などのランドマーク、都市が機能するために必要なことなどを学びました。その中でランドマークは人々がどの方向に何があるか自分はどこにいるかなどの地理的情報を得ることに役立つものだと学びました。橋やビル、タワーなどはそのランドマークになる建造物でランドマークがあることによってその都市の独自性を表現することもできます。独自性を表現することは、その都市自体（橋やビルなどのランドマーク）に訪れる価値を生み出し観光客の増加や他の地域から引っ越してくる層の増加も期



待できます。ここで大切なことはそのランドマーク（橋）が美しくあるべきだということを授業で学びました。橋の本来の役割をもう一度考えて

みたとき、川、海、湖などをわたること、谷間などをわたること、道路などを立体交差にして車や人の流れをスムーズにすることでその都市



のコミュニティを形成し都市間の接続性や人々の移動を便利にするということでした。ここで橋が美しくあるべきという考えは、そこに帰着するように考えられたもので実際橋が美しい（独自性のある）ものであった場合、自然とそこに訪れる観光客の増加が望めます。その観光客もしくは通過する人の増加により、その分のお金が出るので橋のメンテナンスに当てることができます。構造エンジニアで橋のデザイナー、に構造工学研究所の会長であり、国際橋梁および構造工学協会の英国グループの会長でもあるイギリス人のイアン・ファースも橋は美しくあるべきだと主張していて、橋を残された側も美しい橋は長く保ちたいと思っても誰もみにくい橋は

残そうとは思わないと発言しています。鋼材の長所である耐久性、そしてコンクリートよりも長い寿命を活かすために定期的なメンテナンスをするということがコストがある程度かかり短所であったものの、今回イギリス留学でこの考え方を学び美しい橋をデザインすることで、メンテナンスの費用を賄いこの短所を埋めるということを学びました。

実際、イギリスのタワーブリッジは世界で最も有名な橋と知られていて多くの観光客が訪れその費用で1977年、タワーブリッジはエリザベス女王の即位25年祝典の時にイギリス国旗の色である赤、青、白色に塗り替えることもできました。

またゲイツヘッド・ミレニアムブリッジなど一見変わったデザインの美しい橋などイギリスには多くの美しい橋があり、どれも長寿命で市民から愛されている橋です。

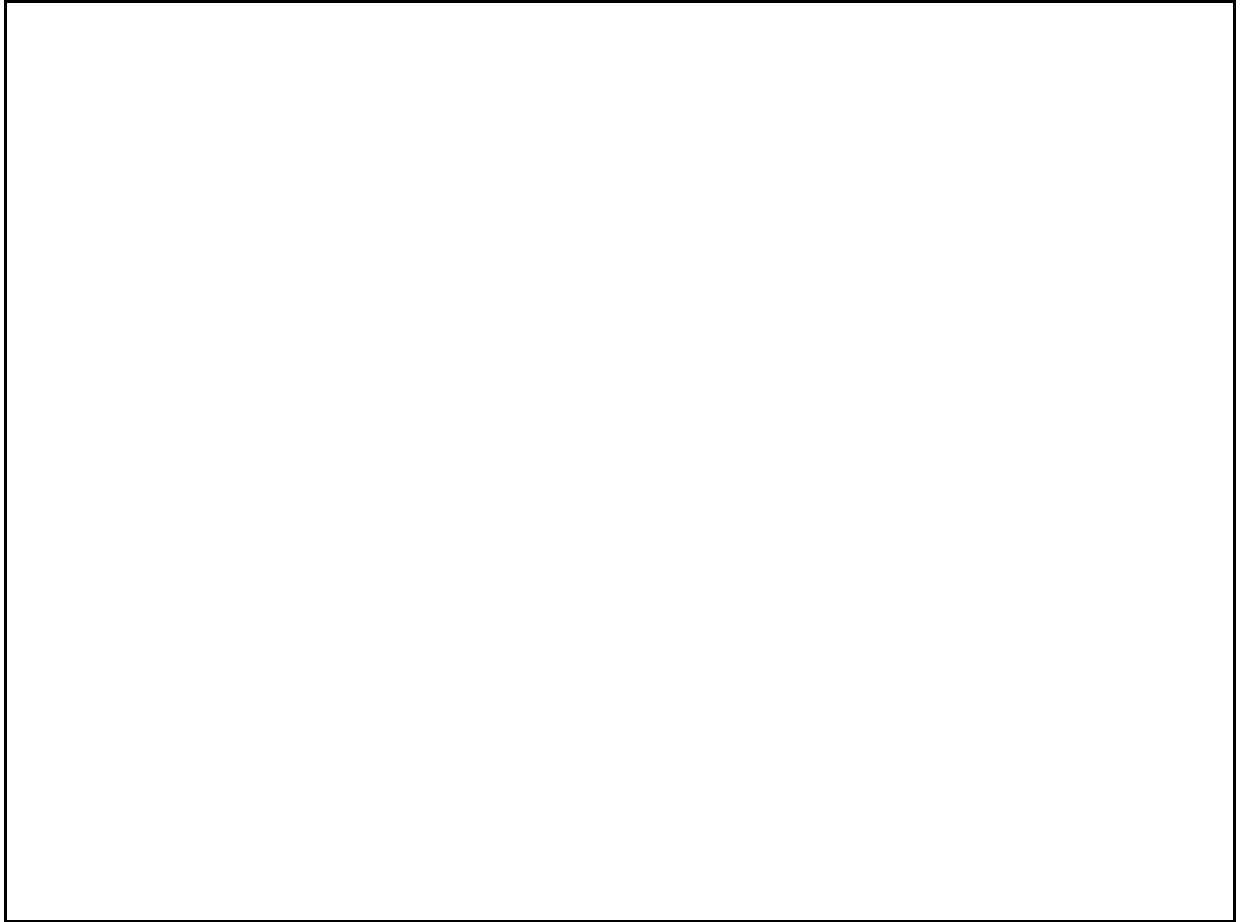


このような点も踏まえて、今後橋の老朽化の面では長期的な対策を考えると、コンクリートの橋より鋼材を主に用いた橋の方がダイナミックやまなしのアクションプランの要項の一つである橋梁の長寿命化に貢献できると思います。

鋼材を使用して橋を建設することは確かに建設時には初期資金が多くかかります

が、しっかりと塗装のメンテナンスを定期的にし100年以上保つことで歴史的な価値やシンボルとなる橋を建設する事が可能になります。

また、定期的なメンテナンスのコストを橋を美しく建設することによって観光客数を増加させ、その費用を賄うこともできるためその短所もカバーすることができます。鋼材よりも短い期間で使用できるコンクリートの橋で一時的に老朽化する橋を取りかえる事も可能ですが、コンクリートは鋼材と異なり取り壊す際に材料の再回収ができないこと、短い寿命であることを考慮すると長寿命化にはあまり貢献する事ができないと考えます。日本の橋は利便性や安全性に富んだ橋が多く存在していますが、いくら安全性のある橋でもいずれは老朽化していきます。どんな橋でも定期的なメンテナンスは必要でその分のコストと労力は必要です。そのためイギリスのように利便性の中にデザインも同程度考慮された橋の建設が今後橋梁の長寿命化計画には必要になってくると考えました。



### 3 添付書類

詳細について、図・表・写真などの資料も含めてA4縦版5枚以内にまとめて報告してください。

※パソコン・ワープロの使用可（使用する文字は12ポイントとしてください。）