



中世と現代が融合する国際都市に学ぶ スイスでの国際会議に出席して

技術士（建設／総合技術監理部門） 木村 和之

■はじめに

この歳になって海外で論文発表するなど考えたこともありませんでしたが、このたび7月22日から24日まで、スイスで開催された国際会議に出席する機会をいただきました。この時期、スイスは一年の中で最も気候が良く、どの都市に行っても大勢の観光客、しかも多様な人種を見かけたことが印象に残っています。

日本と比べると、地理的条件、歴史、文化はもちろん、交通システム、社会基盤にも違いが見られ、たいへん興味深く滞在期間を過ごしました。

わずか8日間の見聞ではありますが、自分の目で見え、感じ、学んだことを以下に報告いたします。

1. 学会の概要

1.1 CICE 2008

私が参加した“CICE 2008 Conference”は正式名称を“4th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering”といいます。炭素繊維やアラミド繊維など新素材の複合的な応用分野に関する研究を扱うもので、2年に一度開催される国際会議です。

本会議は7月22日から24日までの3日間、スイス連邦工科大学チューリッヒ校（通称“ETH-Z”、エ

テハと言う。グラビアページを参照）にて行われました。本校は1855年設立の歴史ある大学で、ノーベル賞受賞者であるアインシュタインやレントゲンの母校としても知られています。

発表論文数は38ヶ国から全210編。ヨーロッパが96編、アジア地域が69編、アメリカが43編、アフリカが2編でした。なお、日本からの参加は11編ありました。セッションは、1)補強（接着による）、2)部材内に用いる工法、3)プレストレストFRP、4)ブロックの補強、5)木構造の補強、6)耐久性、7)調査・試験・モニタリング等のエリアに分かれており、私は耐久性のエリアで発表しました。

1.2 発表内容

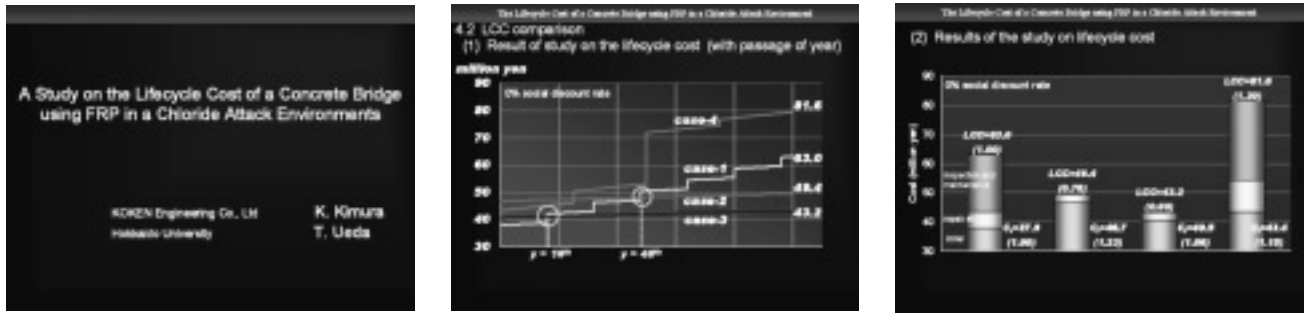
発表の内容は、北海道土木技術会コンクリート研究委員会が設計仕様小委員会において、2003年（平成15年）9月より2007年（平成19年）5月まで行ったワーキング活動（WG）の成果に関するものです。

WGは二つあり、積雪寒冷地における耐久的かつ経済的な構造物の設計を目指した、「連続繊維補強材を用いた耐久性設計（上田多門座長）」、もう一つは「積雪寒冷地における高強度コンクリートの活用（鮎田耕一座長）」です。

私は上田座長のもとで幹事を務めさせて頂き、過酷な塩害環境におけるFRP緊張材橋梁のライフサ



図－1 CICE 2008 のシンボルロゴと公式パンフレットに良く出てくる写真（カーボンパネルで補強している）



図ー2 発表に使用したスライドから

イクルコスト評価に関して、WG メンバーとともに検討を行った結果、主に以下の結論を得ました。

- (1) とくに厳しい塩害環境では、腐食に強い炭素繊維ストランドを緊張材に用いることで、在来の二重防食に比べ LCC が有利となる場合もある。
- (2) 長期的な経済性を検討する際は、将来の負担を適切に評価することが重要であり、社会的割引率を導入する必要がある。

1.3 発表のようす

私のセッションでは日本からの2編を含め、全6編の発表がありました。発表者のプレゼンテーションは12分、その後3分間のディスカッション、というサイクルで進められます（グラビアページを参照）。

マイクなしでも声が良く伝わる講堂でしたので、片手に英文原稿を持ちスタートです。稽古の甲斐があっけ制限時間内に終了しましたが、原稿を見ている時間が長かったように思います。座長から12分で終えたことを褒められましたが、時間を気にしない発表者が多いことには少し驚きました。

会議の公用語は英語ですから、質問も回答も当然英語です。ドイツ(?)の研究者から「ガラス繊維の方が経済的だと思うが検討していないのか」という意味の質問がありました。日本語で回答するのは簡単ですが、英語だと咄嗟に言葉が出てきません、「ガラス繊維は炭素繊維に比べて強度が低いため、桁の緊張材には適さないのです」と、説明したかったのですが、もたつきました。相手は理解してくれたようでしたが、その時、最前列に座っていた大柄のアメリカ人の先生が質問者の方を振り向き、「普通、桁の緊張材にはガラス繊維を使わない」と、私の代わりに説明して下さいました。いろんな意味で緊張の3分間でした。（会議の話はこれくらいで）

2. 美しい国・スイス

2.1 スイスという国について

話は前後しますが、フランクフルトを經由しチューリッヒに到着したのが札幌を出発してから約20時間後、現地時間では午後7:25(時差7時間で、日本時間では午前2:25)ですが、まだ太陽は沈まず



写真ー1 ETH-Z のテラスから市内を望む
中世の建築物が残る美しい街並み



図ー3 スイスでの訪問先

「午後」の明るさです。気温は札幌と同じくらい、空気もからっとしていることに加え、風もなく雨も降らず、匂いもなく、たいへん穏やかな街でした。

スイスは直接民主制の国で、重要法案は国民投票で採決されます。EU に加盟していないのも、2001 年の国民投票において有権者の 8 割が反対した結果です。

アウトバーンに制限速度 (120 km/h) を与えたのも、ガソリンの値上げを決めたのも、国民の意思が反映される国なのです。当然、国民の関心が強いのでしょうか、日本も一人ひとりが「身の周りの状況に興味を持ち」、「考える」ことが大切だと思います。

スイスの面積は北海道の半分、ほぼ九州と同じ大きさです。国土の 6 割以上が山地で、そこに 750 万人が暮らしています。天然資源は水以外にほとんど無く、そのために多くの技術が進んだのかもしれない。

しかし驚くことに、国民一人あたりの GDP は世界第 5 位 (アメリカ 7 位、日本 18 位)、5 万ドルを超えています。豊かな国なのです。

2.2 物価が高い国スイス

物価が高いことには驚きました。通貨は「スイスフラン (CHF)」といい、7 月下旬の為替は 1 CHF = 104 円でした。ビール (500 ml) は、CHF 6 ~ 8 (620 ~ 830 円)、普通のパスタが CHF 20 (2,000 円) など、レストランで食事をする際、少なくとも 50 CHF (5,200 円) 見込んでおかなければ不安です。

2.3 スイスの言語について

スイスでは 4 つの言葉が使われています。ベルン

を含む東側はドイツ語、西と南側がフランス語、南端がイタリア語、そして東側のごく一部でロマンシュ語が使われています。また、国際性の高い国ですから、どこへ行っても英語はほぼ通用します。

地名も言語圏に沿っており、チューリッヒではバーンホフ・ストラッセ (駅前通り)、リンデンホフ (菩提樹) の丘など独語の地名が、ジュネーブに入ると、ル・ローヌ (ローヌ川)、ポン・デ・モン・ブラン (モンブラン橋) など仏語の地名になります。

3. スイスを代表する橋梁

3.1 ガンター橋

ガンター橋はスイス南部のブリグという町からイタリア国境近くのシンプロン峠へ行く途中の渓谷に架けられた PC 橋です。設計は世界的に有名なクリスチャン・メン。1980 年に完成しました。深い渓谷と遠くにアルプスを望むロケーションの中、構造力学的合理性を感じさせるプロポーションが高く評価され、橋梁設計、景観設計の手本とされる橋です。今回現地を訪れ、偶然にも補修工事に遭遇しましたので、その状況を説明します (グラビアページを参照)。

ガンター橋は完成から 28 年になりますが、すでに何年も前から鉄筋の錆とコンクリートのひび割れ、剝離・剝落などが顕著になっていたようです。また、箱桁内部への漏水も生じるなど、橋の耐久性における問題が表れてきました。

さらに重大な問題として、地すべりの進行があります (図-4)。現地に設置された説明パネルによる

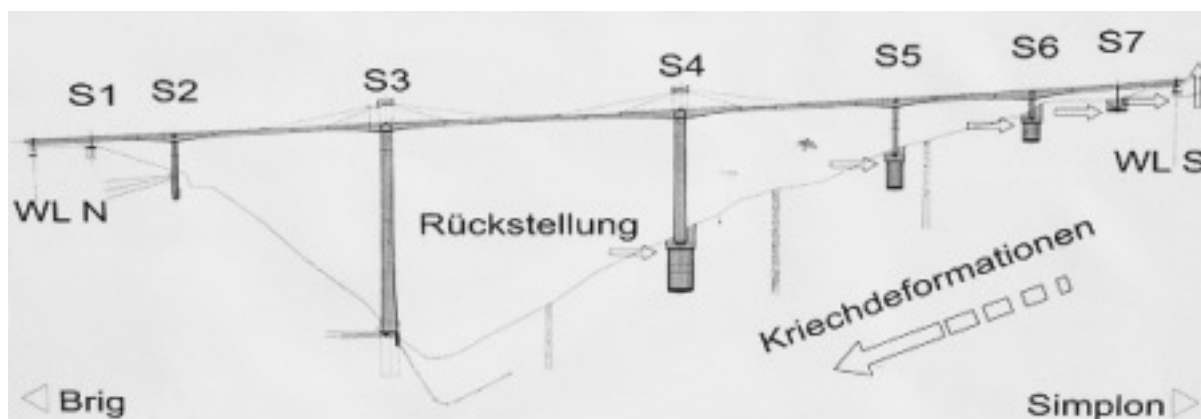


図-4 ガンター橋の全体図 (地すべりが生じていることを表している)



写真-2 ガンター橋に生じた鉄筋の錆とコンクリート剝離かぶりが小さいように見える

と、1 年間に 6～10 mm 変位しているとのこと。もともと設計当初から 150 mm までは追従できる構造ですが、これ以上になった場合、再調整することが考えられていたようです。

工事に際し、橋を 1 車線規制して下り線とし、旧道を上り線として暫定的に使っています。橋面ではひび割れ注入工事が確認できましたが、説明パネルによると、塩分の浸透したコンクリートの表面をはつき取って断面修復するようです。

すでに修復が終わった箇所がありましたが、日本の同種工事に比べると仕上がりは粗く、コンクリート表面が皮膚病にでもかかったように見えます。

一方、地すべり進行に伴う基礎の対策ですが、詳細は不明です。迂回路脇の橋脚 1 基（竹割り構造といいますが）をのぞいてみましたが日本では見かけない構造であり、あれだけ大きな橋梁の荷重をどのように基礎に伝える構造なのか、不思議でなりません。



写真-4 シヨン高架橋の補修状況
ひび割れ補修だろうか？



写真-3 ガンター橋の斜版コンクリートのひび割れ
構造的な原因か？ 材料に起因するのか？

今回の修繕工事に関する詳細な情報を集めてみなければ何とも言えませんが、ぜひとも以下の項目を調べてみたいと思います。

- (1) 地滑り地帯に計画するという大胆な計画思想、
- (2) 維持管理、モニタリングの実情、
- (3) 修繕工事の長期的効果への評価(劣化予測等)

3.2 シヨン高架橋

フランス語圏であるレマン湖のほとり、ジャズフェスティバルで有名なモンレー郊外にシヨン高架橋があります(グラビアページ参照)。湖に迫る森、その中腹を縫うように緩やかな曲線を描く高架橋の姿は見事に環境と調和しており、感動すら覚えます。存在感はあるのに主張せず、美しい風景の中に納まってしまう。たぶん、それが構造美のなす業なのでしょう。

シヨン高架橋は 1969 年の完成後、39 年が経過しました。PC 桁に目をやると、コンクリート表面の断面修復した跡やゲレンク部（支間中央のヒンジ部）の補修状況を確認できます(写真-4)。また、山腹には崩壊箇所もあり、落石防護のネットが設置されていました。高架橋の下は住宅地ですので、多くの人が居住していることでしょう。ガンター橋と同様、架橋地点やルート計画における地質上の評価はどのようなものだったのか、調べてみたいと思います。

■おわりに

今回の国際会議出席は、多くの皆様のご理解とご協力によって実現したものです。この紙面をお借りして感謝の気持ちを表したいと思います。