

合成構造に関する国際会議出席と 欧州の橋梁調査に参加して

高瀬 和男¹⁾

ASCCS (Association for International Cooperation and Research in Steel-Concrete Composite Structures ; 鋼・コンクリート合成構造に関する国際協力と研究のための協会)の第4回国際会議が、1994年6月20日から3日間の予定でスロバキアのコシツェで行われることになり、この機会に昨年まで大阪大学に留学され現在ハンガリーのブダペスト工科大学のL. Dunai 教授を、また1991年に大阪市立大学に客員教授として来日され現在チェコ科学アカデミー理論・応用力学研究所のM. Skaloud 教授を訪れ、近年の社会主義国家の崩壊後の中・東欧諸国について調査する。また中井教授とかねてよりご親交のあったミュンヘン工科大学のG. Albrecht 教授より最近の日本の本四架橋を含む長大橋建設技術について技術交流を行いたいとの申し入れもあり、本調査・研究団が編成された。団員はASCCSでの発表者を中心に大学関係者が14名のほか、本四架橋の建設に携わったコンサルタント・建設会社など総勢で30名が参加した。

今回の視察の詳細な成果については、調査団より報告書が出版される予定であるため、ここでは訪問先の概要と筆者にとって初めての欧州旅行の感想について述べるものとする。

はじめに

この度の欧州視察は、1994 (ASCCS 4) 調査・研究団 (団長；大阪市立大学中井教授，副団長；大阪大学 松井教授以下総勢30名) に参加し、平成6年6月17日から7月7日までの21日間の日程で

東欧を含む欧州 7ヵ国を訪問したものである。図-1、表-1 に今回の訪問先および旅程を示す。

1. 合成構造国際会議 (ASCCS) の参加と東欧3ヵ国の訪問

(1) ブダペスト工科大学とダニユーブ (ドナウ) 河の橋梁視察

6月17日PM7:20ルフトハンザ743便にて大阪空港より香港を経由してまずフランクフルトへ、そこから飛行機を乗り継ぎハンガリーのブダペスト到着は日本時間の翌6月18日PM7:30、ほぼまる一日がかりのかなりハードな移動であった。

到着後、さっそくブダペスト工科大学のL. Dunai 教授を訪れ、大学の紹介とダニユーブ河の橋梁について講義を受け、その後研究室を見学させて頂いた (写真-1, 2)。

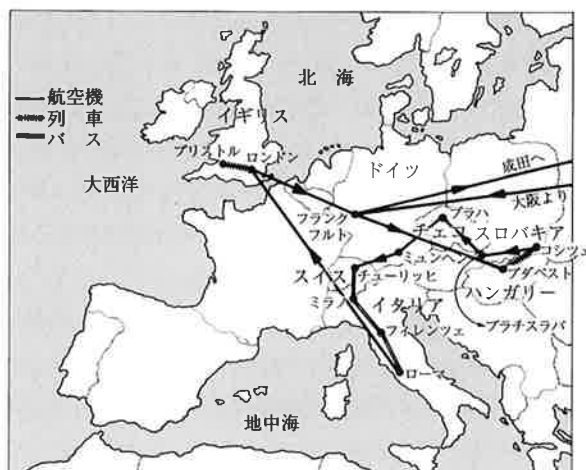


図-1 訪問先

1) 大阪橋梁設計部設計二課副課長

表-1 旅程

月日	都市名	訪問先・視察場所
6/17(金)	大阪発(香港経由)	
6/18(土)	(フランクフルト経由) ブダペスト着	Prof.L.Dunaiの案内によりブダペスト工科大学訪問
6/19(日)	ブダペスト	ダニユープ河の橋梁視察 ブダペスト市内見学
6/20(月)	ブダペスト発 コシツェ着	(移動) ASCCS-4 第1日目
6/21(火)	コシツェ	ASCCS-4 第2日目
6/22(水)	コシツェ	ASCCS-4 第3日目
6/23(木)	コシツェ発 (ブラチスラバ経由) ブラハ着	(移動) ブラチスラバ橋視察・市内見学 (移動)
6/24(金)	ブラハ	Prof.M.Skaloudの案内によりチエコ科学アカデミー訪問・ブラハ橋梁視察・市内見学
6/25(土)	ブラハ発 ミュンヘン着	(移動)
6/26(日)	ミュンヘン	Prof.G.Albrechtらの案内によりドイツ博物館およびオリンピック施設見学
6/27(月)	ミュンヘン	ミュンヘン工科大学訪問 第1回 日独技術交流会
6/28(火)	ミュンヘン発 チューリッヒ着	(移動) 市内見学
6/29(水)	チューリッヒ発 ミラノ着	(移動) ガンター橋視察
6/30(木)	ミラノ発 (フィレンツェ経由) ローマ着	(移動) フィレンツェ市内見学, ポンテ・ベッキオ視察
7/1(金)	ローマ発 ロンドン着	ローマ市内橋梁視察 (移動)
7/2(土)	ロンドン	テムズ川の橋梁視察, 市内見学
7/3(日)	ロンドン発 ブリストル着	(移動) セバーン橋, 第2セバーン橋視察およびクリフトン橋視察
7/4(月)	ブリストル発 ロンドン着	望月先生の案内によりロンドン市立大学訪問, Prof.L.F.Boswellと歓談
7/5(火)	ロンドン	市内見学
7/6(水)	ロンドン発 (フランクフルト経由)	(移動)
7/7(木)	成田着	



写真-1 ブダペスト市内



写真-2 ブダペスト工科大学



写真-3 くさり橋

ブダペスト工科大学は土木、科学、電気、機械、運輸、建設、自然・社会科学の7つの学部から成り、約1万人の学生と2千人のスタッフがいる。その内土木学部には1200人の学生が在籍し、道路鉄道工学、構造工学、水理工学、計量の4つの専門分野に分かれている。構造工学分野には土木学部の約60%の学生がいて、国内の建設事情から興味深いことである。構造工学の実験室では、合成構造物および補強繊維コンクリートの実験が多くあったが、日本の大学とは趣異なるものであった。

その夜、我々30名はL. Dunai 教授の自宅に招待され、ハンガリーの家庭料理グラージェ(野菜と牛肉のスープ)をご馳走になり、また地元の踊りまで見せて頂き、24時間の旅の疲れを取る事ができた。



写真-4 自由橋



写真-5 ペテーフイ橋

ブダペストは、ダニユーブ河流域に位置する千年の歴史を誇る美しい町で、元々はアジア系民族のマジャール人が治め、中部ヨーロッパの中核都市として栄えてきた。中世以後は、オーストリア・ハンガリー帝国の構成国として政治経済文化的に周囲に影響を及ぼし、第2次大戦後はソ連の侵略により社会主義の道を歩いた国である。現在は民主主義の路線を選択し、中東欧諸国のなかでは上位の経済力を持っているとされているが、最近物価が高くまた失業率も高くなってきたため、我々が訪れる直前の選挙で旧共産党が第1党に返り咲いた。だがハンガリーの先生方のお話を聞くと「昔のような社会主義国家にもどるようなことはない」とのことである。

ブダペストは王宮のあるブダ地区と庶民の町のペスト地区がダニユーブ河を挟み分かれている。現在、この両地区をつなぐために、7つの橋が架けられている。その代表的な橋がセーチャーニ橋（くさり橋）である。19世紀の中頃にイギリス人の技師により設計されたもので、両端に孔の開いた鉄のアイバーを数枚重ね、ピンで連結してくさりとして使用した吊橋である。この鉄のくさり



写真-6 ハンガリー国会議事堂



写真-7 くさり橋アイバー
(ブダペスト工科大学内)

は、約150年の間に取り替え工事が行われており、ブダペスト工科大学内にはそのオリジナルが展示されていた。写真-3~7にブダペスト市内の橋と建築物を示す。

(2) 合成構造国際会議とスロバキアの生活状況

合成構造国際会議(ASCCS)は、4年に1度開催されている合成構造の協会としては、権威ある国際会議である。今回はスロバキアのT.Javor教授が会議の議長となり、スロバキアの第2の都市コシツェが選ばれた。

コシツェはスロバキアの東部に位置し、ウクライナまで約60kmの所にある。人口は約25万人、主として工業、特に機械・電気産業を中心とした工業都市とのことであるが、街を見る限り工業都市とは感じることはできず、ヨーロッパの田園都市の趣があった。街は大聖堂を中心に古い城壁に囲まれた部分のオールドタウンとその外側の新しい街に完全に分離され、オールドタウン部は車の侵入も制限されており、補修工事を行うにもその街並みを保つように配慮されている。

ここでは多くの街の人に直接話を聞く機会があり、ここ2~3年で西側の衣類、車などが多く入ってきているが、その代わりに物価がずいぶん上がって生活が苦しくなっているとのことである(写真-8,9)。

合成構造国際会議(ASCCS)の参加者は、総勢で約200名。そのうち約70名が日本人で、他に中



写真-8 コシツェ風景



写真-9 コシツェ風景

国、台湾、韓国、インドのアジア系の方の参加が多く、その国の熱意が伝わってきた。もちろん、合成構造の先進国であるドイツ、フランス、イギリスのエンジニアの方も多数参加されていた。発表時間よりも質問時間の方が長いこともあり、その意気込みが伝わりとても有意義な国際会議となった（写真-10）。

コシツェからチェコのプラハへ移動する途中、スロバキアの首都ブラチスラバへ立ち寄り、ブラチスラバ橋（SNP橋）を視察した（写真-11）。この橋は、ブラチスラバ城のモニュメントとして1972年完成した斜張橋で、傾いたA型主塔上部にはカフェレストランが置かれてありそこからの眺めは格別であった。

（3）プラハの街とプタバ河の橋梁視察

チェコ共和国の首都であるプラハは人口約140万人、ボヘミア文化の中心であり別名「百塔の街」と呼ばれるほど16世紀から18世紀のゴシック、バロック様式の建物が第2次大戦の戦火を逃れ



写真-10 ASCCS会議風景



写真-11 ブラチスラバ橋

残っているところである。また、ここはウィーンに次ぐ音楽の都でもあり、街を歩いていると突然野外コンサートに出会うこともあり、楽しい思い出ができた。その中で最も印象に残っているのは、プラハ城であった（写真-12, 13）。

プラハ城は、14世紀から建設が始まり18世紀に現在の姿になっている。その作り方は、古い城門の門の部分を残し城壁であったところを建物とするように、古い文化を大切にし、また、うまく利用していることを直接感じることができた。現在このプラハ城はハベル大統領の官邸となっているが、我々観光客もそのドアの所まで入って行ける、これも驚きであった。チェコは社会主義体制の脱却以後、スロバキアと分離し上記のような文化遺産により、まず観光化を図ろうとしていることがよく理解できた（写真-14, 15）。



写真-12 プラハ風景



写真-13 プラハ城



写真-14 市内風景(ティーン教会)



写真-15 市内風景
(旧市庁舎)

プラハの街を流れるブルタバ河に架かる代表的な橋は、14世紀に作られたカレル橋である。この橋は、左右の欄干に約20体ずつの聖人の石像があり、それは見事なものだ。その中にはフランシスコ・ザビエルの像もあり、日本とのつながりを感じることができた。そのほかの橋梁も、ほとんどが18世紀頃に建設されたもので、そのほとんどが石作りまたはコンクリートであったが、どの橋にも高欄または橋脚に見事な石像があり、歴史と建設者の景観への配慮を感じることができた(写真-16, 17)。

2. ミュンヘン工科大学での日独技術交流会 および西欧3ヶ国の訪問

(1) ミュンヘンとミュンヘン工科大学での 日独技術交流会

6月25日から28日までの4日間ドイツのミュンヘンに滞在した。6月26日の日曜日に、ドイツ博物館を訪れた。ここでは、ドイツの今までの科学の歴史を見ることが出来る。第2次大戦時のメッサーシュミットやUボートが現物のまま展示されていたり、20世紀初頭の蒸気エンジンがまだ動く状態で保存されていた。その中に土木建設のフロアーがあり、トンネル、橋梁、ダム建設方法の模型を置いてあったり、断面の一部を切りとって展示してあり、一般の人にも楽しく見学でき、簡単に理解できるように工夫していることに感心した(写真-18, 19)。

午後ミュンヘンオリンピック施設へ足を伸ばしてみた。この施設は、吊り構造物として当時画期的なもので、確かにどうやって架設したのか簡単に理解できないほど複雑に張り巡らされたケーブルには感心させられた(写真-20)。

ミュンヘン工科大学での日独技術交流会の会場は、300名は入るとされる近代的で立派なホールで、聴衆はほぼいっぱい。ドイツの官庁、建設会社、学校の先生方および学生が集まった。ドイツ側は午前中に4名の先生方が合成構造、アルミニウム構造、鋼橋の補修補強、吊橋のケーブル取り替えについて発表があった。日本側は午後、中井先生、栗田先生、日立造船株の方と筆者の4名で本四架橋の状況、明石海峡大橋の概要、最近の日本の合成構造について、今年4月に開通した阪神公団の湾岸線の概要について発表を行った。ド



写真-16 カレル橋



写真-17 橋脚の石像



写真-18 ドイツ博物館



写真-19 ドイツ博物館内の土木建設のフロアー

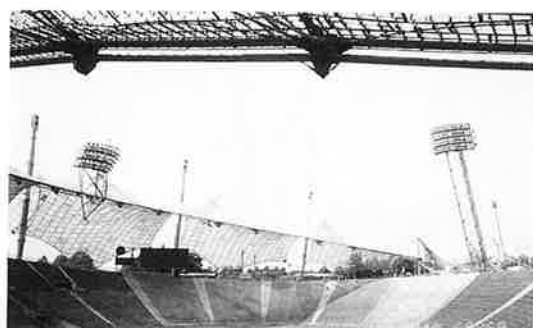


写真-20 オリンピック施設

イツ側の発表の、橋梁を取り巻く環境における既存橋梁の補修補強の重要性については、昨今日本においても緊急の課題でもあり、非常に意義ある発表であった。また、明石海峡大橋に代表される日本の橋梁技術への関心の高さを実感した。多数の質問、意見の違いなど活発な議論があったが、最後の拍手は最高の思い出となった(写真-21,22)。



写真-21 ミュンヘン工科大学内・日独技術交流会風景



写真-22 日独技術交流会風景

ミュンヘン工科大学は、1868年に創設され、昨年で125周年を迎えた歴史ある大学で、卒業生の中からノーベル賞受賞者を3名も出している。現在12の学部が設置されていて、そのなかでは工科大学としては珍しい医学部や地方色豊かな醸造学部が設置されていることに目を引いた。技術交流会の後、我々は鋼構造および材料検査の実験室を

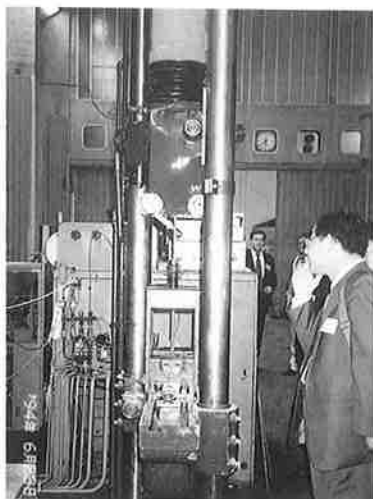


写真-23 ミュンヘン工科大学実験室風景

見学させて頂いた(写真-23)。梁の座屈やケーブルの強度に関する研究が盛んなように見受けられた。また、素材としてのアルミニウムの梁に対する座屈、疲労、耐荷力の研究は特筆すべきものであった。

(2) スイス、イタリアとガンター橋

山に囲まれた人口80万人のチューリッヒでは、冬の間は雪が多いため、夏の時期つまり観光シーズンに建物等の工事が集中しているようで、高台より町を見回すとあちこちにクレーンが見えた。

翌日、アルプスを越えてイタリアのミラノまでバスで向かう途中、ガンター橋を訪れた。アルプスの山越えの途中、氷河をみることもでき、そのすばらしさはとても言い表すことができない。ブリックからシンプロン峠への道に入り、約30分程度進むとマッターホルンの下に、まるで蝶ネクタイのようなガンター橋が、その姿を表わした。山の荒々しい姿と解け合うように、またアクセントにもなるように不思議な調和のとれたものであった(写真-24, 25)。

ミラノからローマへ向かう途中に、メディチ家により栄えたフィレンツェに立ち寄った。花の聖母寺ドゥオモを中心とした高さの揃った赤い屋根の街並みはまるで美術館のようで、ルネッサンス文化の中心であったことを感じさせていた(写真-26)。



写真-24 ガンター橋(奥がマッターホルン)



写真-25 ガンター橋



写真-26 フィレンツェ風景



写真-27 ポンテ・ベッキオ

このアルノ川に架かるポンテ・ベッキオは私の見たかった橋のひとつで、独特の歴史と文化を感じさせてくれる橋だと思う。橋は2層構造になっており、上層はウフィツィ美術館とピッティ宮を結んでおり、下層は露天商が立ち並んでいた(写真-27, 28)。

イタリアではあまり時間がなく、ほとんど市内を見ることができなかったが、その中で感じたことは主だった建物が必要以上に大きいことに不思議さと感動を覚えた(写真-29, 30)。



写真-28 ポンテ・ベッキオの内側



写真-29 ミラのヴィットリオ・エマヌエレ2世アーケード



写真-30 ローマに残る水道橋

3. ロンドン市立大学の訪問および 第2セバーン橋の視察

(1) テムズ川に架かる橋梁視察

今までのヨーロッパの街並みは石造りの文化であったのに対し、ロンドンの街並みはレンガ造りの文化という感じがした。

テムズ川の橋梁の建設は19世紀中頃がほとんどで、補修を行い大事に使っているようである。信じられないことであるが、特にアルバート橋は床版が木製のように、舗装厚も非常に薄い。現在車両規制をして使用していた。また塗装の色が2, 3色あり、一見すると派手な感じがするが、霧などで暗い雰囲気のあるロンドンの気候を考えると、これくらいの色使いがあった方が街の人たちの目を楽しませ、その意味で街並みに調和していると思われる(写真-31~34)。

タワーブリッジは、現在テムズ川の最も河口にある橋で、船舶の通行に合わせ橋を跳ね上げる可動橋(跳開橋)である。元々、ロンドン橋が最下流の橋であったが、その付近の港湾施設の発展に伴い、ロンドン橋の下流に多くの人が暮らすよう

になり、ちょうど100年前に建設された。当時としては、国の威信を賭けるような機械・土木工事だったらしく、パンフレット等により当時の様子をうかがうことができる。塔の外観は隣接するロンドン塔に合わせ石造りのように見えるが、実際の骨組みは鋼鉄製で耐久性に優れている。我々が訪れた日は、橋が完成して100年と2日目だったらしく、祝100年の行事が行われており、橋がいかに市民に親しまれているかがわかった（写真-35, 36）。



写真-35 タワーブリッジ



写真-31 アルバート橋



写真-36 タワーブリッジ



写真-32 チェルシー橋



写真-33 ウェストミンスター橋



写真-34 ボックスール橋

(2) セバーン橋とクリフトン橋

ロンドンから西へ列車で約2時間のブリストルと対岸のウェールズを結んでセバーン河に架けられているのがセバーン橋である。橋長1600m中央支間長は987m、吊り材が斜めに設置されているという特徴をもっている。斜めに取り付けられた吊り材は耐風安定性を目的として実施され、桁も耐風性に優れる偏平六角形の1箱桁が採用され、約30年前の当時としては合理的でじつに経済的であるとして世界から注目された橋であった。ところが、あまりにも桁を軽くしすぎたために、風や自動車によっていつも細かく振動している構造となってしまう、斜め吊り材の取り付け部



写真-37 セバーン橋

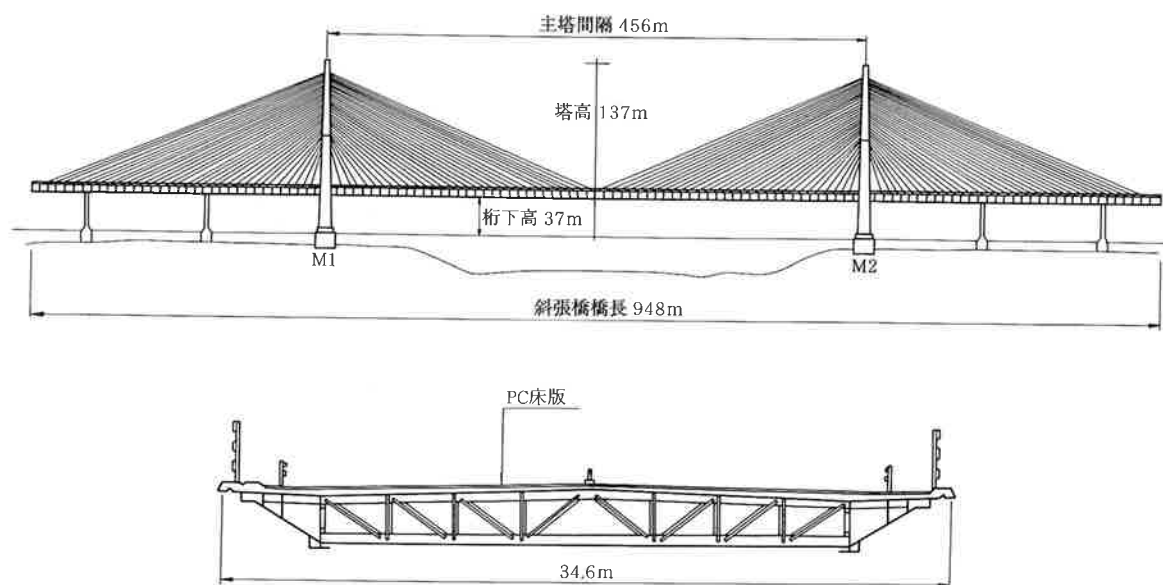


図-2 第2セバーン橋一般図



写真-38 第2セバーン橋

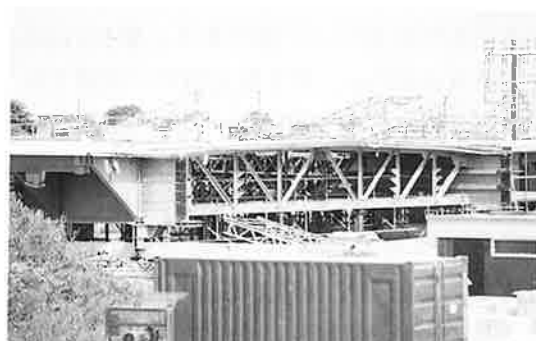


写真-39 第2セバーン橋の主桁部



写真-40 クリフトン橋

やその他溶接部で疲労性のクラックが発見され、そのため完成からわずか十数年で莫大な費用を投じて補修工事を行ったという歴史を持っている橋である。

我々が訪れた時には、その当時の補修跡を直接みることはできなかったが、桁および塔の塗装の補修作業が行われていた(写真-37)。

第2セバーン橋はセバーン橋の交通緩和を目的として、セバーン橋の下流約5kmのところ到现在建設中の橋である。橋の全長は約5km、メインとなる斜張橋部は橋長948m、中央支間長456m、鋼桁とコンクリート床版の合成構造の主桁を有している。施工は官庁から許可を受けたLAINGとGT Mの共同企業体が行い、資金は民間の銀行2社が提供している。完成後30年は資本回収のためこの橋は民間で管理され、その後官側へ委託されることである。

鋼桁の製作は、イタリアの鋼材を使いイタリアの企業が製作したそうである。現地では隣接したヤードに桁を輪切りブロックで輸入し、床版を打設し塗装を行い、現場にバージで運び直下吊りクレーンで架設する工法である(図-2、写真38,39)。

ブリストル市内にあるクリフトン橋は、ロンドン市内のハンガーフォード橋が鉄道計画により吊橋からトラス橋に架け換えられるために発生した吊り材を使用した橋で、着工から約50年を費やして1864年に完成した。深い渓谷に架けるために難工事だったと想像されるが、完成までに長期間を要した理由は資金不足のようである(写真-40)。

(3) ロンドン市立大学の訪問

ロンドン市立大学に留学されている大阪市立大学の望月先生を訪ね、先生の紹介により土木工学部長のL.F.Boswell 教授からイギリスの建設事業の現状についてお話しを聞く機会に恵まれた。

ロンドン市立大学は、1894年に研究所として設立し、1966年に大学として許可を受け現在に至っている。本大学は、ロンドン市内の金融、商業といった経済界に影響を与え、多くのプロジェクトに技術的アドバイスをを行うという形で市の発展に貢献してきた。

大学の主な研究テーマとしては、北海油田のパイプなど海洋構造物のメンテ方法やパイプの現地での補修方法など、コンクリートを鋼板でサンドウィッチにした合成構造物、ビルのガラスの検査用ロボットの開発など多岐にわたり、実用化し得るものの開発研究に力を入れているという感じであった(写真-41)。

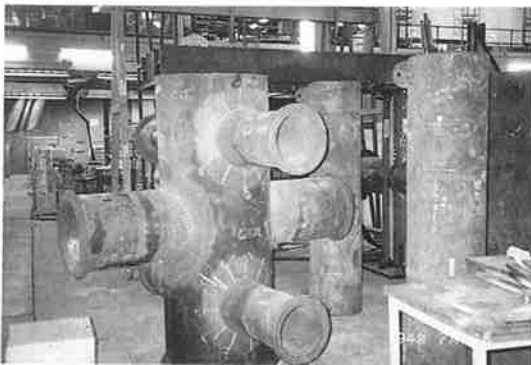


写真-41 ロンドン市立大学実験室
(北海油田パイプラインの疲労試験体)

おわりに

今回の視察では、2つの国際会議、4つの大学訪問、コンサルタントとの技術交流などに参加、また発表することができた。このような機会が与えられ、その活発な討議に接することができたことは、筆者にとっては大変有意義な経験であった。特に、今回は合成構造国際会議(ASCCS)が東欧のスロバキアで開催されたことから、その隣国のハンガリーおよびチェコを訪問することができ、その国の大学事情や特に近年社会主義から脱却した国の生活状況などを直接目にする事ができたことや、またドイツでは、HRAというコンサルタントの技術者から夕食の招待を受け、その中で技術的な意見の交換ができたことは、筆者にとって大きな刺激となった。しかし、ドイツおよびイギリスの技術者との情報交換から、彼等の考え方が合理的かつ柔軟であることを聞きはしたが、筆者自身の英語力の不十分さにより、本当に重要な部分や突っ込んだ話し合いができなかったことは残念でならない。

最後になりましたが、準備の段階からひとかたならぬお世話を頂いた大阪市立大学の中井団長、大阪大学の松井副団長および幹事長として色々な手続きをして頂いた大阪工業大学の栗田助教授をはじめ団員の方々や会社の職場の皆様には、このような充実した、また長期の視察に参加させて頂き、この場をお借りして感謝いたします。