

工学系学生国際交流基金報告書

派遣者氏名： 守屋 瑠璃子	
所属専攻・研究室・学年：機械物理工学専攻・武田研究室・修士1年	
派遣先大学・専攻： TU-Delft・Precision and Microsystems Engineering	
受入教員名： Professor Just L. Herder	
派遣期間：平成 26 年 8 月 25 日 ～ 平成 26 年 10 月 5 日	
申請カテゴリー： ☐ (C1)SERP ☐ (C2)AOTULE ☒ (C3-a)部局間協定校 ☐ (C3-b)全学協定校 ☐ (C4)その他	
研究（プロジェクト）題目： Shape sensitivity in isogeometric analysis of beams with prescribed load-path and large deformations	

- ・ 帰国後1か月以内に工学系国際連携室 ko.intl@jim.titech.ac.jp にMS Wordファイルにて提出ください。
- ・ SERPで派遣された場合は、受入教員の評価書も添付して下さい。
- ・ この表紙を含まず、ページ数は2～4ページ以内としてください。
- ・ 研究室や宿舍内の様子の写真、図表、イラスト、滞在中のその他の写真などは挿入可です。ただし、それらを掲載する際には簡単な説明を加えて下さい。
- ・ 提出された報告書は工学系のホームページに掲載する可能性があります。この際、連絡先を除く、氏名・所属も公表します。また、別途、クロニクルへの執筆をお願いすることがあります。

報告書必須記載事項

- ・ 派遣大学の概要（所在地、創立、大学の規模など）
- ・ 所属研究室での研究概要とその経過や成果、課題など
- ・ 所属研究室内外の活動・体験（日常生活・余暇に行った事など）
- ・ 留学先での住居（寮、ホームステイ等）、申し込み方法、ルームメイトなど
- ・ 今回の留学から得られたもの、後輩へのメッセージ、感想、意見、要望

（これより以下に報告を添付して下さい。）

報告

私は約40日間、デルフト工科大学に留学した。デルフト工科大学はその名の通り、オランダの南ホランド州の観光地でも有名なデルフトに本部を置く。オランダ最高峰の工科大学であり、土木分野が特に有名である。1842年設立された公立大学である。オランダには大学入試試験がなく、高校時のテストで入学不可または可が決まるという話を聞いた。

私は日本で板ばね等の弾性体を用いた回転ジョイント、弾性ジョイントに関する研究を行っている。昨年度はオルダム継手を3次元的に拡張した機構弾性体の応用に関する研究は世界各国で行われており、海外でも少し研究に携わりたいと思い、武田先生に相談してみた。するとコンプライアンスメカニズムで有名な教授を勧めてもらえ、かつ留学受け入れ可能か否かの連絡の手助けをしていただき、その研究室に滞在させてもらうことになった。

所属研究室はmechanical, maritime とMaterial Engineeringを含んだ大きな一つのグループ3Meの中のPrecision and Microsystems Engineeringに存在した。この中でもMechatronic system design のJust L. Herder先生の研究室で研究をした。研究のアシスタントとしてGiuseppe Radaelliにお世話になり、大変位を考慮した梁の変形の形状の最適化という研究の一部に携わらせてもらった。

大変形する非線形性の梁のような弾性体は腰や腕等のサポート装置への応用が考えられるが、それらの設計をする際には梁への負荷荷重による変形を考慮した上での最適な形状設計が必要である。今回は非線形の大変形を考慮する際にIGA(isogeometric analysis)を用いて形状を最適化した梁を対象とした。この対象梁は図3に示す通り、x軸方向に拘束がない梁をある線上でy軸方向に押したとき、y軸方向にかかる力が常に一定であるように設計された梁であった。今回はこの理論に基づいて作成された梁の実験確認として実験方法を考えるところから行い、主に実験装置製作と実験を行った。

実験装置についてだが、大学に設備されていた1軸力測定機を用い、これを用いてy軸方向に梁を押した。一方x軸方向に関してはまずボールリニアガイドを使用して、梁にその方向の力が作用しないようにした。梁と実験装置の接続部分についてだが、接触線まわりに回転が可能な形にする必要があった。そのため今回その部分には接続部分とテープを交互に接続することでそれを実現した。

最初の実験としてリニアガイドのみを使用した。その結果、力点と装置の重心が近いとき、装置がx軸方向に滑らかに動かず、リニアガイドのスティック・スリップの影響が図5の赤線に示す通り振動として結果に出て、リニアガイドの摩擦の影響が無視できない。次にそのスティック・スリップを小さくするため、リニアガイドにモータの偏心による振動を与えて実験をした。その結果、スティック・スリップによる影響が小さくなったことが図5の青線の振動が小さくなっていることからわかる。しかしまだその影響はある。そこで実験可能な最後に日に、教授の提案で既存の回転ベアリングを用いた1自由度機構をリニアガイドの代わりに使用して実験した。その結果、図5の黒線のようになった。ただし、この機構はx軸方向の直進運動幅の限界が小さく、結局y軸方向に50mmの範囲でしか梁に荷重を作用できなかった。以上の実験条件を表1に示す。

今後の課題としては直進運動部の摩擦があげられ、ボールを使用していないシンプルな構造の直進部品への変更が解決方法としてあげられる。また、テープを用いた接続部等の組み立て誤差による影響による装置のヒステリシスを小さくする必要がある。

結論としてx軸方向の摩擦の影響が無ければ、理論値のようにy軸方向の範囲が50mm以上の範囲においてある程度一定の力が梁に作用することがわかった。



Fig. 1 3mE の建物外観



Fig. 2 3mE の建物外観

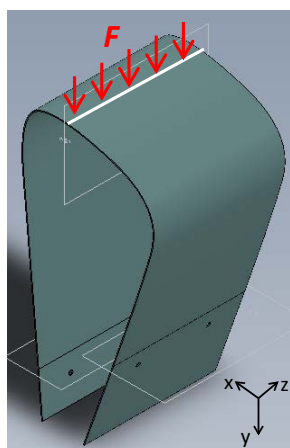


Fig. 3 対象梁

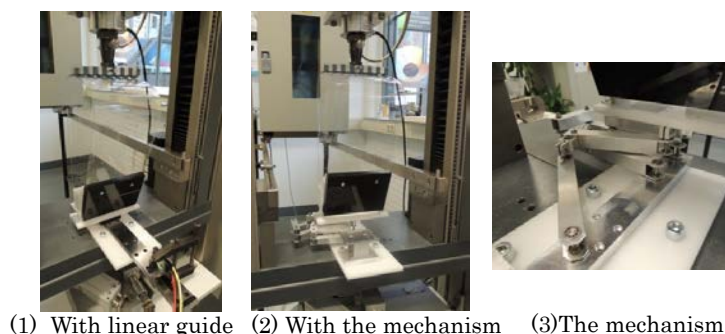


Fig. 4 装置の設置

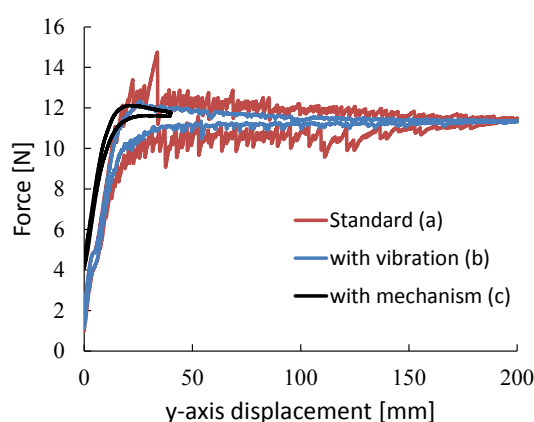


Fig. 5 y 軸方向に梁に作用した力

研究以外の活動として、まず研究室でのことと、週末にしたことに分けることができる。研究室では毎週月曜にその日の担当者が自前で人数分用意するというランチタイムがあった。帰国直前の月曜には、研究室の人の助けもあり、お好み焼きやおにぎり(図7)を用意した。それ以外の平日は学食でご飯を食べた(図6)。毎週木曜にはランチタイムに全体ミーティングがあり、学会の発表練習に立ち会う機会があった。放課後に関しては、みんなでビールを片手にバーベキューをするといったことや、研究室唯一の女の子の家(シェアハウス)にお邪魔してシュタンポットシュラというマッシュドポテトの中にレタスとベーコンを入れた食べ物の作り方を教わり、夕食を共にするというイベントもあった。加えて留学途中から宿泊先が教授宅の隣だったこともあり、教授宅で夕食をいただいたり、ペットの大きなウサギと戯れたり、娘さんと遊んだりもした。

週末には時間が許す限り外をぶらぶら観光した。デルフトはもちろん、デンハーグ、アムステルダム、ユトレヒト、ライデンに電車を使用して行った。また、家族がヨーロッパに来た際にベルギーのブリュージュへ行った。オランダは運河の町で、運河観光用の船もよく行きかっいて、帰国ギリギリでデルフトにて乗る機会があった。1時間ほどの運河めぐりに関しては英語でガイドダンスもあり楽しめた。留学中の半期を過ごしたデンハーグは王族が住む国際色豊かな政治の中心地で、平和宮を観に行く、またトラムに乗って黒海のビーチまで行き、規律正しく上品な雰囲気のある街並みを堪能した。首都のアムステルダムでは東京駅の姉妹駅の外観を一望した後、国立美術館に行き、かの有名なゴッホの自画像を観たり、美術館の前のバイオリンの演奏を聴くなど、首都の栄と同時にその芸術性に浸った。ユトレヒトはミッフィ、Dutch語でNijntjeの作者ディック・ブルーナの出身であり、ユトレヒト博物館と隣接してディックブルーナ・ハウスという博物館があり、そこに行った。また街中にはミッフィの銅像や、さりげなくミッフィの信号機があった(図8)。加えて鉄道博物館にも行き蒸気機関車等たくさんの列車を側面からだけでなく底面部まで観ることができ、興味深かった。ロッテルダムは古風な雰囲気とは違い、戦後に作り替えられた街並みで、新型の建物がそびえ立っていた。キューブハウス(図9)という個性的な形の家を観て、ロッテルダム海洋博物館に行き、オランダの埋め立て地の歴史を知るなど、大学近辺の雰囲気とはまた違うオランダの一面に触れることが

でき、楽しかった。ライデンは大学街としても有名だが風車博物館に行き、風車の仕組みや歴史を知ることができた。オランダ国外のブリュージュは隣国でありながらも街の雰囲気異なり、馬車が頻繁に行きかい、街道・建物のデザインの差があり、興味深かった(図10)。また、チョコ博物館にも行った。上野の科学博物館で行われたことのあるチョコ展覧会には存在しなかったチョコづくりの工程途中の実演や試食があり、チョコ好きにはたまらない博物館だった。以上のように週末はおもむろに歩きまわり休日を満喫した。

留学先での住居だが、9月初めは学期始めということもあり宿を探すのは大変だった。宿探しはFacebookグループ”Housing in Delft”を用いて、留学前に何とか1つ、あるおじいさんが所有するシェアハウスの滞在予約にたどり着けた。しかし留学直前になって、そのシェアハウスで男性と2人きりになるだろうという事態が発覚し、親の猛反対を受けたため、留学後3週間はbooking.comで見つけたホテルに滞在した。後の3週間に関しては受け入れ先の教授が親切にも、教授宅の隣のお宅の空いている部屋を借りる手配をしてくださった。私以外の10月からの日本人留学生も宿探しには苦勞して、最終的にstudentホテルに滞在しているという話を聞いた。

留学全体を通しては文化や研究の違いや共通点を学ぶことができ、英語力の必要性等、今後の課題を明確に見つけることができたため、大変有意義なものとなった。留学の機会を与えてくださり、手助けをしていただいた方々には感謝の気持ちで一杯だ。



Fig. 6 学食

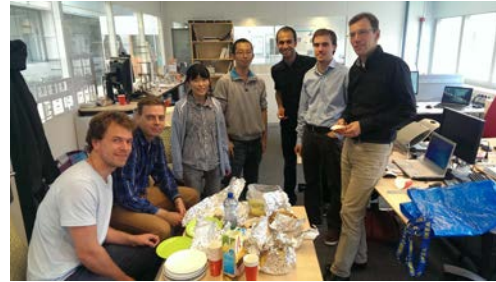


Fig. 7 ラボのメンバーとお好み焼き



Fig. 8 ミッフィの信号



Fig. 9 ロッテルダムのカubeハウス



Fig. 10 ブリュージュの街並み