日本風工学会賞（功績賞）を受賞して

小林 紘士*

Hiroshi KOBAYASHI

このたび風工学会賞(功績賞)という身に余る光栄をいただいた。これは日本風工学会の会員の皆様のご理解とご支援の賜物と存じ、深く感謝しております。

受賞の理由となったのは渦励振の発生機構の解明である。橋梁の渦励振は立命館大学における30有余年にわたる研究の主要なテーマであった。その当時の私の研究を披露させて頂きたく筆をとらせていただきます。

新たに渦励振の発生機構を提案できたのはいくつかの幸運があったためと思っている。ひとつには風工学を研究する多くの優れた研究者、技術者の皆様と関連する議論ができたことである。土木学会年次学術講演会、鋼構造協会の主催する非定常空気力懇談会、風工学シンポジウムその他の機会を利用しての多くの方々との議論(と懇親)は自身の研究を進めるに際して非常に有益であった。特に非定常空気力懇談会は建築、航空、電機など土木以外の研究者が集まる比較的少人数の1泊2日の研究会で十分な時間を持って多方面の方々と交流できる貴重な機会であった。次に挙げたいのは1971年、28歳のときに奉職した立命館大学での研究環境である。着任当初は風工学に関する設備、機器は無く、あるものは若い者に研究をさせようという土木工学教室の思いと毎年15~20名配属される卒業研究の学生だけであった。風洞の建設、実験機器の製作、多様な実験とデータ整理の実施は優秀で元気のよい卒業研究の学生の貴重なパワーの提供を受けた。

私は1967年に大阪大学の助手となり風洞実験を始めた。最初に手がけたのは高さ80mの円形断面の観光タワーの耐風性に関する研究であった。タワーの表面に突起を取り付けて渦励振の抑制を図った。次の風洞実験は中央径間240mの斜張橋であった。上向きの傾斜角を持つ風による渦励振発生に対する安全性の確認のため現地風観測、完成後の振動実験、動態観測、実機の表面に圧力計を取り付けての圧力測定など長期にわたる研究を実施した。これらの研究を通じて渦励振に興味を持つようになった。円形断面の渦励振はカルマン渦によるものでそれにロックイン現象が加わったものとして理解されていた。いっぽう斜張橋の渦励振の応答現象は円柱の渦励振とよく似ているが斜張橋の静止時に観測される後流の渦

による共振では説明がつかないケースがあった。当時橋梁の渦励振は成因が明確でないで、フラッターのような発散振動と異なり振幅が限定的であることから、「限定振動」という呼び方がなされていた。

このような中で立命館大学へ移り渦励振の研究を始めることにした。といっても風洞は無い、風洞施設を導入する予算も無い。CFDをするにも計算機的能力はまだ十分ではない。ということから当面、建物の屋上に模型を設置して自然風による長方形角柱模型の応答の観測を計画した。これだと大して予算は要らない。プロペラ風速計による風の測定と模型の応答だけでは面白くない。模型表面の非定常圧力の測定も実施することし、この実験に適した圧力計が見つからないので試作を試みた。各種の参考文献、製品カタログを基に調査を重ね、圧力計測器の設計をした。受圧ダイアフラム、センサー、アンプを調達し、合計20数個の圧力計を学生に作ってもらった。強風のとき多チャンネル電磁オシログラフを抱えて屋上に上がり応答、圧力の計測をした。煙を発生させて流れの可視化を試みたが自然風相手ではうまくいかなかった。圧力測定値を積分して求めた空気力は、「振動記録による空気力の同定手法」による空気力とほぼ一致し、圧力測定はうまくいったと言えた。しかし再現性の無い自然風による応答、圧力の測定事例を述べるにとどまり実験結果の分析にはそれ以上の進展は得られなかった。測定値の統計的な処理をするための記録、解析機器を持ち合わせてなかったことがひとつの要因である。もっとも重要な点は、測定される非定常圧力の特性に関する基礎的な素養を欠いていたことである。風洞による一様流を用いた基礎的な研究の必要性を痛感することとなった。

そのころ風洞を製作するための調査を2年ほど続けた。風洞の形状、ファンの選定、駆動モーターの選定を終えて出入りの業者に材料の調達と組み立て設置を依頼した。費用は3~4年の分割払いとしてもらった。今と異なり支払いに関してずいぶんおおらかな時代であった。風洞の吹き出し口はベニヤ板を用いて学生に製作してもらった。模型支持用の鋼製フレームは私が溶接組み立てをした。そのころ圧力計およびマルチプレクサーに良いものが市販されるようになっていたが高価であったので

* 立命館大学 名誉教授
Professor Emeritus, Ritsumeikan University

手が出せなかった。やはり試作圧力計を使うこととし、圧力センサー部分とアンプを改良し、30セット製作した。流れの可視化にはスモークワイヤー法を利用することとし、模型の振動の位相角に合わせてストロボライトを発光させ撮影するシステムを製作した。このような準備をして橋梁断面、長方形角柱その他各種多様な断面形状の模型を用いて渦励振に関する研究を開始した。当時の立命館大学では大学院学生はほとんどいなくて、4回生の学生のための研究には私の直接の指導が必要であった。幸いにも研究時間は十分にあり、卒業研究の学生とともに実験し、模型の応答現象、非定常流れの挙動を直接この目で見ることができた。圧力測定結果はいくつかのケースについて私の手で感光紙に記録されたデータをものさしで読み取り整理し学生に例示して分析してもらった。さまざまな辺長比の長方形角柱を用いた実験で振動角柱

から発生する前縁剥離渦が側面に沿って流下していること、その渦の移動とともに角柱側面の低圧部が移動していることを見出すことができた。それが前縁剥離渦による渦励振の発生機構の発見につながった。橋梁断面でも同様な発生機構で渦励振が発生することも確かめられた。大学では研究予算は少ないが、時間と学生パワーがありそれらが研究の強力な武器となったと考えている。

前縁剥離渦による渦励振の発生機構を提案すべく論文誌に投稿した。しかしカルマン渦励振を否定するものであるとして搭載拒否となった。そこで英文の論文として仕上げ、これを英国の雑誌に投稿した。ここでは掲載可となった。新しい提案は容易には受け入れられないものであると感じた。