

剥離流制御による橋梁断面の渦励振の制御

TRAN TIEN ANH

長大橋梁や高層建築物は構造断面の角部から剥離する風の渦の作用により渦励振と呼ばれる振動が比較的低風速で発生することが知られており、設計上の問題となっている。渦励振の発生要因は剥離流れにより構造断面の周囲に形成される渦の作用によるものである。このことに鑑み、この論文では剥離流の制御を行い、それが渦励振を抑制する効果があることを実験的に調べている。

第1章では、風による構造物の振動現象を概観し、そのうち渦励振の発生とその制御に関するこれまでの研究について述べている。そして、渦励振の制御には、剥離流れの制御が有効であることの推論を述べている。

第2章では、剥離点に音響刺激を与えることで渦励振の制御を試みている。長方形断面の角柱を一樣気流中にばね支持し、気流の剥離点となる上流側の角部に設けたスリットから音響を放出させ、渦励振の発生の様子を調べている。その結果、約 300 Hz までの周波数の音響により渦励振が抑止できることを見出した。気流の可視化、角柱表面の非定常圧力の測定を実施し、音響が剥離せん断層に影響を与え、角柱表面に作用する励振空気力を縮小させる作用を持つことを明らかにした。

第3章では、音響の代わりに接近流を用いて比較的低周期の流速変動を導入することにより同様の渦励振抑制効果が期待できることについて調べている。接近流の導入部での流速変動は回転羽根を用いている。実験の結果、たわみ渦励振に対して抑制効果が認められた。流速変動による変動圧力の大きさの効果を調べるためピストンを用いた変動流を用いて効果を調べた結果、適当な圧力変動を与えることで、たわみ、ねじれ両方の渦励振に対する効果があることが確かめられた。風の力で回転する回転羽根を用いれば動力を必要としない渦励振制御ができる可能性があることを示唆している。

第4章では、箱形断面の橋梁の模型を用いて、剥離せん断層の位置あるいは剥離流域中に物体を置くことにより剥離流を制御し、ひいては剥離渦の生成を制御することによる渦励振の制御を試みている。せん断層中に置かれた丸棒は応答振幅を縮小する効果が、剥離領域中に置かれた流れ遮蔽物体は応答振幅をゼロとする効果があった。流れの可視化、圧力測定の結果、前者についてはせん断層に刺激を与えることにより、模型表面の変動圧力を縮小させ、効果が現れた。後者については、剥離域における逆流を阻止することにより、前縁剥離渦の形成を阻害しそれに伴い変動圧力が縮小され渦励振の抑制の効果が現れたものとわかった。

第5章では、この研究で得られた結果を橋梁の渦励振の制御に利用する方策とその実現のために今後残された課題について述べている。

第6章では、この研究で得られた新たな知見を述べている。