

京都大学	博士（工学）	氏名	伊藤靖晃
論文題目	構造基本断面に作用する変動空気力の空間相関に関する研究		
<p data-bbox="188 394 448 427">（論文内容の要旨）</p> <p data-bbox="172 439 1417 595">本論文は構造物の基本的な断面形状である種々の断面辺長比を有する矩形柱，およびその前面または背面に三角形のフェアリングを設置し，一部を流線形状とした断面柱を対象に，風の乱れに起因する空気力（ガスト空気力）のスパン方向の空間相関をまとめたものであり，9章からなっている。</p> <p data-bbox="172 607 1417 808">構造物まわりに形成される流れ場は，前縁で剥離した剪断層が側面に再付着しない完全剥離型流れ，非定常に再付着する非定常再付着型流れ，定常的に再付着する定常再付着流れの3つに分類することができる。本研究ではそれぞれの流れ場の変動揚力の空間相関について順に検討を行い，変動揚力の空間相関に与える剥離性状の影響について議論を展開している。</p> <p data-bbox="172 819 1417 1659">第1章では本研究の背景，既往の研究成果および本研究の目的について示す。第2章では本研究で行った実験の条件や気流性状などについて，第3章では数値流体解析の理論と条件についてまとめている。第4章では B/D（B: 断面幅，D: 断面高さ）=1.0 矩形柱を対象に LES 解析を行い，変動空気力の空間相関評価に対する数値流体解析の適用性について検討を行っている。第5章では完全剥離型矩形柱の変動揚力の空間相関について検討し，数値流体解析による可視化結果を基に相関を定める要因について検討している。第6章では一様流中の非定常再付着型断面の変動揚力の空間相関について検討を行い，変動揚力の空間相関に与える剪断層の非定常な再付着の影響を解明している。さらに，数値流体解析による流れの可視化により，非定常な再付着が変動揚力の空間相関に影響を与えるメカニズムを示している。第7章では定常再付着型断面の変動揚力の空間相関について検討を行い，剪断層の再付着の性状が非定常から定常に変わることの影響を明らかにしている。また，定常再付着型の流れ場は一般的な橋梁桁断面まわりに形成される流れ場であるため，ガスト応答解析で用いるための変動揚力のコヒーレンスの経験式の提案を試みている。さらに，変動揚力に対して支配的な渦の形成位置毎に分類し，気流性状や辺長比に寄らないコヒーレンスの普遍的性質を明らかにしている。第8章ではより橋梁の桁断面に近い扁平六角形状を対象に変動揚力の空間相関を評価し，第7章までに検討を行った基本形状との差異について検討している。また，第7章で提案した経験式の妥当性を検証するとともに，モデル橋梁を対象にガスト応答解析を行いコヒーレンスがガスト応答の評価に与える影響について定量的評価をおこなっている。</p> <p data-bbox="172 1671 1417 1827">本論文で明らかにされた定常再付着型断面に作用する変動空気力の空間相関に関する知見を用いることにより長大橋梁のガスト応答についてより精緻な予測が可能となるほか，完全剥離型断面などの基本形状を対象として得られた知見は，土木・建築分野だけでなく機械分野など工学分野において幅広く活用することができる。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本研究では様々な形状の構造物に作用する変動空気力の空間相関について、特に剥離性状に着目して系統的な評価を行ったものであり、得られた成果は以下のとおりである。

1. 一様流および一様乱流を対象に LES 解析を実施し、変動揚力の空間相関を LES 解析により適切に評価できることを明らかにした。また、変動空気力の空間相関評価に対する格子などの解析条件の影響について検討を行い、必要な解析条件を提案した。この成果は、今後変動空気力の空間相関評価に数値流体解析を適用する上で重要な指標となる。

2. 完全剥離型矩形柱の変動揚力の相関係数を定量的に評価した。また、完全剥離型の流れ場が形成される断面形状においては、断面周りに形成される渦のスケールと渦の強度が変動揚力の空間相関を定める要因であることを明らかにした。さらに、変動揚力の相関係数の分布を表す経験式を提案し、そこに含まれるパラメータと既往の空力パラメータの関係を明らかにすることにより、3次元性を表す重要なパラメータである変動揚力の相関長の推定手法を提案した。変動空気力の相関長は風洞実験や数値解析の条件を設定する上で重要なパラメータであり、今後それらの条件を事前に評価することが可能となる。

3. 一様流中において非定常再付着型の流れ場が形成される場合には、完全剥離型の流れ場が形成される場合と比較して相関が極めて高くなることを明らかにした。さらに数値流体解析を用いた流れの可視化により、相関が高まる原因として剥離剪断層間の剪断力の存在を指摘した。一様流中の $B/D=2.8$ 矩形柱では完全剥離型と非定常再付着型の流れ場が混在し、一方の流れ場が一定時間維持された後、何らかのきっかけにより他方の流れ場へと移行することが確認された。それぞれの流れ場について変動揚力の相関係数を算出し、非定常再付着型の流れ場の相関が高いことが確認されたため、非定常な再付着が相関を高める要因であることがより明確となった。

4. 定常再付着型の流れ場が形成される場合には非定常再付着型の流れ場と比較して相関が低下することを明らかにした。また、剥離性状が渦放出周波数成分だけでなくより低周波数の相関にも影響を及ぼすことを明らかにするとともに、コヒーレンスの近似関数を提案した。さらに、変動揚力に対して支配的な渦の形成位置毎に分類してコヒーレンスの評価を行い、2点間距離の無次元化をそれぞれ適切に行った場合にコヒーレンスの近似関数に含まれるパラメータが一様な分布となり、気流性状や辺長比に寄らない普遍的な性質を有することを明らかにした。また、その普遍的な性質に基づいてガスト応答解析に用いるコヒーレンスを表す経験式を提案した。本研究において様々な形状に共通するコヒーレンスの普遍的な性質を明らかにしたことで、形状による差異も考慮したより精緻な変動揚力の空間相関評価が可能となった。

5. 橋梁桁断面に近い扁平六角形状の変動揚力の空間相関を計測し、基本形状と類似した相関特性を有することを明らかにした。また、計測されたコヒーレンスと提案した経験式を比較することにより、その適用性を確認した。さらにモデル吊橋を対象にガス

氏名	伊藤靖晃
----	------

ト応答解析を実施し、乱れ強度や乱れのスケール、固有振動数と比較してコヒーレンスの差異が応答解析結果に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。

本論文で得られた定常再付着型断面に作用する変動空気力の空間相関に関する知見を用いることにより長大橋梁のガスト応答についてより精緻な予測が可能となる。また、完全剥離型断面などの基本形状を対象として得られた知見は、土木・建築分野だけでなく機械分野など工学分野において幅広く活用することができる。以上の通り、本論文は学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成26年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、（平成27年3月25日までの間）当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公開可能日：平成26年 3月 25日以降

