

巨大台風下における多機能防食デッキの 風圧計測に関する共同研究

Joint research for wind pressure measurement of multifunctional corrosion-protection decks under the large typhoon



山下 修平*¹
Shuhei YAMASHITA



吉元 大介*²
Daisuke YOSHIMOTO

要 旨

沖縄地区防食マニュアルにおいて鋼橋の新しい防食技術として推奨されている多機能防食デッキは、近年その採用が増加傾向にある。一方、地球温暖化の影響により台風が巨大化しており、受風面積が大きくなる多機能防食デッキにおいては巨大台風下の耐風安定性が懸念される。これらの背景を踏まえ、巨大台風下における多機能防食デッキの耐風安定性を明らかにすることを目的とした共同研究がスタートし、実物大試験橋を用いた風圧計測を行っている。本稿では共同研究の概要を報告する。

キーワード：多機能防食デッキ、巨大台風、風圧計測、実物大試験橋

1. はじめに

沖縄地区鋼橋防食マニュアル¹⁾では、鋼橋の新しい防食技術の一つとして多機能防食デッキが推奨されており、近年、沖縄県を始め四国の沿岸部など全国で採用されはじめています。多機能防食デッキは、アルミやチタンそして、GFRPなどの防食性の高い素材で鋼桁を覆うことで腐食環境改善を図るとともに^{2) 3)}、維持管理の効率化と景観性の向上も期待できる合理的な防食技術であり、今後益々その採用が見込まれる。

一方、地球温暖化の影響によって台風が巨大化しており、風荷重が大きく作用する多機能防食デッキの耐風安定性が懸念されている。これまで、多機能防食デッキの風荷重に対する照査は、風洞試験⁴⁾やその形状が建築物の「外装材」と類似していることから、建築構造物荷重指針・同解説⁵⁾に基づき行われてきた。しかし、鋼橋では桁下空間があるため、橋梁に設置する多機能防食デッキの風圧特性は、地表面に立つ建築構造物の外装材とは異なることも考えられ、巨大台風下で多機能防食デッキに作用する風圧特性を明らかにした上で、耐風安定性を確認する必要がある。

これらの背景を踏まえ、国内で多機能防食デッキを開発している当社、日鉄エンジニアリング(株)、(株)横河ブリ

ッジホールディングスの民間3社と琉球大学により、巨大台風下における多機能防食デッキの耐風安定性を明らかにすることを目的とした共同研究が2020年7月にスタートした。本稿では、共同研究の報告として、構築した風圧計測システムと2021年に行った台風の計測結果について概説する。

2. 風圧計測システム

(1) 実物大試験橋

巨大台風の挙動は、風洞試験や流体解析での再現が困難であり、実橋での直接計測がもっとも信頼性の高い手法である。このため、本共同研究では、新たに実物大試験橋⁶⁾を建設して、巨大台風の風圧特性を直接計測することとした。

図-1に建設した実物大試験橋の構造図と写真-1に外観を示す。実物大試験橋は、橋長10.9m、総幅員が4.6mの単純非合成2主鋼桁橋で、琉球大学工学部附属地域創生研究センターの暴露場に建設した。写真-2に多機能防食デッキの敷設状況を示す。多機能防食デッキは、図-1に示す範囲で鋼桁間の桁下面と両端部断面に設置しており、写真-2 (b) に示すように下フランジ下面は露出する構造になっている。

*¹ 技術本部設計部設計第3グループサブリーダー

*² 技術本部技術開発部長

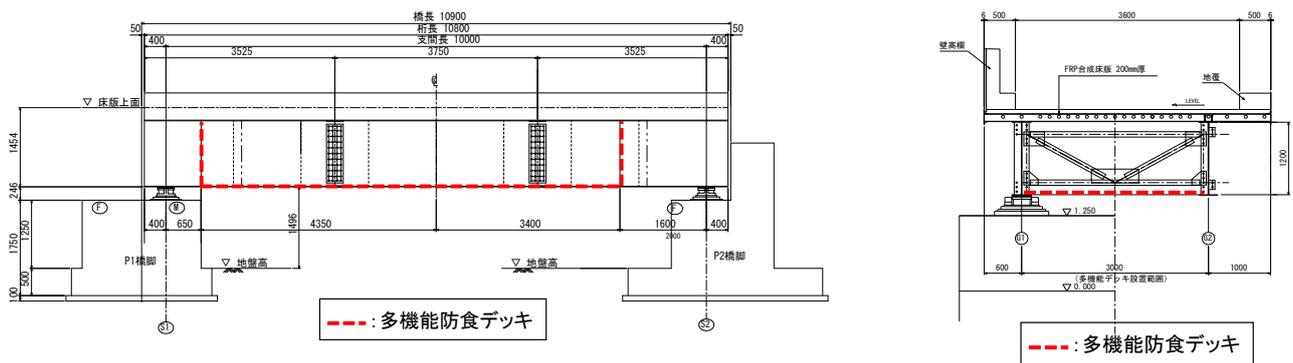


図-1 実物大試験橋の一般図



(a) 配置状況



(b) 側面外観

写真-1 実物大試験橋の外観



(a) 桁下面



(b) 端部断面

写真-2 多機能防食デッキ

(2) 計測項目

巨大台風時の計測は、表-1に示す風圧と風向風速に加えて、多機能防食デッキの挙動を直接捉えるため、ひずみゲージや変位計も用いた。図-2に風圧の計測箇所図を示す。橋梁下面の風圧は1断面当り27箇所、支間中央と端部の2断面で計測し、側圧も橋梁下面と同断面

位置で計測した。橋梁下面の風圧は、写真-3に示すように多機能防食デッキに設けた $\Phi 15\text{mm}$ 計測孔で計測し、側圧はウェブに直接削孔した計測孔を用いた。また、台風時の風況環境は、3次元超音波風向風速計を壁高欄上面に設置して計測した。

表-1 計測項目

計測項目		計測箇所	計測機器
風圧	全圧	多機能防食デッキ下面 主桁ウェブ面	多点圧力計測システム (MT-FL-P)
	静圧	多機能防食デッキ内側	
風向風速	u成分	壁高欄上面	3次元超音波風向風速計 (SAT-600)
	v成分		
	w成分		

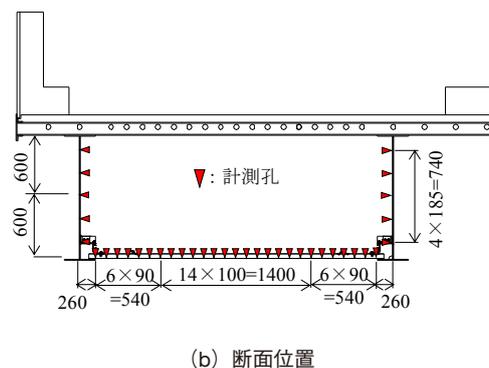
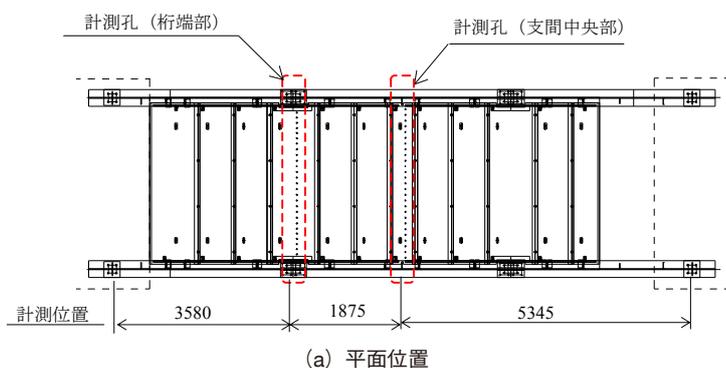


図-2 風圧計測箇所図



写真-3 計測孔 (デッキ下面)



(a) 校正チューブ



(b) 圧力センサー



(c) ポータブルバッテリー
写真-4 圧力計測システム

(3) 計測システム

1) 多点同時圧力計測システム

写真-4に多点同時圧力計測システムに使用した機器を示す。風圧計測は、多機能防食デッキと主桁ウェブに削孔した計測用孔に写真-4 (a) に示す校正チューブを接続し、その校正チューブに多機能防食デッキ内に設置した写真-4 (b) の風圧センサユニット (MT-SP-8) を接続して計測した。使用した風圧センサは最大5000Paの風圧を50Hzで動的計測が可能であり、台風時に作用する全圧と多機能防食デッキ内の静圧の差圧を計測した。また、台風通過時には停電の恐れがあるため、写真-4 (c) に示すポータブルバッテリーを多機能防食デッキ内に設置し、24時間計測可能なシステムを構築した。

2) 風況環境計測システム

風況環境計測に用いた3次元風向風速計 (HD2003) を



(a) 設置状況



(b) 機器形状

写真-5 3次元超音波風向風速計

写真-5に示す。3次元風向風速計は橋面上に設置し、壁高欄上端から約1.0m上方の風を計測した。過去10年間的那覇市では、最大瞬間風速60m/s前後を計測した大型台風もあるが、使用した風向風速計は最大70m/sまで計測可能であり、気象要素として大気圧測定範囲800～1100hPa、分解能0.1hPa、温度測定範囲-40～+60℃、分解能0.1℃の機能も有している。また、計測時のサンプリング周波数は40Hzとした。

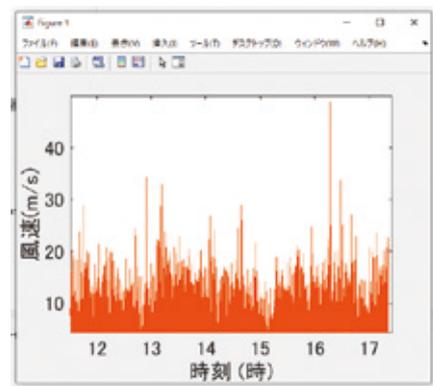


図-3 台風6号の風速

3. 台風計測結果

1) 台風概要

2021年には沖縄県を5つの台風が通過し、すべての台風の風圧を計測した。襲来した台風の中で最も大きな台風は、7月21日～24日に襲来した台風6号であった。台風6号は、風向風速の計測結果から、最大風速18.7m/s、最大瞬間風速28.5m/sで、中心の最低気圧は955haであった。ここで、最大風速とは10分間の平均風速の最大値で、最大瞬間風速とは、3秒間の平均値の最大値である。図-3に3次元風向風速計で得られた風速を示す。図に示すように最大瞬間風速が28.5m/sの場合でも、瞬間的には40m/sを超える突風が生じていることが分かる。

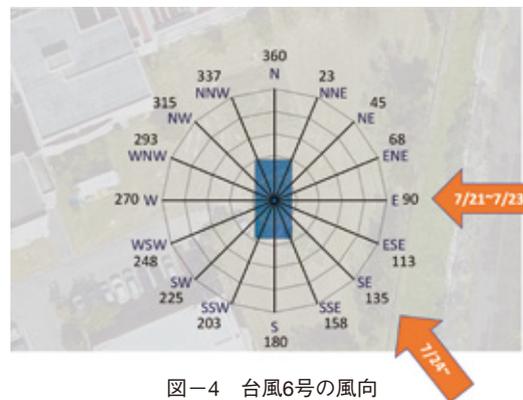


図-4 台風6号の風向

図-4に台風6号の風向きを示す。台風6号は、沖縄県に接近時は東からの風で、図に示すように鋼桁に対してほぼ橋軸直角方向からの風であり、台風の北上に伴い南東からの風に移行した。

2) 計測結果

図-5に台風6号での風圧計測結果を示す。図より、ウェブ側面で200Pa以上の正圧を計測した際、多機能防食デッキ下面では風上側で最大負圧253Paを示し、風下に向かうに従って圧力が低下する風圧特性が確認され

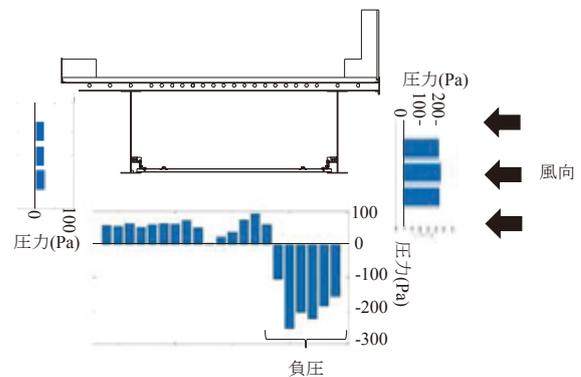


図-5 台風時の風圧

た。また、多機能防食デッキの設計風荷重は、風上近傍から0.1L（L：全幅）のデッキ下面にピーク外圧を想定しており、台風時でも同様な風圧分布が確認された。しかし、負圧の分布範囲や大きさは設計荷重とは異なることや、支間中央部と桁端部の風圧分布特性を比較した場合、橋台の影響を受けて異なる風圧特性が得られており⁷⁾、鋼桁下面に設置された多機能防食デッキ特有の風圧分布特性が徐々に明らかとなってきている。

4. まとめ

本稿では、巨大台風下における多機能防食デッキの耐風安定性に関する共同研究について概要を報告した。巨大台風の実物大試験橋へ与える風圧特性を直接捉えるという過去に例のない研究は始まったばかりであり、引き続きデータ収集と分析を行い、多機能防食デッキの耐風安定性を明らかにする所存である。

<参考文献>

1) 沖縄県総合事務局開発建設部・沖縄県土木建設部監修：沖縄地区鋼橋防食マニュアル，pp.38-41，2019.

- 2) 山下修平，下里哲弘，玉城善章，淵脇秀晃：橋梁メンテナンスの合理化を目的としたGFRP多機能防食デッキの性能検証，土木構造・材料論文集，第37号，2021.12
- 3) 日本鋼構造協会：鋼橋の腐食耐久性・維持管理性向上技術，JSSCテクニカルレポート，No.116，pp.II-104-114，2018.8
- 4) 藤川敬人，岡本有造，石原孟，野口孝俊：羽田D滑走路の棧橋部のカバープレートの風荷重算定について，I-156，pp.311-312，第62回土木学会年次学術講演概要集，2007
- 5) 日本建築学会：建設物荷重指針・同解説，pp.12-73，2015.
- 6) 下里哲弘，田井政行，蓮池里奈，山下修平，玉城善章，長嶺由智：実物試験橋を用いた鋼道路橋の高耐久性と強靱化技術の研究，橋梁と基礎，vol.55，pp.27-31，2021.2
- 7) 磯部喬幸，田井政行，下里哲弘，山下修平，藤川敬人，川東龍則：台風環境下の多機能防食デッキに作用する風圧に関する実験的研究，第11回土木学会西部支部技術研究発表会概要集，pp.109-112，2022.1
2022.1.24 受付