

半雪覆型防音壁に作用する風荷重に関する数値解析とその考察

(独) 鉄道・運輸機構	正会員	○齋藤 眞秀
(独) 鉄道・運輸機構	正会員	朝長 光
(公財) 鉄道総合技術研究所	正会員	徳永 宗正
(公財) 鉄道総合技術研究所		阿部 巧

1. はじめに

新幹線の騒音対策として建設される支柱式防音壁では、図-1(a)に示すような直型防音壁（以下直型）、および図-1(b)に示すような上部に底部を設けた半雪覆型防音壁（以下半雪覆型）の2種類を主に用いている。一般的な支柱式防音壁の支柱および地覆の設計においては、他の荷重と比べて相対的に大きい暴風時の風荷重が決定ケース¹⁾となる。

直型と半雪覆型では形状の違いに拠らず便宜的に投影面に水平方向に一樣の風荷重を考慮し設計している。一方、半雪覆型の底部については、その形状から風荷重を低減できる可能性があり、風荷重を低減できればより合理的な構造となることが考えられる。そこで、半雪覆型の風荷重低減の可能性を検証することを目的に、CFD解析による自然風を模擬した乱流に対する数値解析を実施し、直型と半雪覆型での風荷重および防音壁基部での曲げモーメントの比較を行った。本稿では、その数値解析結果について考察する。

2. 防音壁のモデル化

図-2に解析に用いる防音壁モデルの寸法を示す。半雪覆型の底部は、上部を 50° の角度で折り曲げた構造である。数値解析に用いた防音壁については、新幹線で用いられているRL+4.5mの防音壁を対象とした。スラブの高さは高架区間を想定し地上から10m、防音壁の高さはスラブから実寸6m相当とし、1/40縮尺のスケールにてモデル化を行い、作用させる風速は30m/sとした。解析は空気流シミュレータ²⁾を用いて実施し、計算領域に対して閉塞率が5%以下になるように設定した。なお、設計で実際に考慮する風速は約50m/s相当であるが、実物大スケール・風速50m/sと1/40スケール・風速30m/sの比較を別途実施し、計算結果に差がないことを確認している。また、流入する風については、自然風を模擬した乱流状態を考慮した。

3. 数値解析結果

(1) 時間平均圧力係数分布

時間平均圧力係数分布について直型を図-3(a)に、半雪覆型を図-3(b)に示す。ここでは、左側を風上側とし、+が正圧・-が負圧である。両者とも流入した風が直接防音壁に当たり、風上側防音壁の垂直部で正圧になるが、防音壁間および風下側防音壁の外側では負圧となる。

直型の場合、風上側防音壁全面が正圧となっている。一方、半雪覆型においては、底部で流れが剥離することによって正圧ではなく負圧が生

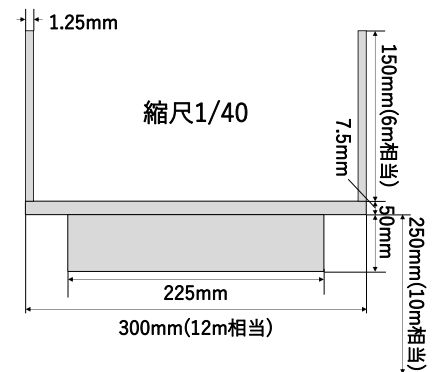


(a) 直型防音壁

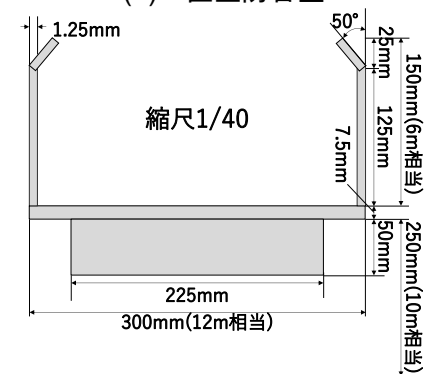


(b) 半雪覆型防音壁

図-1 支柱式防音壁の構造



(a) 直型防音壁



(b) 半雪覆型防音壁

図-2 解析に用いた防音壁モデル

キーワード 新幹線, 防音壁, 半雪覆型防音壁, 数値解析, CFD解析

連絡先 〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町6-50-1 (独) 鉄道・運輸機構 設計部 設計第一課 TEL045-222-9082

じていることがわかる。

(2) 圧力係数の鉛直方向分布

乱流条件での防音壁の圧力係数の鉛直方向分布について、風上側防音壁を図-4(a)に、風下側防音壁を図-4(b)に示す。全体の圧力係数は、上流側と下流側の圧力係数の合計（差圧）である。風上側防音壁では、風が直接防音壁壁面を押す外側には正圧が、内側には負圧が生じ、壁面両面に同じ方向に力がかかることで差圧は大きな値となる。防音壁外側に作用する圧力係数の最大値は直型・半雪覆型ではほぼ等しい値を示しているが、内側壁面は直型のほうが大きい負圧となる。そのため、差圧は全体的に直型の方が大きくなる。さらに、半雪覆型の底部に着目すると、外側壁面が大きな負圧になり、直型と比べると差圧が小さくなっていることがわかる。一方で、防音壁風下側では半雪覆型と比較して直型の方が圧力係数は若干大きくなるが、鉛直方向分布については大きな差は見られない。

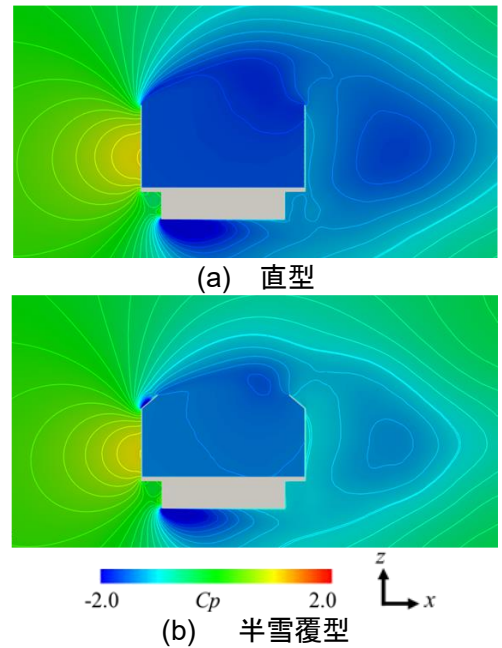


図-3 時間平均圧力分布

(3) 風荷重および曲げモーメントの比較

前項で述べた係数は無次元数なので、実スケールの防音壁に対する有次元量に変換し、直型と半雪覆型で風荷重ならびに防音壁基部の曲げモーメントの比較を行った。防音壁基部の曲げモーメントは、防音壁に対して水平方向にかかる抗力・鉛直方向にかかる揚力並びに、その力の持つ分布を考慮して算出した。

表-1 に平均で 50m/s の風速が吹く際の風上側防音壁での比較結果を示す。ここでは、直型での数値を 1.0 とし、半雪覆型は直型に対する割合で示した。風荷重

(単位面積当たりの壁面抗力)は、半雪覆型は直型に比べて約 20%程度減少する結果となった。一方、防音壁基部での曲げモーメントは、半雪覆型は直型に比べて約 40%程度減少した。前項で比較した圧力係数の鉛直方向の分布に着目すると、モーメントに大きく影響する防音壁上部の差圧が、直型では正圧になるのに対して半雪覆型では負圧になるため、抗力係数の減少以上にモーメントの減少割合は大きくなることがわかる。

4. おわりに

本稿では、直型と半雪覆型の風荷重について数値解析を行い、半雪覆型の風荷重および防音壁基部の曲げモーメントの低減可能性について示した。今後は高架区間の上の緩衝工やシェルター等の構造物でも同様の検討を実施することを考えている。

参考文献

- 1) 齋藤ら：北海道新幹線（新函館北斗・札幌間）における防音壁の設計,鉄道工学シンポジウム,Vol25,pp.97-103,2021
- 2) 中出ら：複雑形状に対応した空気流・空力音シミュレーション,RRR,Vol72,No.12,pp.22-25,2015

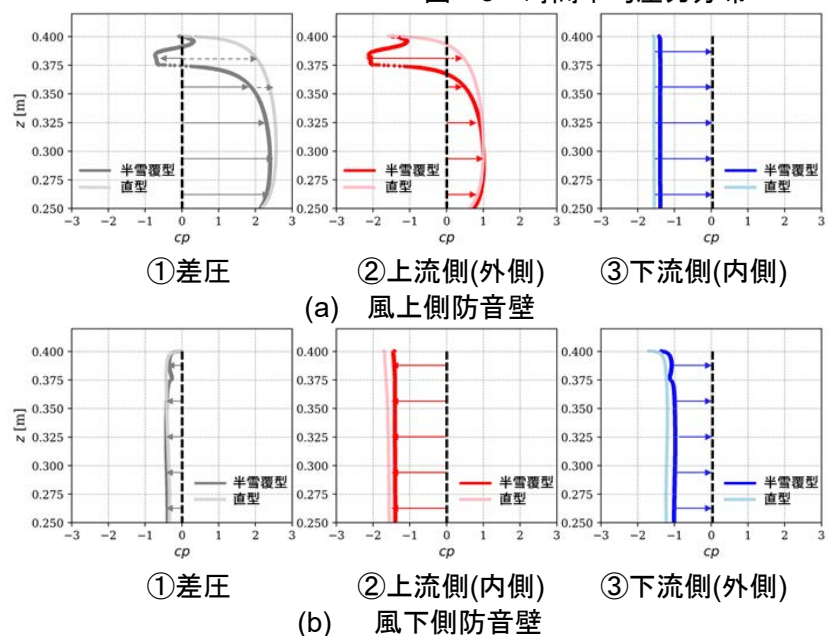


図-4 圧力係数の鉛直方向分布

表-1 風上側防音壁における風荷重・曲げモーメントの比較

	直型	半雪覆型
単位面積当たりの壁面抗力	1.000	0.748
基部での曲げモーメント	1.000	0.589