

模型高架橋の風洞実験

日本国有鉄道 盛岡工事事務所 技術管理室 正会員 ○ 沢田貞悦
日本国有鉄道 盛岡工事事務所 技術管理室 両部一成

1. はじめに

盛岡以北の東北新幹線は多降雪地域を走行するため雪対策が大きな課題となっている。特に高架橋については、積雪深の10年確率値に対応する設計がなされている。積雪深の10年確率値は地域別に85cm、110cm、160cmの3タイプに分類される。この積雪を高架橋上に貯雪する貯雪タイプの高架橋は路盤コンクリートをかさ上げし、中央部及び軌道外に貯雪溝を設ける方式である。68年、69年に行なわれた雪試験における堆雪状況の結果によれば従来の直壁高らんを取りつけた高架橋の下り線側（風上側）の路盤上に、吹き溜りの発生が見られ大きな問題となっている。この吹き溜りの発生を防止する高らん形状を選定するため今回の風洞実験が行なわれた。本実験では、模擬雪にゴルフパウダーを用いて降雪シミュレーション及び風向風速分布の測定を行なった。

2. 実験概要

2-1. 風洞装置

本実験は清水建設（株）技術研究所耐風実験用風洞を使用して行なった。

2-2. 実験模型

高架橋模型は高さ8.5m、

高架橋幅12.2m（複線）の

高架橋の1/20模型3タイプ

を製作した。（図-1）

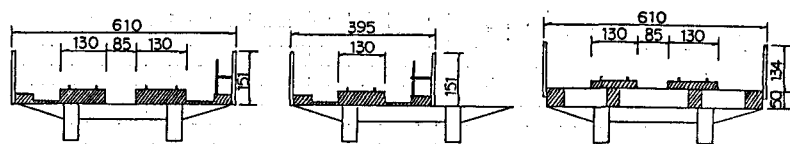


図-1 a 型断面（積雪深85cm対応複線） b 型断面（積雪深85cm対応単線） c 型断面（積雪深 160cm対応複線）

高らん模型は、直壁タイプ（1種類）

図-1

忍び返しタイプ（8種類）を製作した。（図-2）

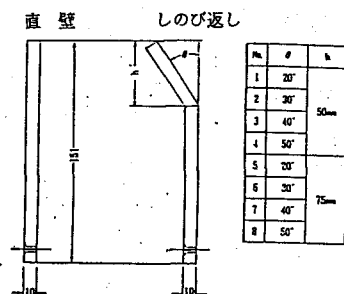


図-2

2-3. 模擬雪

模擬雪は平均粒径2.2mmのゴルフパウダーを使用した。

2-4. 模擬雪散布装置

本実験に使用した模擬雪散布装置は模擬雪を高架橋模型の幅の範囲に積雪が均等になるように自動的に散布装置が移動する構造であり、散布速度及び移動速度を任意に設定できる。

2-5. 吹き溜り調査実験

1) 実験方法

模型前方（風上側）に模擬雪散布装置を設置し模擬雪散布装置で1回の散布につき約8mmの模擬積雪になるように調整し積雪深85cm対応では6回（実積雪深96cm相当）、160cm対応模型については12回（実積雪深192cm相当）の散布を行なった。

（図-3）

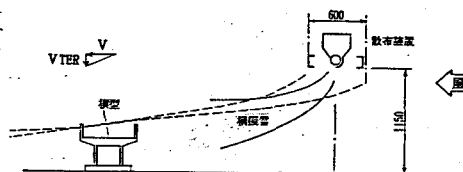


図-3 吹き溜り調査の実験

2) 実験風速

実験風速を設定するために予備実験として風洞床上60cm（地上10m相当）における

風速1.4m/s～2.8m/sまで0.2m/sピッチで風速を変化させ、模擬雪の散布を行なった。その結果、吹き溜りのできる条件として、実験風速を2.2m/sに設定した。

3. 実験結果

3-1. 高らん各タイプの比較

a型模型における直壁タイプ、忍び返しタイプの7種類の高らんについて実験結果の比較表を表-1に示す。

直壁タイプでは高架橋内の捕捉率が上位にある他は、いずれも中位にあり、忍び返しの角度の小さいタイプでは最大積雪深、高架橋内の捕捉率等が上位にあるが路盤上の捕捉率の比は中位から低位となり忍び返しの角度が大きいタイプでは高架橋内捕捉率が中位にあり、路盤上の捕捉率の比が上位となる傾向がみられた。

3-2. 風速分布と積雪の関係 (図-4)

直壁タイプと角度の大きい忍び返しタイプの風速分布を比較すると、直壁では高架橋内の等風速線は垂直に立っており、上り線側から下り線側に向か、て風速が漸減する傾向がみられる。また、忍び返しタイプでは高らん高さ付近に風上側野雪溝付近から上り線にかけて風速比の0.6以下の低い風速域が生じており等風速線は、それを囲んで水平に大きく広がっている。高架橋の高らんにぶつかり利離により風速を増した気流の位置は直壁タイプの方が忍び返しタイプよりも高くなり、そのため高架橋内への総降雪量が少なく捕捉率が低下すると考えられる。本実験の条件下において風による積雪の偏移現象は、忍び返しタイプでは上り線路盤上と同様、下り線路盤上においても起っており風上側高らんに吹き溜りが生じている。それに対し、直壁タイプは下り線路盤上の風速が低いから積雪の偏移が少なく上り線側からの吹き寄せが下り線路盤上に吹き溜り、雪丘を生じたと考えられる。

4. まとめ

4-1. 降雪シミュレーション実験

積雪深86cm対応複線模型において直壁タイプは、下り線路盤上に実大模型と同様の雪丘が形成された。忍び返しタイプでは $h=50\text{mm}$ で $\theta=20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$ 、 $h=75\text{mm}$ で $\theta=20^\circ$ の場合、直壁タイプと同様に下り線路盤上に雪丘が形成された。86cm対応単線模型では、直壁、忍び返しタイプとも複線模型の下り線側の半分の積雪状況とはほぼ一致しているが、捕捉率が大幅に小さかった。積雪深160cm対応複線模型では路盤上の積雪状態は86cm対応複線模型とはほぼ一致しているが直壁タイプの場合、捕捉率が非常に小さくなった。また、貯雪溝の貯雪容量は十分であった。高らん7種類の比較から捕捉率、路盤上の積雪及びその上下線の差、最大積雪深等で評価すると忍び返しタイプの $h=50\text{mm}$ で $\theta=40^\circ, 50^\circ$ 、 $h=75\text{mm}$ で $\theta=30^\circ, 40^\circ, 50^\circ$ が直壁タイプより良、 $h=50\text{mm}$ で $\theta=20^\circ, 30^\circ$ 、 $h=75\text{mm}$ で $\theta=20^\circ$ は直壁タイプと同等となっている。

4-2. 風向、風速分布

下り線上に雪丘が形成されない高らんタイプでは、上下線路盤上を均等に吹く気流が見られるのに対し、雪丘が形成されたものでは上り線側から下り線側に向か、て風速が漸減している。また、捕捉率の大きい高らんタイプは、小さいタイプに比べ高架橋上方の利離流が比較的弱く低い位置に存在する傾向がみられた。

以上の結果から捕捉率が少なく、また、吹き溜りの最も少ない忍び返しのタイプは、 $h=75\text{mm}$ で $\theta=30^\circ\sim40^\circ$ のもの効果的であると推察することができる。

表-1 高らん各タイプの比較

No.	高らんタイプ	高架橋内捕捉率		高架橋内捕獲率に対する路盤上の捕獲率の比				上下線の捕獲率の差		最大積雪深(m)		順位合計
		実験値	順位	実験値	順位	実験値	順位	実験値	順位	実験値	順位	
1	直壁	0.58	2	0.62	8	0.45	7	0.17	6	57.0	5	28
2	しのび返し $h: 50\text{mm}$ 、 $\theta: 20^\circ$	0.53	1	0.60	7	0.40	5	0.20	7	53.5	2	22
3	しのび返し $h: 50\text{mm}$ 、 $\theta: 30^\circ$	0.58	2	0.53	6	0.41	6	0.12	4	55.5	3	21
4	しのび返し $h: 50\text{mm}$ 、 $\theta: 40^\circ$	0.69	7	0.51	5	0.45	7	0.06	3	63.1	8	30
5	しのび返し $h: 50\text{mm}$ 、 $\theta: 50^\circ$	0.80	9	0.50	4	0.46	9	0.04	2	70.9	9	33
6	しのび返し $h: 75\text{mm}$ 、 $\theta: 20^\circ$	0.66	6	0.68	9	0.32	3	0.36	9	57.5	6	34
7	しのび返し $h: 75\text{mm}$ 、 $\theta: 30^\circ$	0.59	4	0.46	3	0.25	1	0.21	8	52.0	1	17
8	しのび返し $h: 75\text{mm}$ 、 $\theta: 40^\circ$	0.65	5	0.43	2	0.31	2	0.12	4	56.5	4	17
9	しのび返し $h: 75\text{mm}$ 、 $\theta: 50^\circ$	0.69	7	0.35	1	0.38	4	-0.03	1	61.3	7	20

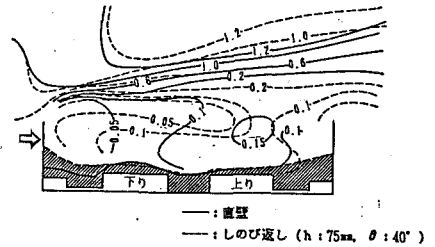


図-4 風速分布と積雪の対応