

防風設備の手引き

第1版

平成18年9月

鉄道強風対策協議会

目次

序章 本手引きの目的と位置づけ	1
第1章 基本事項（総則）	2
1. 目的	2
2. 適用範囲	2
3. 定義と種類	2
4. 防風対策工の特徴	2
5. 防風対策工の諸元定義	3
第2章 調査・計画	4
1. 防風対策工の策定手順	4
2. 防風対策工の適用条件	5
第3章 設計・施工	6
1. 橋梁や盛土における防風対策工の基本的な考え方	6
2. 基本設計における決定事項	6
3. 防風対策の設計	8
第4章 整備効果	10
1. 防風対策工の設置事例と運転障害の改善	10
第5章 参考資料	14

序章 本手引きの目的と位置づけ

鉄道強風対策協議会（以下「協議会」という。）においては、平成17年12月25日のJR東日本羽越線事故の重大性に鑑み、鉄道における強風対策について、ソフト・ハードの両面から、当面とり得る対策等について検討を進めてきた。

防風設備については、防風設備を設置することにより、運転の安全性・安定性を高めることになるため、頻発する輸送障害を減ずる必要のある線区で効果的であると考えられるが、その設置にあたっては、鉄軌道事業者において、安全性・安定性の観点から総合的に判断すべきものと考えられる。

本手引きは、今後、防風設備の設置を行う鉄軌道事業者において、その設置検討を行う際の一助を担う参考資料となることを目的として、協議会にて検討を行った鉄道における防風設備を設置する際の調査・計画の手順、設備の仕様等についてとりまとめたものである。

引き続き、協議会においては、鉄道における強風対策について検討の深度化を図ることとしており、現時点では、本手引きの記載内容について、必ずしも十分に触れられていない項目も存在している。従って、今後必要に応じ改訂を行い内容の充実を図ることとする。

第1章 基本事項

1. 目的

本編は、鉄道輸送の安定性を確保するために施工する防風設備のうち、防風対策工の計画、設計、施工を行うにあたってそれらの業務の簡素化、設計思想の統一、設計内容の向上を図るための基本的考え方を解説するものである。

2. 適用範囲

本編は、一般的な鉄道の防風設備としての防風対策工に適用することを意図したものである。

3. 定義と種類

防風対策工は、鉄道の強風対策のために鋼板等の材料で作られた構造物で、対策工前後（風上、風下）の減風効果により鉄道車両に働く空気力を低減し、鉄道車両の転覆限界風速の向上を図ることを目的とした防風設備である。

3.1 防風対策工の定義

防風対策工は、鉄道車両に当る風と空気力を低減することを目的とした、人工的に作られた防風設備とする。飛砂や飛来物などの風害防止を目的とした防風林および防風設備は本稿の対象から除く。防音壁は鉄道沿線騒音低減を目的として設置されるが、減風効果を有するものは防風設備に含める。

3.2 防風対策工の種類

防風対策工は、パネルの充実率が100%の防風壁と100%未満の防風柵等に大別される。

防風対策工は機能効果の面から、H鋼などの材料の主柱、有孔折板や金網などのパネルから形成されたものがある。パネルは鋼材、アクリル板、樹脂製ネットなども含む。

4. 防風対策工の特徴

防風対策工は、人工的に設定するため、材質、構造等を自由に選定できる。

5. 防風対策工の諸元定義

① 充実率

充実率とは防風設備の全面積に対する遮風の割合を示すものである。まったく隙間のない壁のようなものの充実率を100%とする。例えば開孔率（空隙率）が40%の場合の充実率は60%である。

② 高さ

高さとは、橋梁及び盛土とも、レールレベルからの高さを言う。

③ 長さ

長さとは、防風対策工が施工されている区間の支柱から支柱までの距離を言う。

③ 離れ

離れとは、橋梁および盛土とも、単線の場合は軌道中心からの距離、複線の場合は風上側軌道中心からの距離を言う。

第2章 調査・計画

1. 防風対策工の策定

防風対策工の基本計画の策定にあたっては、必要に応じて予備調査を行うこととする。この防風対策工の基本計画では主に以下を考慮する。

- (1) 輸送の安定性
- (2) 線区の重要度によるサービスレベルの水準の評価
- (3) 防風対策工整備区間の決定
- (4) 防風対策工の種類および型式決定

参考として、以下に防風対策工の策定手順の例を図-1示す。

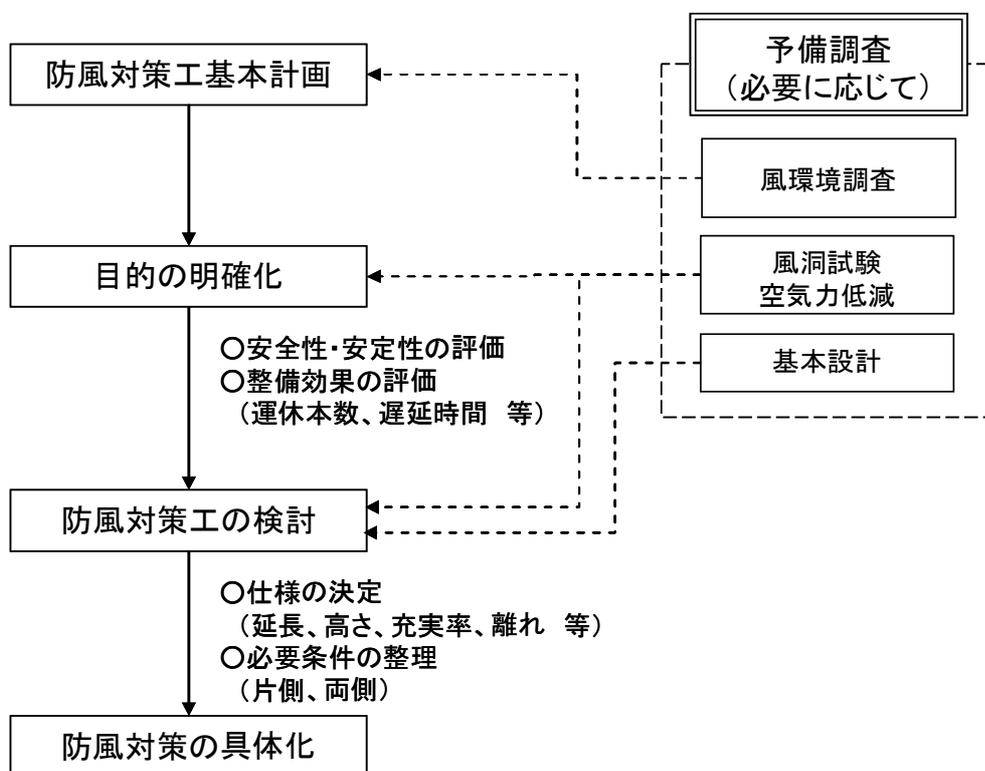


図-1 防風対策工の策定手順の例

2. 防風対策工の適用条件

防風対策工の適用にあたってはどのような種類の対策を、どの水準で、どこに設置するかを考える必要がある。防風対策工の特徴を踏まえた上で次の点に留意して総合的に判断するものとする。

- (1) 目的と対象（実施箇所、防災要求度、安全性）
- (2) 気象条件（強風地域、風向風速など）
- (3) 線路構造（高架橋、橋梁、盛土、平地など）
- (4) 立地条件（周辺地形、用地上の制約など）
- (5) 環境条件（沿線環境や景観、環境保全、走行速度への考慮）
- (6) 施工費、維持管理費

参考として、防風対策工の施工実績の例を表-1に示す。

表-1 施工実績の例

事業者名	線区名	区間	線路構造形式	対策工の仕様 (高さ, 充実率)	設置時期
北海道旅客鉄道(株)	根室本線	西新得～広内駅	橋梁	3m, 80%	2005. 9
			盛土	2m, 60%	
東日本旅客鉄道(株)	東海道本線	根府川構内 (白糸川橋梁)	橋梁	3m, 60%	1991. 7
	常磐線	夜ノ森～大野間 (熊川橋梁)	橋梁	2m, 60%	1996. 2
			盛土	3m, 60%	
	川越線	指扇～南古谷間 (荒川橋梁)	橋梁	2m, 60%	1998. 4
仙石線	野蒜～陸前小野間 (鳴瀬川橋梁)	橋梁	1.8m, 100%	2000. 6	
三陸鉄道(株)	南リアス線	小石浜～甫嶺間 (矢作川鉄橋)	橋梁	2m, 60%	1994. 12
関西国際空港(株)	関西空港線	りんくうタウン～関西空港間	橋梁	2m, 60%	1997. 2

※ 防雪柵、防砂柵は、上表より除いている。

第3章 設計・施工

1. 橋梁や盛土における防風対策工の基本的な考え方

橋梁や盛土に防風対策工を設備する際に考慮すべき基本的事項は以下の通りである。

- (1) 平坦地からの橋梁や盛土などの線路構造物の高さ
- (2) 防風対策工の諸元（レールレベルからの高さ、充実率）
- (3) 橋梁については桁高

2. 基本設計における決定事項

2.1 防風対策工の基本設計手順

防風対策工の基本設計は、基本計画に引き続き、詳細調査で実施するものとする。基本設計では防風対策工の型式を確認した上で、次の項目を決めるものとする。

- (1) 防風対策工の整備範囲
- (2) 防風対策工の仕様（柵の種類、柵高さ、充実率、離れ等）

2.2 防風対策工の高さと充実率

防風対策工のパネルの高さと充実率は、対象線区を勘察し、使用目的の他、空気力低減効果、対費用効果を指標として決めるものとする。

防風柵の空気力低減効果は、車両形状、線路構造物形状、防風柵の高さ、離れ、充実率などに依存する。また、場合によっては風洞実験を行うことも参考になる。一例として、風洞実験で行なった防風柵の高さと充実率を変えた場合の、空気力（横力係数）の低減効果を図-2～5¹⁾に示す。

《参考》

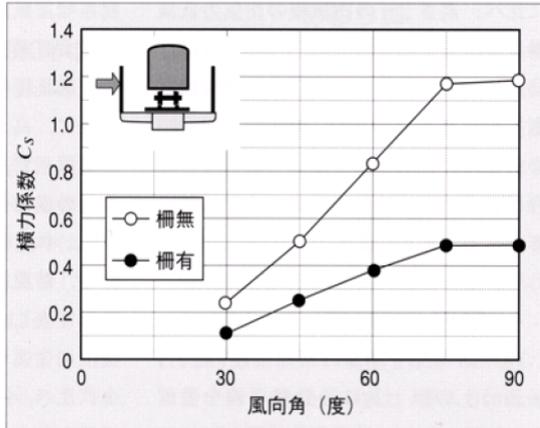


図-2 単線橋梁上の車両の横力係数の風向角特性
(中間車両、柵高さ2m、充実率60%、離れ3m)

* 車両は通勤型1階建て車両

* 風向角とは車両に当る風で90度は真横の風

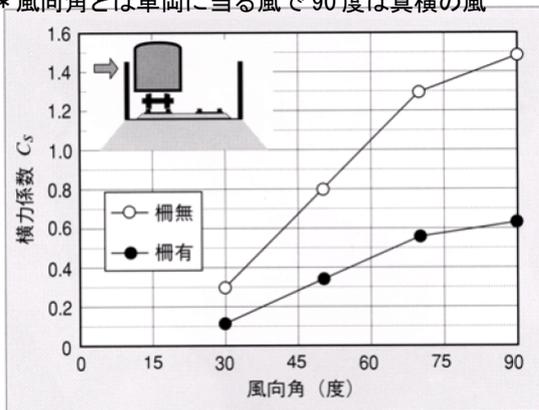


図-4 盛土上の通勤型車両の横力係数の風向角特性
(中間車両、盛土高さ8m、のり面勾配1.5)
(柵高さ2m、充実率60%、離れ3m)

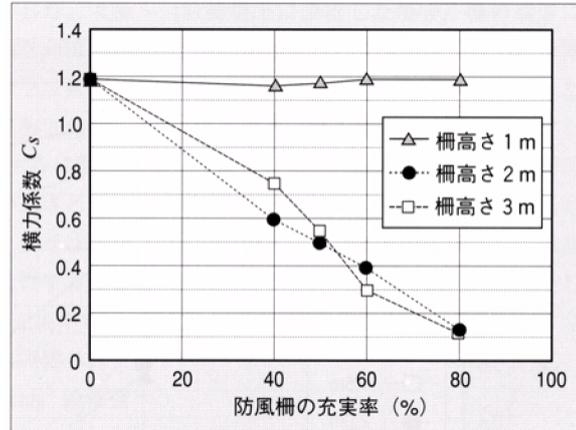


図-3 単線橋梁上の車両の横力係数、充実率と横力係数の関係
(中間車両、離れ3m、風向角90度)

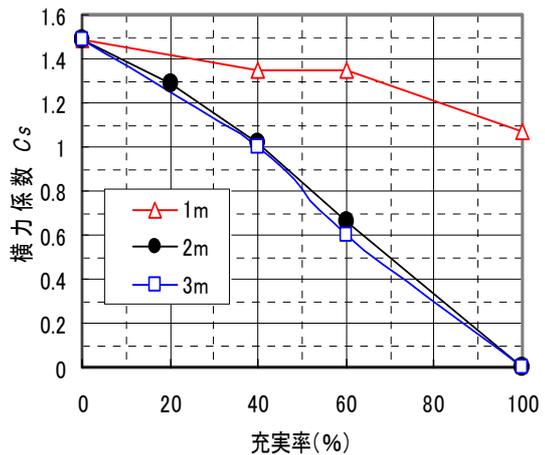


図-5 盛土上の通勤型車両の横力係数、充実率と横力係数の関係
(中間車両、風向角90度、離れ3m)
(盛土高さ8m、のり面勾配1.5)

【解説】

- ・ 単線橋梁（桁高1m）に高さ2m・充実率60%の防風柵を設置した場合には、車両に働く横力係数が半分程度に低減されたことが分かる（図-2）。
- ・ 単線橋梁（桁高1m）に防風柵を設置した場合の高さと充実率の関係から、高さ1mでは低減効果は無く、2m以上で充実率に比例した低減効果が現れることが分かる（図-3）。
- ・ 複線盛土（高さ8m）に高さ2m・充実率60%の防風柵を設置した場合には、車両に働く横力係数が半分程度に低減されたことが分かる（図-4）。
- ・ 複線盛土（高さ8m）に防風柵を設置した場合の高さと充実率の関係から、2m以上で充実率に比例した低減効果が現れることが分かる（図-5）。

3. 防風対策の設計

3.1 設計一般

防風対策工の設計においては、次の示方書類が参考となる。

鉄道構造物等設計標準・同解説²⁾

- ・ 基礎構造物・抗土圧構造物（2001. 4）
- ・ コンクリート構造物（2004. 4）
- ・ 鋼・合成構造物（2000. 7）
- ・ 土構造物（2000. 4）

建造物設計標準^{5), 6), 7)}

- ・ 鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物
- ・ 鋼鉄道橋
- ・ 基礎構造物

設計に当たっての参考を以下に示す。

設計荷重(参考)

(1) 死荷重

鉄筋コンクリート単位重量 24.5 kN/m³

防風柵重量（支柱及びパネル）0.5 kN/m³

(2) 活荷重

群集荷重（橋梁区間・高架橋） 3 kN/m²

(3) 土圧

土の単位重量 18 kN/m³（土質により変わる）

(4) 風荷重

① 風荷重を主たる変動荷重とする場合

3 kN/m²

② 列車荷重を主たる変動荷重とし風荷重を従たる変動荷重とする場合

1.5 kN/m²

なお、風荷重は、防風柵の充実率を考慮して、減ずることができる。

積雪の多い地域では、橋梁部の橋側歩道上の雪荷重を必要に応じて考慮するものとする。

3.2 設計条件

防風対策工においては、使用する各部材の型式に応じた施工方法を検討するものとする。特に基礎工は、防風柵の安定に多大な影響を与えるため、地盤の性状を把握した上で施工には十分配慮することが必要である。

3.3 材料

防風対策工に使用する材料は、十分な強度をもち、耐久性、耐候性、施工性に優れた材質および形状のものとする。

3.4 施工手順

防風対策工の施工にあたっては、図-6 に示すフローに沿って行うことが望まれる。

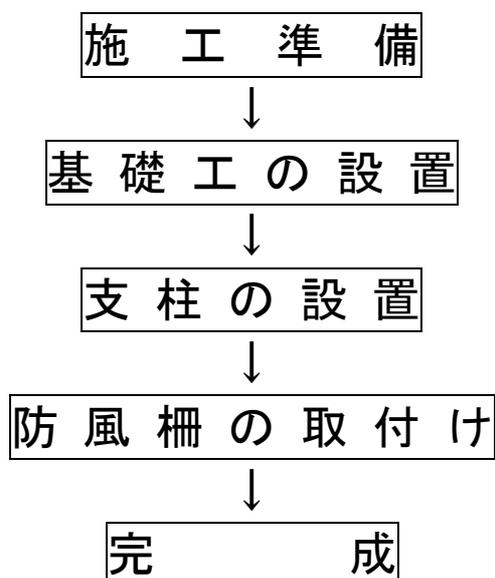


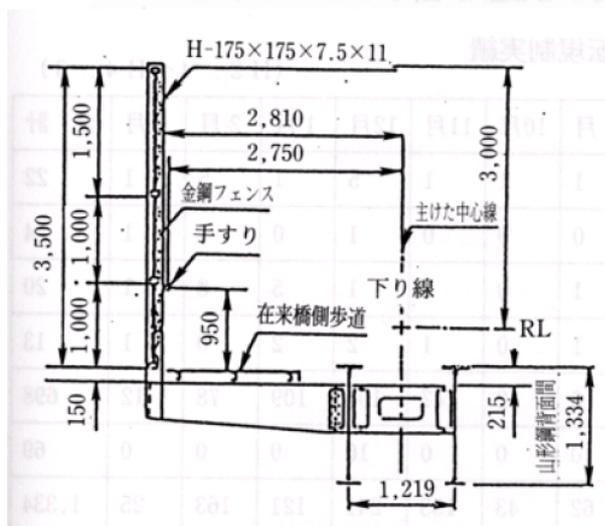
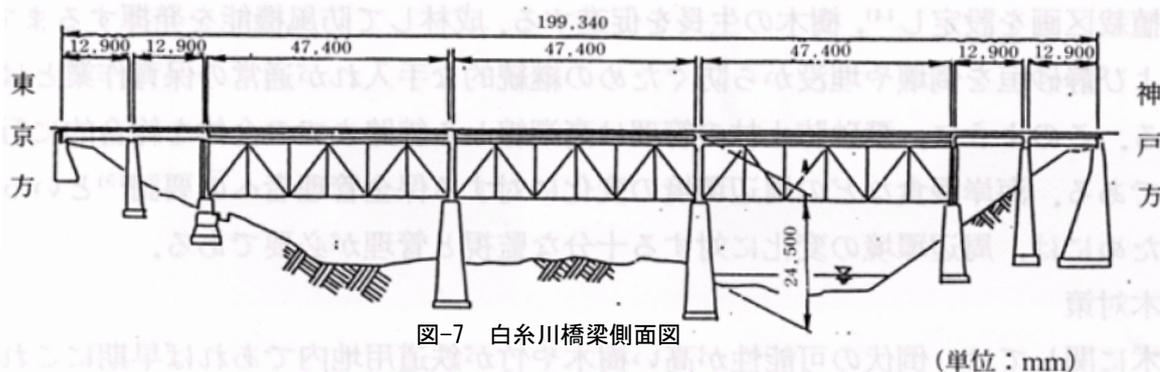
図-6 施工手順

第4章 整備効果

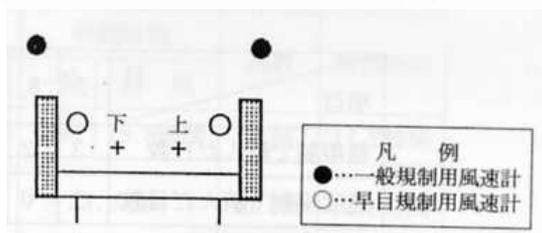
1. 防風対策工の設置事例と運転障害の改善

鉄軌道事業者によって設置された防風対策工の例として、JR東日本の東海道線白糸川橋梁、JR西日本の関西空港線連絡橋、JR北海道の根室本線の3事例を示す(図-7~15、表-2と3、写真-1と2)。ここでは、防風対策工を設置した橋梁等の概要、防風対策工の構造や仕様、運転規制の緩和実績等を示す。

○JR東日本・東海道線白糸川橋梁³⁾



(防風柵の仕様: 高さ3m, 充実率60%)



- ・一般規制風速: 30m/s
- ・早目規制風速: 25m/s

表-2 白糸川橋梁への防風柵設置による運転規制の緩和実績

項目		時期	7月~9月	10月~12月	1月~3月	4月~6月	合計
運転規制	運転中止日数	施工前	6	7	7	2	22
		施工後	0	1	1	1	3
	速度規制日数	施工前	2	2	14	2	20
		施工後	2	3	3	1	9

○JR西日本・関西空港線の関空連絡橋^{3), 4)}

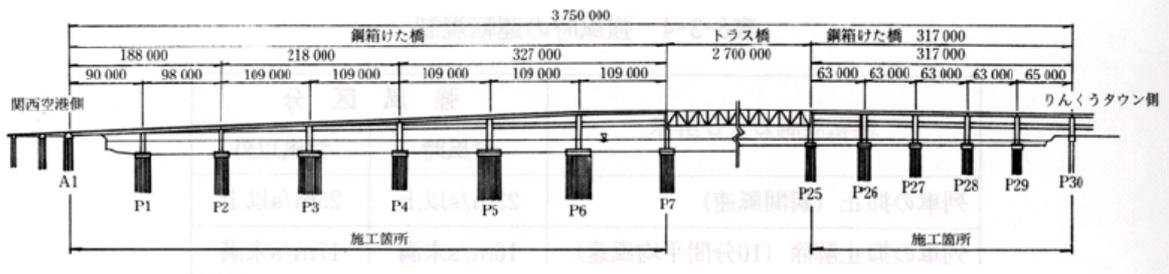


図-10 関空連絡橋の工事施工箇所一般図 (単位: mm)

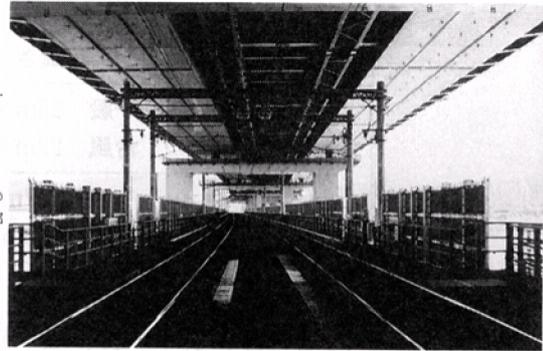
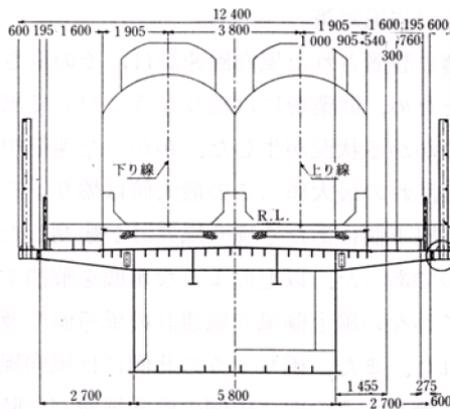


図-11(a) 関空連絡橋の防風柵設置図 (単位: mm)

写真-1 関西連絡橋の防風柵 (内側から)

... (防風柵の仕様: 高さ 2m, 充実率 60%)

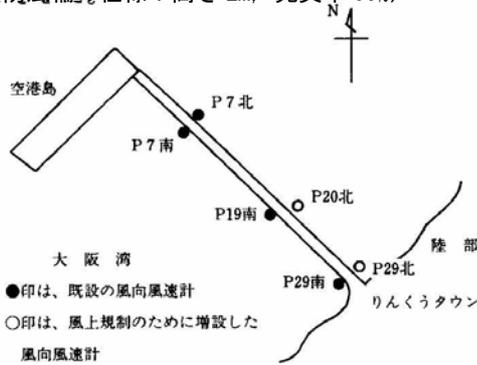


図-11(b) 関空連絡橋の風速計配置

(風速計の高さは道路階より約 10m)

表-3 関空連絡橋への防風柵設置前後の運転規制状況の予測

運転規制値		防風柵設置前の規制	防風柵設置後
	抑止		25m/s(瞬間風速)
解除		17m/s(10分間平均風速)	18m/s(10分間平均風速)
平成7年度(2月末日まで)	規制回数	32回	8回
	規制時間	51.0時間	14.2時間
平年ペース(1年間当たり)	規制回数	16.5回	10.5回
	規制時間	23.2時間	12.6時間

* 平年ペースの規制回数及び時間は、過去15年間の記録に基づく予測値

○JR北海道・根室本線³⁾

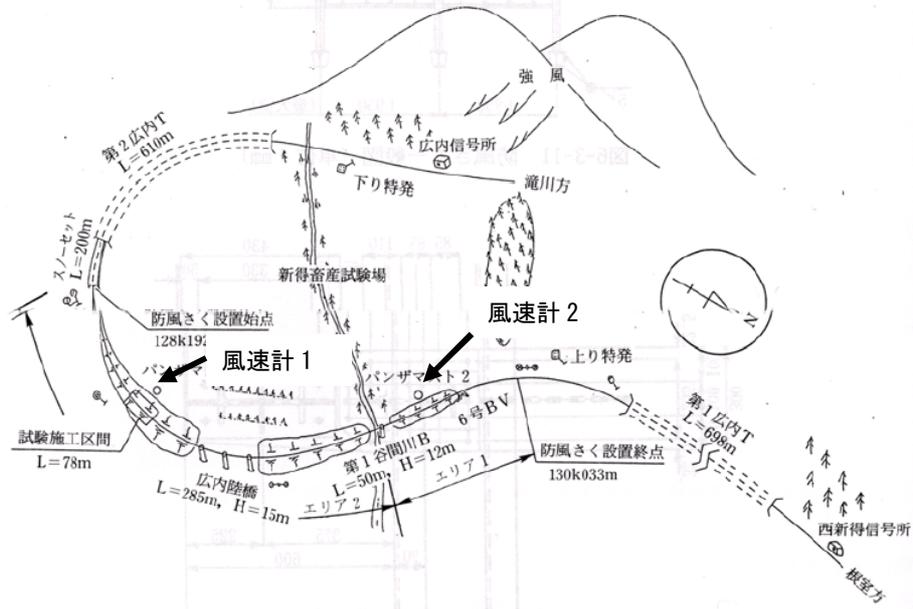


図-12 根室本線の防風柵設置位置

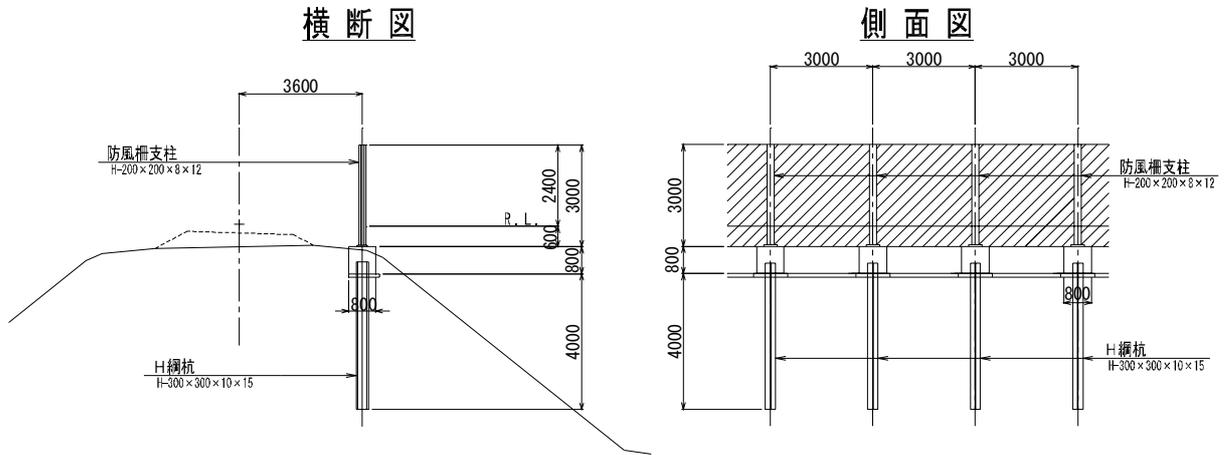
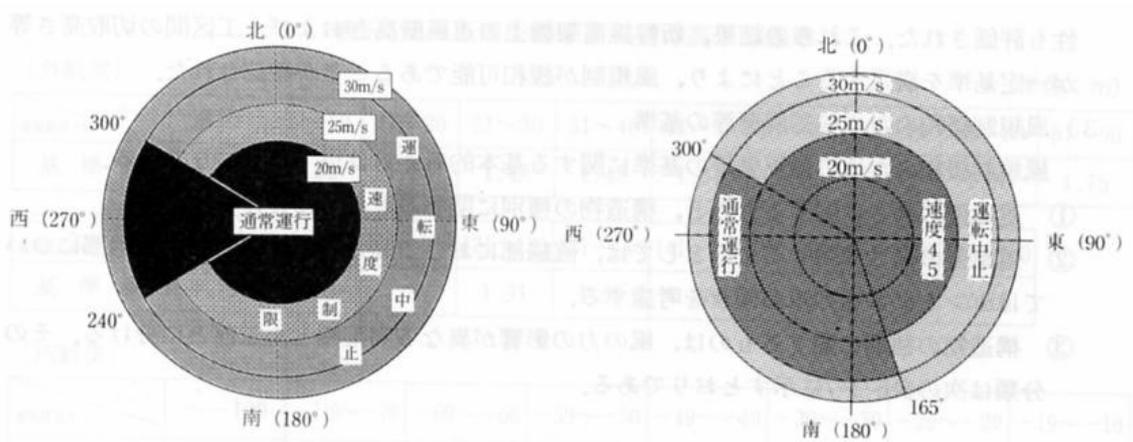


図-13 根室本線の防風柵の概要
(盛土部；高さ2m，充実率60%の防風柵)



写真-2 根室本線の防風柵



(1) エリア 1

(2) エリア 2

図-14 運転規制値(風向角別)の例

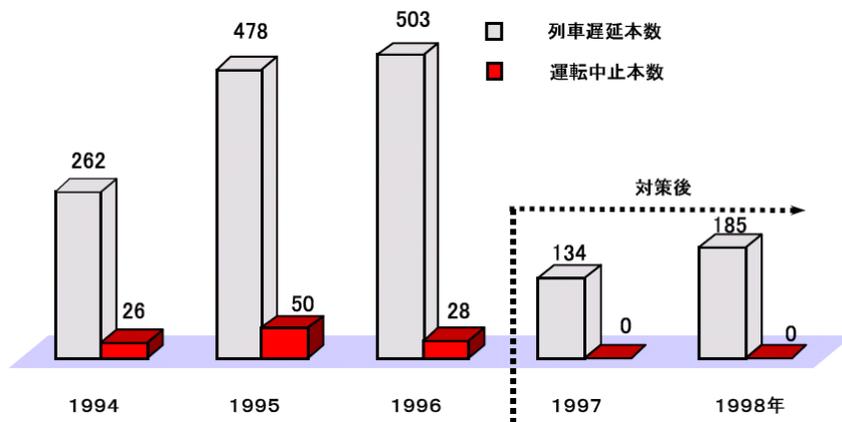


図-15 防風設備による運転規制の緩和効果

第5章 参考資料

- 1) 種本 勝二, 鈴木 実, 斎藤 寛之, 今井 俊昭 : 風洞試験による防風対策の評価, RRR, 2005年2月
- 2) 鉄道総合技術研究所 : 鉄道構造物等設計標準・同解説
- 3) 社団法人日本鉄道施設協会 : 鉄道土木構造物の維持管理
- 4) 石浜順吉 : 強風に伴う運転規制, 鉄道と電気技術 Vol. 10, No. 5, 1999年5月
- 5) 日本国有鉄道 : 建造物設計標準 (鉄筋コンクリート構造物および無筋コンクリート構造物)
- 6) 日本国有鉄道 : 建造物設計標準 (鋼鉄道橋)
- 7) 日本国有鉄道 : 建造物設計標準 (基礎構造物)