

羽越線護岸壁倒壊災害応急対策の設計

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○四宮 卓夫¹ 正会員 今井 政人²

1. はじめに

平成 12 年 12 月 19 日、羽越線において高波により護岸壁が倒壊、護岸背面の土砂が施工基面まで流失するという災害が発生した。当該箇所は海岸線と線路が並行する区間で、鉄道盛土海側は高さ約 7m のもたれ式護岸壁に保護される構造である。ここでは、運転再開を目的として実施した応急対策の設計の概要について紹介する。

2. 設計の概要

応急対策について施工性、工期等を検討した結果、支持層に根入れした H 形鋼を親杭とした土留壁を海側に構築し、土留壁頭部と山側に設置したシートパイルの控えをタイロッドで結び、列車荷重および土圧に抵抗する構造を採用した（図 - 1）。本復旧時の構造が決定していないこと、また、応急時に設置した構造物については撤去することが難しく、土中に存置される可能性が高いことから、本設構造物としての設計をおこなった。

倒壊した箇所の前後においても、護岸壁の傾斜による亀裂および目違いが発生していたため、施工区間は線路方向に約 86m とした。

(1) 土留壁

災害発生直後に実施したボーリング調査によると、施工基面から -4.5m 程度まで砂質シルト、-9.5m 程度までマサ土（N 値 10 程度）、その下部が岩盤（花崗岩）であった。そこで、親杭の H 形鋼はダウンザホールにより岩盤に根入れすることとした。

構築する土留壁の海側には変状した護岸壁および土砂があり、横矢板は地中に設置することとなる。通常の横木矢板の施工はできないため、シートパイルを H 形鋼の間に挿入することとした。ここで、H 形鋼の間隔については、フランジ間が横矢板のシートパイル幅より十分狭くする必要があるが、ダウンザホールによる施工上、削孔間隔が狭くなると、正確な位置に削孔をおこなうことが難しくなる。そこで、親杭間隔は 900mm（フランジ間の空き 500mm）とし、シートパイルは偏って挿入されても土圧を H

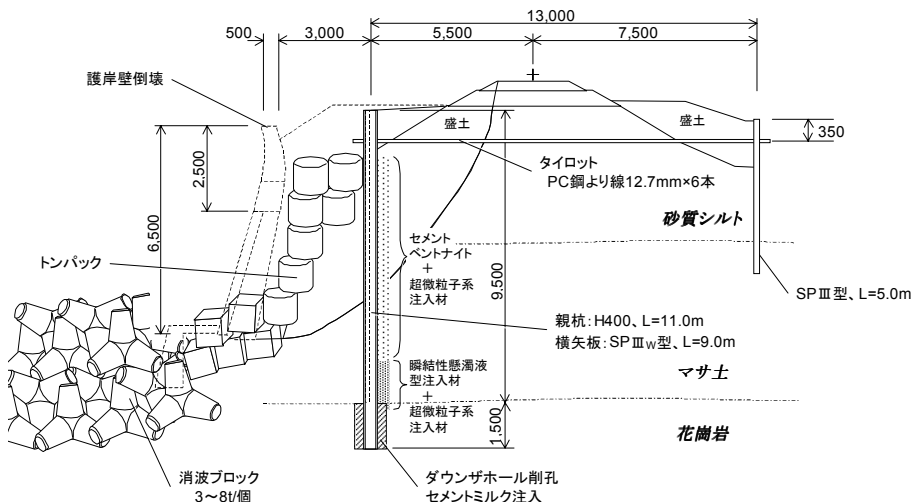


図 - 1 応急対策概要

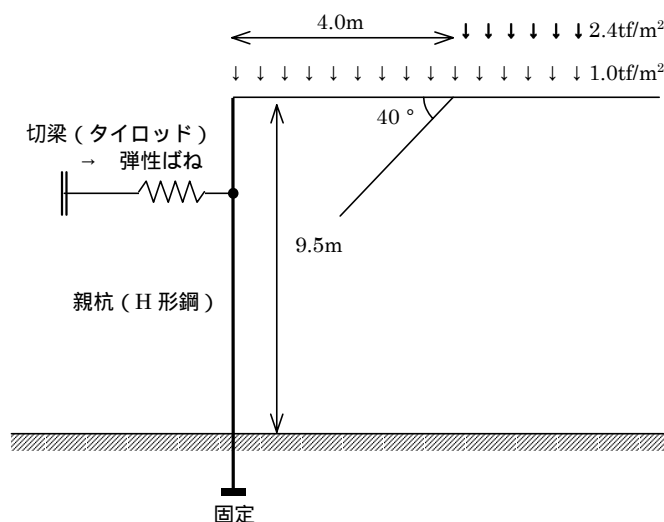


図 - 2 海側土留壁検討モデル

キーワード：護岸壁、親杭、横矢板、タイロッド

連絡先：※1 〒140-0005 東京都品川区広町 2-1-19

TEL.03-5709-3665 FAX.03-5709-3666

※2 〒140-0005 東京都渋谷区代々木 2-2-2

TEL.03-5334-1288 FAX.03-5334-1289

形鋼に伝えることを考慮し、幅広型を使用した。

設計は掘削土留工設計標準¹⁾によることとし、土留壁天端の水平変位が許容変位量以下、H形鋼に発生する応力度が許容応力度以下となるよう親杭の断面およびタイロッドの諸元を決定した。水平変位の制限値としては、無徐行の手引き²⁾に示される軌道の通り狂いの基準値に対して、5割程度とした。

設計断面としては、高波により土留壁海側の砂質シルトおよびマサ土が流失した場合を想定し、受働側は花崗岩への根入れのみとし、H形鋼の下端を固定端、タイロッド位置に弾性のバネを設定した(図-2)。

決定した構造諸元は以下のとおり(図-3)。

- ・親杭：H400 (L=11.0m) 岩盤への根入れ長は固定端とみなせる十分な長さとして1.5m。
- ・横矢板：シートパイル W型 (W=600mm + 継手約 50mm、L=9.0m)。

(2) タイロッドおよび控え壁

土留壁の設計計算より、水平変位抑制に必要なバネ定数からタイロッド諸元を決定した。控え壁は、タイロッドから作用する張力に対して、盛土による受働土圧で抵抗できる構造としている。

- ・タイロッド：PC鋼より線φ12.7mm (7本より) × 6本、2.7m ピッチ (親杭 H 形鋼 3 本毎)。待ち受け工として考え、プレロードは導入しない。開削で施工。本設構造物並みの設計とし、全て二重防食とした。

図-4に頭部の構造を示す。

- ・控え壁：シートパイル W型 (L=5.0m) を山側全延長に施工。

(3) 地盤改良

高波時の越波により、海側土留壁の H 形鋼とシートパイルの空隙から盛土材の吸出しが発生する恐れがある。そこで、土留壁背面の地盤改良をおこなうこととし、本設構造物としての耐久性を確保するため、セメント系での地盤改良をおこなった。

注入方法としては二重管ダブルパッカー工法を採用し、一次注入としてセメントベントナイトにより荒詰め注入、二次注入として超微粒子系材料 (特殊スラグ) を用いた浸透注入をおこなった。海水の影響を受けるマサ土～花崗岩境界付近は、通常のセメントベントナイトでは硬化前のグラウトの流出が考えられるため、一次注入材料に海水に耐性のある瞬結性の懸濁液型材料を用いた。注入率は土留壁施工にともなう地盤の乱れを考慮して該当する土質の標準値よりも高く設定した。さらに、乱した土への荒詰め注入を重視し、一次注入の比率を通常よりも大きく設定した(表-1)。

表-1 使用した注入材料

	土質	一次注入	二次注入	注入率	
				一次	二次
一般部	砂質シルト	セメントベントナイト	超微粒子系注入材 (特殊スラグ)	25.0%	15.0%
	マサ土			27.5%	27.5%
海水部	マサ土 ～花崗岩	瞬結性懸濁液型 (水ガラス + スラグセメント)		27.5%	27.5%

3. おわりに

土留壁構築後、盛土工、路盤構築、軌道敷設をおこない、さらに安全の担保として土砂崩壊検知装置 + 特殊信号発光器 (LED) を設置、その後、運転を再開した。なお、恒久対策については強風、高波のおさまる時期に施工する予定であり、現在構造を検討中である。

参考文献 1) 掘削土留工設計標準: 東日本旅客鉄道株式会社、昭和 62 年 2 月

2) 無徐行 (徐行速度向上) のための構造物の設計・施工の手引き: 東日本旅客鉄道株式会社、平成 9 年 4 月

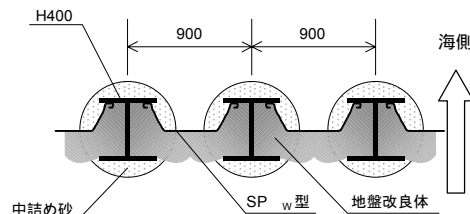


図-3 海側土留壁平面図

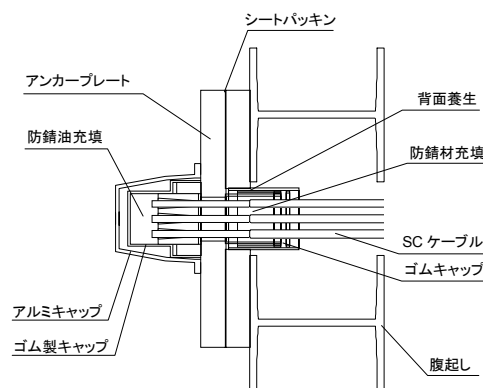


図-4 タイロッド頭部