

都市部における景観に配慮した防災強化工法の選定と施工

JR 東日本（株） 正会員 畑 恵 子
 JR 東日本（株） 正会員 四宮 卓夫
 JR 東日本（株） 正会員 水野 光晴

1. はじめに

現在、首都圏を中心とした路線に対して、5ヵ年計画で集中的にのり面や斜面の降雨防災強化工事を実施し、運転中止の解消や規制速度の向上などを図っている。対策実施にあたっては、円滑な工法選定および施工を目的としたマニュアルを作成し、選定フローにしたがって工法を選定することとしている。しかし、都市部においてはさまざまな制約条件がある場合が多く、対策工法選定に苦慮することが多いのが実情である。

2. 施工箇所の概況

山手線沿線など都心部においては、地域住民と植樹を実施した箇所、花の名所など景観に配慮が必要な箇所があり、格子枠工などの一般的なのり面工では樹木を伐採する必要が生じる。そこで本報告では、上記のような箇所において、植栽を残したまま施工可能な工法選定と、防護性能の検討をおこなった。今回は、東京23区内に位置するツツジ等の植樹が実施された切取りのり面3箇所を対象とし、検討を実施することとした（写真1、表1）。



写真1 植樹したのり面

表1 検討実施箇所

	勾配	のり高
斜面A	1:1.71	4.79m
斜面B	1:1.51	4.91m
斜面C	1:1.42	4.87m

3. 対策工法の選定

今回検討を実施した箇所は、マニュアルによる工法選定では、いずれもプレキャスト格子枠工が適用となる。プレキャスト格子枠工は、すべり線方向の自重を交点杭に負担させ、のり面のせん断強度を高める。先に述べたとおり、プレキャスト格子枠工を施工する場合は植栽を伐採し、のり面表層を整形する必要がある。

そこで、既存の植栽を損傷させることなく施工が可能である工法を抽出し、当該箇所への適用性の検討を実施した（表2）。その結果、勾配が緩い箇所を対象としている2つの工法（自然工法・スパイラルネイリング工法）が適用可

能であったため、検討を実施することとした。

①自然（じねん）工法：プレキャスト格子枠工と同様、枠の自重でせん断強度を向上させる（写真2）。

②スパイラルネイリング工法：らせん状の杭（補強材）を打設し、杭の水平抵抗力ですべり土荷重に抵抗する（写真3）。

表2 対策工法の選定

工法名称	適用勾配	コスト	施工性	景観	安全性
自然（じねん）工法	緩	○	○	△	○
おびじめ工法	急	○	△	○	○
ノンフレーム工法	急	○	△	○	△
グリーンパネル工法	急	◎	△	△	○
スパイラルネイリング工法	緩	◎	○	○	△

4. 防護性能の評価

いずれの施工箇所においても、過去降雨に起因する災害が発生していないこと、また、各施工箇所において対策工法の安全性向上への寄与度を評価したいことから、現状の安全率を1.2と仮定し、対策を施工した場合の安全率の向上を検討することとした。ここで、各箇所の検討におけるすべり線は簡易貫入試験において $N_d < 4$ となる深さと設定し、防護性能の



写真2 自然工法



写真3 スパイラルネイリング工法

検討は下記に示すクーロンの式に基づき、すべり線上の力の釣り合いによっておこなった（式1、図1）。降雨時には、 $N_d < 4$ の層が飽和し、間隙水の重量がすべり線方向に加わるものとした。

さらに今回は植栽を残したことから、樹木の根が発揮する防護効果について評価をおこなった。既往の研究^{①)}によると、樹木の根系は粘着力Cを増加させることが知られており、その増分は根の直径に依存する式で表される（式2、3）。現場調査の結果、すべり面における根の径は3～7mm

キーワード：のり面工、補強材、景観

連絡先：〒114-8550 東京都北区東田端2-20-68 東京支社施設部工事課 TEL03-5692-6140

の範囲であったため、最小値の3mmをとることとした。

$$\tau = C + \sigma \tan \phi \quad \text{.....式1}$$

(τ :せん断抵抗力, C :粘着力, σ :応力, ϕ :内部摩擦角)

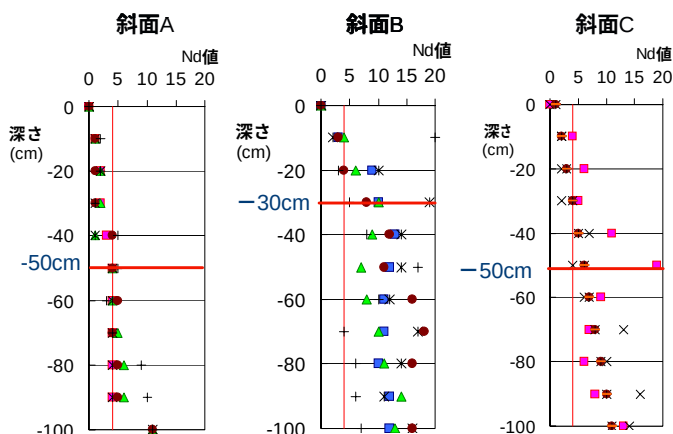


図1 検討箇所の調査結果

$$C_R = 0.8314 \times d^{1.1267} \quad \text{.....式2}$$

(C_R :根による粘着力増分, d :根の直径)

$$\tau' = C + C_R + \sigma \tan \phi \quad \text{.....式3}$$

(τ' :根系による粘着力増分を考慮したせん断抵抗力)

その結果、両工法ともプレキャスト格子枠工の持つ防護性能には及ばないものの、今回必要とした防護性能を有することが明らかとなった(表3)。

また、今回は付随する性能として、①景観性、②維持管理上の安全性が挙げられる。

①景観性：現状の景観を可能な限り保持すること。

②維持管理上の安全性：植樹の維持管理に立ち入る作業者が転倒する原因とならないこと。

景観性ではスパイラルネーリング工法が有利であり、導入を検討したが、頭部連結材が地表に露出する工法のため、安全性での再検討が必要と考えた。そこで、開発時の実験資料を元に、頭部連結材の効果について整理する。実験によると、頭部連結のある場合、無い場合と比較して水平抵抗力が12%増加することが確認されている。そこで、その防護性能を確認した結果、杭頭の連結を省略しても必要な防護性能を確保することが確認された。以上の結果を踏まえて、スパイラルネーリング工法を施工することとした。

5. 対策工法の施工

スパイラルネーリング工法は、人力施工可能ならせん状の杭を、等間隔に打設し、杭頭部を斜面鉛直方向に鋼製の連結材で連結するものである(図2、写真4)。今回は、杭長1.0mを1本/m²施工することとし、頭部連結材を省略したため、杭頭部はφ150mmのボイド管のモルタル充填仕上げとした。また、杭の打設方法は、人力と油圧回転式の打設器械を併用した。施工実績は夜間施工で約6m²/日/1パーティーであった。

表3 検討結果

条件	斜面A	斜面B	斜面C
勾配	1.71	1.42	1.51
Nd<4の深さ(m):t	0.5	0.3	0.5
常時			
土のすべり方向の力 $W=Ws \cdot \sin \theta$	4.54	3.11	4.97
せん断耐力($\because F_s=1.2$) $\tau = Ws \cdot \sin \theta \times 1.2$	5.45	3.73	5.96
推定粘着力 $C = \tau - \sigma \cdot \tan \phi$	0.97	1.18	1.63
安全率 $F_s = W / \tau$	1.20	1.20	1.20
降雨時			
間隙水による τ の減少分 $\Delta \tau_{rain} = t \cdot 10 \cdot \sin \theta$	1.46	1.00	1.59
降雨時のせん断耐力 $\tau_{rain} = \tau - \Delta \tau_{rain}$	3.99	2.73	4.37
安全率 $F_{srain} = W / \tau_{rain}$	0.88	0.88	0.88
プレキャスト			
格子枠・中詰め材の自重によるすべり方向の力増分	0.08	0.34	0.25
プレキャストによるせん断耐力の増分	1.36	1.29	1.31
施工後のせん断耐力(交点杭も土を負担)	6.04	4.44	6.19
安全率	1.31	1.29	1.19
自然工法			
格子枠・中詰め材の自重によるすべり方向の力増分	0.05	0.30	0.21
施工後のせん断耐力の増分	1.08	1.02	1.04
施工後のせん断耐力	5.24	3.68	5.41
安全率	1.14	1.08	1.04
スパイラルネーリング			
杭の水平抵抗力(ピッチは1.0m)	0.91	0.91	0.93
施工後のせん断耐力	5.12	3.85	5.51
根なし	1.08	1.17	1.07
安全率	1.13	1.24	1.11
杭頭連結なし			
12%減の杭水平抵抗力	0.81	0.81	0.83
施工後のせん断耐力	5.02	3.76	5.41
安全率	1.10	1.21	1.09
根によるCの増加分C_R			
	0.21		

6. おわりに

制約条件があり、工法選定に苦慮していた箇所について、条件に適した防護工法の検討を行い、対策工を施工することができた。今回検討した内容は特殊な条件下の、個別の検討として位置づけたが、今後、景観に配慮する必要がある箇所等の類似箇所の対策にも活用できるものとする。

参考文献

- 1) 阿部 和時(2005), 森林の持つ斜面崩壊防止機能, 日本緑化工学会誌, 31(3), pp.330-337, 2005
- 2) 中村 大輔: 低コストのり面工の開発, 第60回土木学会論文集, IV-160, pp.319-320, 2005.9
- 3) 中村 剛: 傾斜実験によるらせん杭の崩壊抑止効果の検討, 第59回土木学会論文集, IV-132, pp.263-264, 2004.9

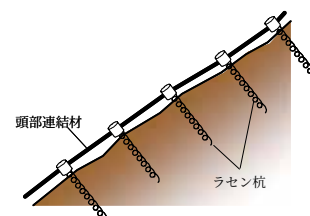


図2 スパイラルネーリング工法 (断面図, 頭部連結あり)

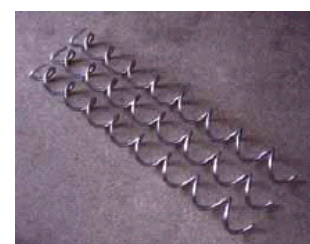


写真4 らせん状の杭