

土留壁根入長の算定方法とボーリング安全率に関する一考察

(株)複合技術研究所 正会員 矢崎澄雄(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 小島謙一
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 館山 勝(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 山田孝弘

1. はじめに

鉄道では、掘削土留工の設計についてこれまでの基準である「掘削土留工設計指針」¹⁾に換わる新しい標準を作成している。新しい標準(以降、本標準と称す)では旧指針と設計法が異なっている部分があり、本標準の作成に当たって種々の試算・検討を実施している。本稿では本標準によって設計を行った場合の砂質土地盤における土留壁根入長の算定結果について旧指針との比較を示すとともに、根入長とボーリングの関連性について試算を行った内容について報告する。

なお、粘性土地盤における根入長とヒーピングに関する検討結果についてはすでに報告²⁾している。

2. 土留壁根入長の比較試算

(1) 本標準と旧指針による土留壁根入長の設計法の比較

表1に本標準および旧指針の側圧による釣合いから求まる設計根入長(以降、釣合い設計根入長と称す)の算定方法の概略を示す。なお、表中の式は砂質土単一地盤、内部摩擦角のみ考慮としたときの式に簡略化している。本標準と旧指針では設計根入長の算定方法の考え方、水圧の考え方、水中単位体積重量の考え方、壁面摩擦角の考え方が異なっており、

この結果算定される設計根入長も異なってくると考えられることから、今回試算による比較を行ったものである。

(2) 試算条件

試算は、砂質土均一地盤モデルに対して図1に示す断面を基本として、表2のパラメータの組合せについて行った。これらの条件における本標準および旧指針での釣合い設計根入長を算定した。

(3) 試算結果

図2に旧指針と本標準の釣合い設計根入長の比較を示す。

表1 設計法の比較

	本標準	旧指針
側圧の釣合いによる根入長の算定方法		
釣合い根入長	(釣合い根入れ長) $D = l_p \cdot P_p = l_a \cdot P_a$ となる根入長	
設計根入長	$l_p \cdot P_p = 1.2 \times l_a \cdot P_a$ なる根入長	設計根入長 = $1.2 \times D$
主働土圧	$P_a = K_a(\gamma_t \cdot h - p_w)$	$P_a = K_a(\gamma_t h_1 + \gamma' h_2)$
主働土圧係数	$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$	
受働土圧	$P_p = K_p(\gamma_t \cdot h - p_w)$	$P_p = K_p(\gamma_t h_1 + \gamma' h_2)$
受働土圧係数	$K_p = \cos^2 \delta / \{1 - \sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \delta) / \cos^2 \beta\}^2$	
壁面摩擦角	$\delta = \phi/3$	$\delta = \phi/2$
水圧	動水勾配考慮 $i = H_w / (H_w + 2D)$	根入れ先端で $p_{aw} = p_{pw}$

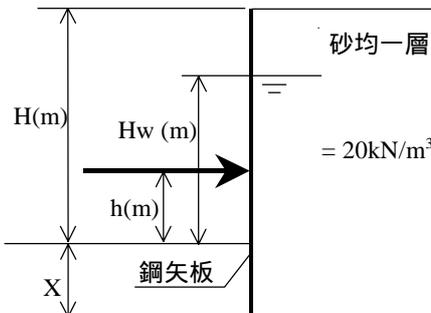


図1 試算モデルの概略

表2 試算条件

試算モデル		パラメータ
掘削深さ H(m)	5.0, 7.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0	
最下段切梁 h(m)	2.0, 3.0, 4.0	
地下水位 Hw(m)	Hw = 0, H/3, H	
土質定数	湿潤単位体積重量 γ_t	20(kN/m ³)
	水中単位体積重量 γ'	10(kN/m ³)
	内部摩擦角 ϕ (°)	20, 25, 30, 35, 37
	壁面摩擦角 δ (°)	本標準: $\phi/3$ 旧指針: $\phi/2$

キーワード: 仮土留め 根入長 ボーリング 鉄道

連絡先: 〒107-0052 東京都港区赤坂 2-15-16 TEL 03-3582-3373 FAX 03-3582-3509
 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7261 FAX 042-573-7248

同図から水位がない場合には、本標準、旧指針とも同程度の根入長であり、地下水位がある場合には、釣合い設計根入長が長くなるほど本標準のほうが大きな値となり、かつ地下水位面が高いほどその増加が急激で、地表面水位の場合には旧指針の約2倍となっていることがわかる。これは、表1に示した算定方法の違いによるものであるが、釣合い設計根入長の算定法(1.2倍のかけ方の違い)による影響はほとんどないことは別途確認していること、地下水のない場合には受働土圧係数の違いのみが影響するがその影響は小さいことから、地下水位がある場合には、水圧の取扱い、地下水位以下の土圧算定方法の違いが影響して、本標準で大きな根入長となったと考えられる。特に後者の影響が大きく、本標準では動水勾配を考慮した水圧を浮力として有効重量としているため、旧指針と比べ主働土圧は大きく、受働土圧は小さくなるのが大きな要因であるといえる。

3. 土留壁根入長とボイリングとの関連

図3に、本標準、旧指針それぞれの設計法による釣合い設計根入長とその根入長でのボイリング安全率の関係を示す。なお、ボイリングの検討方法はTerzaghiの方法とした。同図から、本標準では釣合い設計根入長とすればほとんどの条件に対してボイリング安全率は1.5以上を満足するのにに対して、旧指針での釣合い設計根入長とボイリング安全率の関係は、水位が低い場合にはボイリング安全率は1.5以上となる傾向にあるが、水位が高い場合にはボイリング安全率1.0を下回っている。

仮土留工では、釣合い設計根入長と掘削底面安定に必要な根入長のうち大きな値を設計根入長とする。そこで、図4に、旧指針に対する本標準の設計根入長の比を掘削深さとの関係として示す。同図から本標準による設計根入長は、地下水位面が低い場合には掘削深さが深くなるほどその倍率が増加し1.6倍程度で収束し、地下水位面が高い場合には掘削深さが深くなるほどその倍率が減少し1.3倍程度で収束する傾向にあることがわかる。

4. おわりに

砂質土地盤における本標準の釣合い設計根入長は、特にボイリングに対して危険となる条件(深い掘削で水位面が高い)のときに、ボイリング安全率が $F_s=1.5$ 程度となる根入長を算定する手法となっている。ボイリング安全率については、他の基準類においてもTerzaghiの方法を用いる場合には $F_s=1.5$ としているものが多く、深い掘削や鉄道に近接した掘削の多い鉄道基準としては、本標準で示す根入長の算定方法は妥当であると考えられる。ただし、このことによりボイリングの検討が不要になるわけではなく、ボイリングに対しては掘削形状によっては必ずしもTerzaghiの方法で安全とはならない解析結果も得ており、本標準ではボイリング検討方法については浸透流解析による試算を行い、その検討方法を提案している³⁾。

<参考文献>1) (財)鉄道総合技術研究所:掘削土留工設計指針,昭和62年9月 2)矢崎,舘山,小島:ヒーピングの安定と掘削土留工の設計方法に関する一考察,第35回地盤工学研究発表会,2000.7 3)貝瀬

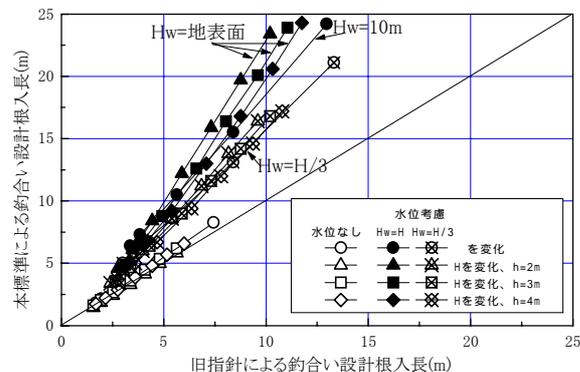


図2 設計根入長の比較

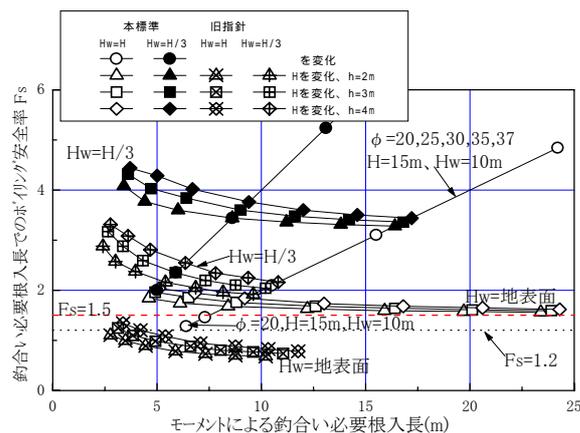


図3 設計根入長とボイリング安全率

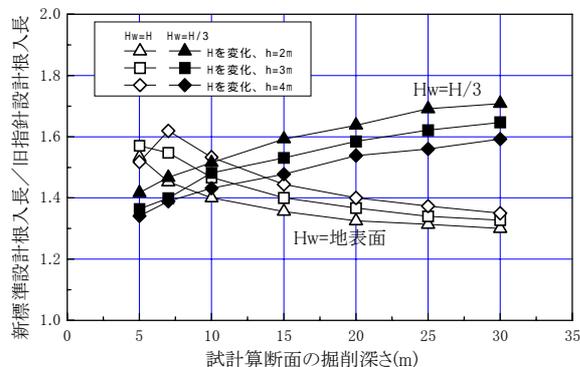


図4 掘削深さと設計根入長比の関係