

掘削底面に段差を有した非対称山留めの設計

首都高速道路公団
同 上
大日本コンサルタント（株）
同 上
同 上

正会員
〃
〃
〃
〃

山本 泰幹
〇山口 真史
中岡 和伸
友光 宏実
藤田 英司

1. はじめに

自然地盤に建設される山留めは、ほぼその全てが何らかの非対称性を有している。非対称性が小さい場合は、これまでの実績から対称山留めとしての設計で安全な施工を行うことができた。しかし非対称性が大きい場合には、対称な場合と比較して過大な変位や応力が発生する可能性があるため、非対称山留めとしての挙動を考慮した設計が必要となる。

非対称山留めのうち掘削底面に段差を有した山留めは、これまで段差部の地盤を切梁との連成バネで評価したうえで対称山留めとして設計している例が多かった。本検討は、段差部の受働抵抗の評価方法を提案し、従来手法との比較を行うものである。

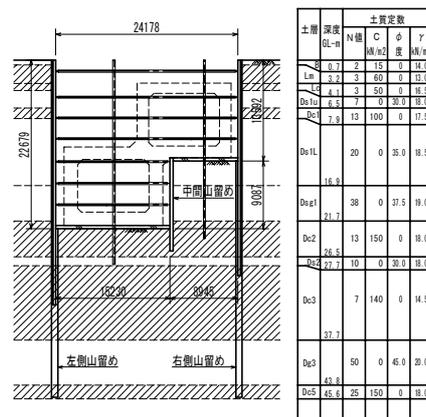


図-1 検討断面

2. 検討断面と検討方法

検討断面は、図-1に示すように、掘削底面に段差を有した非対称山留めとなる。非対称山留めの設計手法には、はりバネモデルによる一体解析¹⁾や、有限要素法による解析などが考えられるが、本検討では、図-2に

示すフローにしたがって、左右の山留め壁を個別に解析する手法で行うものとする。ただし、右側山留めを設計する場合は、下記の考え方に準じて段差部の受働抵抗を低減して行う。



図-2 検討フロー

3. 段差幅と受働抵抗

図-1の右側山留めを設計する場合、段差部の受働抵抗がどの程度期待できるかが問題となり、これは段差幅に起因すると考えられる。そこで、段差部の受働土圧PR、背面側からの主働土圧PA、および段差下面のP_{smin}の関係から、段差幅の判定方法とそのとき期待できる段差部の受働抵抗を表-1のように整理した。P_{smin}は、図-3に示すとおり段差幅をパラメータとする最小水平せん断抵抗を示す。

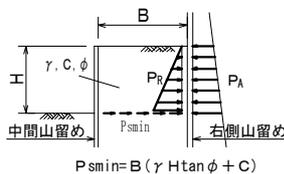


図-3 P_{smin}

表-1 段差幅の判定と受働抵抗

段差幅の判定と解析方法		段差部の受働抵抗
段差幅大	段差幅①： $PR < P_{smin}$ 「段差部上面を掘削底面とした通常の山留め弾塑性解析を行う」	 受働土圧 PR 受働土圧線
段差幅小	段差幅②： $PA < P_{smin} < PR$ 「段差部上面を掘削底面とするが、最終掘削時以降の段差部の受働抵抗を低減する」	 三角形分布として $P_{smin} = \gamma H B \tan \phi$ $P1 = 2\gamma B \tan \phi$
	段差幅③： $P_{smin} < PA$ 「深部床付面を掘削底面とし、段差部の地盤は切梁との連成バネとして評価する」	 矩形分布として $P_{smin} = CB$ $P2 = CB/H$
		 地盤バネとして $K = kh \cdot A$

キーワード：非対称、山留め、土留め、開削工事

連絡先：首都高速道路公団 東京建設局 東京都新宿区西新宿6-6-3, Tel : 03-5320-1643, Fax : 03-5320-1659

本検討断面に対する段差幅の判定結果は、表-2に示すとおり、 $PA < P_{smin} < PR$ となり段差幅②に該当する。したがって、図-4に示すように4次掘削までは通常の弾塑性解析を行い、最終掘削時から段差部脇の埋戻し完了時までは、段差部の受働抵抗を低減して解析を行うものとする。

表-2 段差幅の判定結果(単位: kN/m)

PR	PA	P_{smin}	判定
2852	439	1342	段差幅②

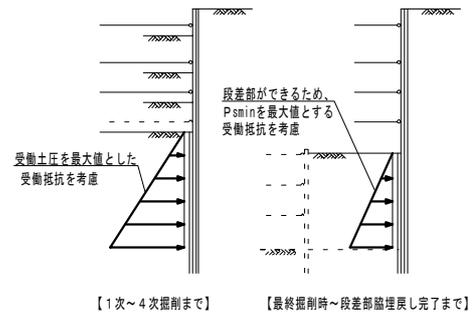


図-4 解析ステップと受働抵抗

4. 検討結果

上述の段差幅②の考え方を踏まえた検討結果と、従来手法として段差部の地盤を切梁との連成バネとして評価した場合（段差幅③の考え方）の検討結果を表-3に示す。

従来手法の場合は、対称山留めとして設計するため、左側山留めと右側山留めが同一モデルとなる。したがって、発生断面力や変位分布も左右の山留めで同じとなることから、本検討断面に関しては明らかに現実的な挙動を示しているとはいえない。

今回提案した設計手法の場合も、左側山留めについては従来手法と較べて最大曲げモーメント M_{max} や最大変位 δ_{max} に若干の相違はみられるものの、山留め壁の諸元が変わるほどの影響はなかった。しかし、右側山留めについては、従来手法に較べて最大変位は40%程度に下がっており、根入れ長も4m程度短くすることができた。これは、段差部の影響を考慮したことにより、短い根入れ長でも発生断面力が定常となったためである。したがって、段差部の受働抵抗を考慮することにより、従来手法に較べて経済的な設計が行えたものといえる。

表-3 従来手法との比較

		単位	左側山留め	右側山留め
従来手法	根入れ	m	10.0	10.0
	δ_{max}	mm	35.3	35.3
	M_{max}	kNm	824.6	824.6
今回検討	根入れ	m	10.0	6.0
	δ_{max}	mm	34.5	15.2
	M_{max}	kNm	866.7	433.1

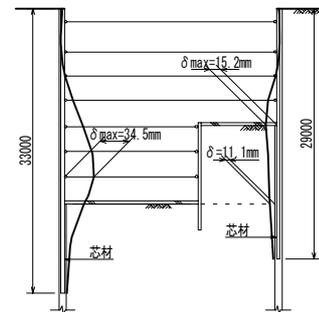


図-5 山留め変位結果

今回の検討における最終掘削時の山留め壁の変位分布を図-5に示す。右側山留めの最大変位は、左側山留めに較べて1/2程度の大きさとなっており、段差部による影響を示している。また、段差部の上面と下面との変位差は4mm程度となっており、段差部内の受働抵抗を低減しているため、変位の減少量がそれほど多くなかったものと考えられる。以上より、本検討結果は、段差部の影響が考慮された挙動が示されているものと考えられる。

5. おわりに

本検討では、掘削底面に段差を有する非対称山留めについて、実用的な段差幅の判定方法と段差部の受働抵抗に関する考え方の提案を行った。これにより、従来よりも経済的な設計を行うことができる。

本現場は現在施工中であり、今後は計測結果から得られた実測値と上記の計算値との比較を行い、提案した手法に対する検証を行っていく必要があると考える。

参考文献 1) 萩原他：非対称山留めの設計，構造工学論文集，vol. 45A，1994. 4