

地中連続壁基礎の水平断面設計の合理化検討

鹿島建設 正会員 ○中西 正継 鉄道総合技術研究所 正会員 神田 政幸
 鹿島建設 正会員 田中 耕一 大林組 正会員 田坂 幹雄
 大成建設 正会員 樋口 雄一 前田建設 正会員 大川 尚哉
 間組 正会員 増田 浩二

1. はじめに

地中連続壁基礎工法（以降は連壁基礎とする）は、低騒音・低振動工法で、地盤との密着性が高いため他の基礎工法に比べ基礎形状を小さくできる特長がある。また、施工時の地盤変状も小さく、しかも狭隘なヤードでも施工可能なため、構造物に近接した状況下での施工事例も多い工法である。しかしながら設計法に関しては、開発当初の設計法がいまだに用いられているのが実情である。特に、支持力確保のために硬質地盤に根入れする必要がある。そのため、連壁基礎の先端部における地盤反力が増大し、水平断面の検討で連壁壁厚が決定される場合が多い。本報文では、水平断面の設計における新しい検討手法を提案した。また、今回提案した検討手法を用いれば、水平断面の設計が連壁壁厚決定ケースの場合、連壁壁厚を17%程度削減可能であることが分かった。

表1 地盤条件

	地盤の種類	層厚(m)	平均N値	粘着力c(kN/m ²)	せん断抵抗角φ(度)	単位体積重量(kN/m ³)		変形係数E ₀ (kN/m ²)
						γ	γ'	
第1層	粘性土	8.5	2	16.0	0	16.0	7.0	5600
第2層	砂質土	10.0	25	0.0	34	18.0	9.0	70000
第3層	砂質土	支持層	50	0.0	40	18.0	9.0	140000

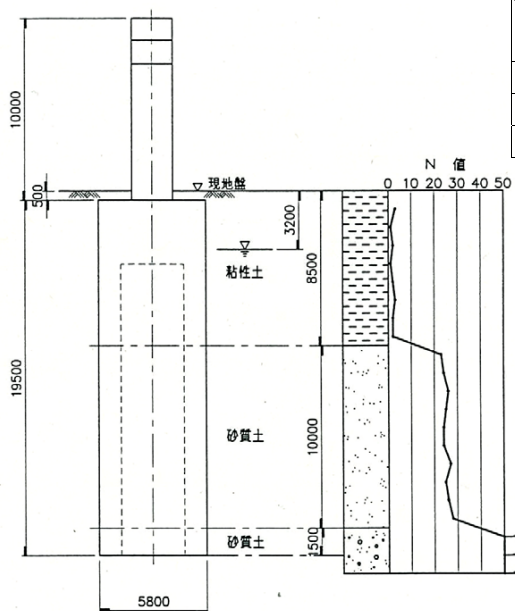


図1 地中連壁基礎概要図

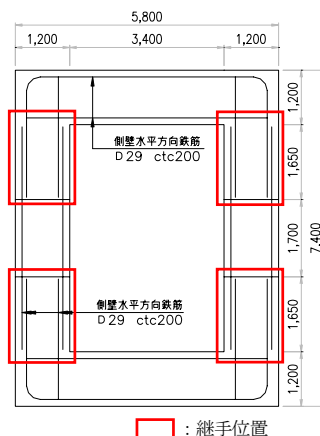


図2 配筋概要

2. 現状の水平断面検討モデル

現状の連壁基礎水平断面の検討モデルを図3に示す。検討は「道路橋の耐震設計に関する資料」¹⁾に示されている連壁基礎を対象に検討を実施した。検討条件を図1～図2及び表1に示す。設計荷重は、鉛直断面の検討で求まる地盤反力とし、2つの支点を設けた水平断面のフレームモデルに作用させる方法を用いた。水平断面の検討は発生地盤反力度が最も大きい断面である基礎先端部とした。現行設計モデルと実際の連壁基礎の状況を比較すると下記の問題点が挙げられる。(1) 内部土砂の抵抗：連壁基礎の内部には内部土砂が存在する。連壁基礎は地盤と密着している為、フレームモデルに発生する変位を内部土砂が抑制する効果が期待できる。現行設計モデルではこの効果を見逃している。(2) 側部地盤の抵抗：連壁基礎が地盤反力を受けた場合、側部の連壁が外側にたわむ変形モードとなる。連壁と地盤が密着している為、この時も連壁外側地盤により、フレームに発生する変位を抑制する効果を期待できる。現在の水平断面の検討モデルではこの効果も見逃している。

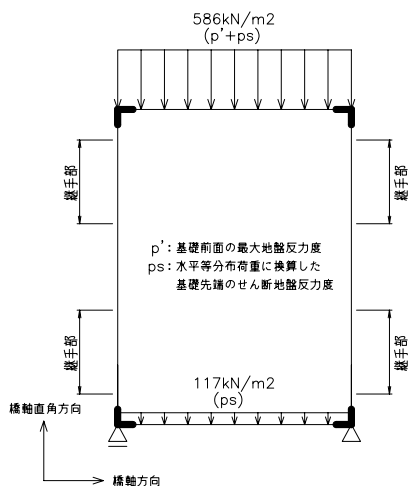


図3 現状の検討モデル

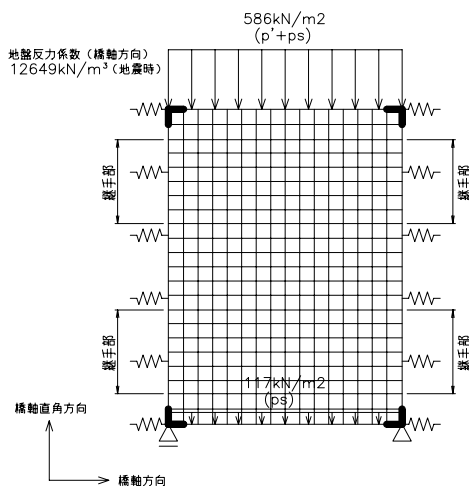


図4 提案した検討モデル

連壁基礎 水平断面 FEM 解析

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設 TEL 03-6229-6641

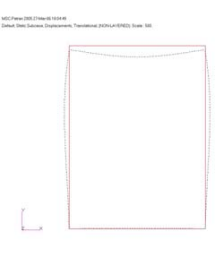
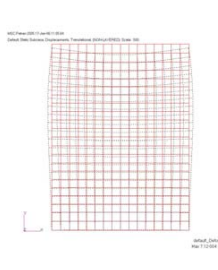
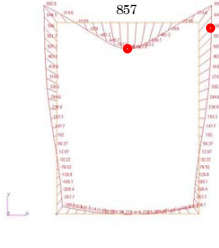
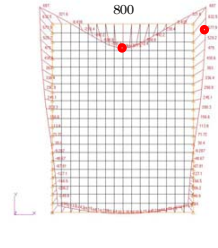
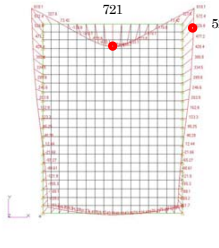
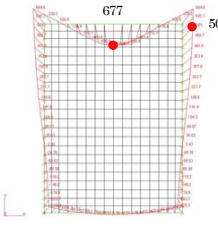
3. 今回の水平断面検討モデル

前述したような現状の設計モデルの問題点を改善した検討モデルを図4に示す。水平断面をフレームモデルでモデル化し、内部土砂はFEMのソリッド要素でモデル化した。また、側面外側の地盤反力は地盤バネでモデル化した。検討は設計計算例と同様に基礎先端で行い、設計条件である地盤反力度は、現状の水平断面検討で用いているものと同値とした。また、検討ケースは、鉄筋量は現状の設計例と同量として、部材寸法のみを変化させた。終局耐力は道路橋示方書Ⅳ下部構造編²⁾より算出した。なお、内部土砂のソリッド要素の地盤定数は、検討断面である基礎先端の支持層の値を用いた。側面外側の地盤反力係数は、支持層における地震時の値とした。

4. 検討結果

検討結果の一覧を表2に示す。現状の結果と比較して、提案した水平断面検討モデルでは、内部土砂及び連壁外側の地盤バネが連壁基礎の変形を抑制しており、発生断面力が低減されていることが分かる。また、部材厚が減少するに従って中央スパンの断面力は低減しているが、継手部では、隅角部の影響を受けて中央スパンに比べて断面力の低減割合は少ない。結果として、部材厚は1000mmまで低減することが可能であり、現状の水平断面計算結果と比較して合理的な設計が可能となる。

表2 検討結果一覧表

設計モデル		現状の水平断面検討モデル		提案した水平断面検討モデル					
壁厚 (mm)		1200		1200		1000		900	
変形図									
曲げモーメント図									
最大変位	δ (mm)	0.754		0.712		0.949		1.140	
照査位置		一般部	継手部	一般部	継手部	一般部	継手部	一般部	継手部
部材寸法	b (cm)	100	100	100	100	100	100	100	100
	d (cm)	103	93	103	93	83	73	73	63
鉄筋量	A_s (cm ²)	D29@200 (32.120cm ² /m)		D29@200 (32.120cm ² /m)		D29@200 (32.120cm ² /m)		D29@200 (32.120cm ² /m)	
コンクリートの設計基準強度	σ_{ck} (N/mm ²)	24	24	24	24	24	24	24	24
鉄筋の降伏点	σ_{sy} (N/mm ²)	300	300	300	300	300	300	300	300
最大曲げモーメント	M (kN·m)	857	596	800	578	721	527	677	501
終局曲げモーメント	M_u (kN·m)	970	699	970	699	776	544	680	467
判定		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG

5. 今後の課題

今回提案した水平断面検討モデルを用いると、連壁壁厚を17%程度削減可能となることがわかった。連壁壁厚が水平断面の設計によって決定されている場合は、工費削減に結びつくものと期待される。また、今後の課題として下記の項目が挙げられる。

(1) 簡易モデルの提案：内部土砂をFEMソリッド要素でモデル化しているため、試行錯誤を行う設計段階では解析がやや煩雑である。より簡便な検討モデルが求められる。(2) 最適な水平継手位置の把握：水平断面の断面力発生状況を見ると、スパン中央部の発生断面力は低減できているが、隅角部の発生断面力は低減割合が小さい。また、継手部の終局曲げモーメントは一般部の値の80%として照査を行うため、隅角部近辺に継手がある場合は、その位置の発生断面力で連壁壁厚が決まってしまう。このため最適な水平継手位置の決定が重要となる。

今回の提案は地中連続壁基礎協会の技術ワーキンググループにおける成果の一部である。本報文は成果内容を報告するものであり、今後とも検討を重ね随時、報告する予定である。

参考文献

- 1) 道路橋の耐震設計に関する資料 日本道路協会 平成10年1月
- 2) 道路橋示方書Ⅳ下部構造編 平成14年3月