

盛土式ホームにおける可動柵杭基礎への性能照査型設計の適用

東海旅客鉄道 正会員 ○大木 基裕 林 宏 樹
東海旅客鉄道 正会員 舟橋 秀磨 五百旗頭弘憲

1. はじめに

近年、駅ホーム上の安全性向上のため、可動柵に対するニーズが高まっている。可動柵の使用性や安全性の確保のため、作用外力に対しこれを支える構造が必要だが、盛土式ホームの場合は可動柵の基礎がその役割を果たす。

本稿では、可動柵の基礎への性能照査型設計の導入について、まず前提条件を整理し、次に実大試験とその逆解析を踏まえ考察し、最後に今後の展望を述べる。

2. 検討における前提条件の整理

(1) 構造計画

盛土式ホームの前面には土留擁壁が施工されているが、旧式構造ゆえ耐力評価が困難な場合が多い。このため、ホーム柵の自重やこれに作用する外力はすべて新設する基礎が担うこととし、図1に示す構造計画を策定した。

また、空間的・時間的制約が厳しいホーム上での施工に鑑み、比較的小型な機械で施工可能な鋼管杭とした。

(2) 作用外力と要求性能

鋼管杭に求められる性能は、安全性、使用性、復旧性の3つが挙げられ¹⁾、これらの性能を照査する際の作用、ならびに照査項目を表1のようにまとめた。

ここで、作用は永久作用と変動作用に分け、実運用を考慮し、荷重を組合せ表2に示す5通りの限界状態を設定した。この内、使用性については常時2(D+L_p+HS2)、安全性については一時1(D+W1)が荷重として最も厳しい。この時の許容変位は、常時が2mm、一時が4mm(いずれも死荷重作用時に対する相対変位)とした。

前者は可動柵の機械構造上の許容変位による。後者は、安定性の目安である鋼管径216mmの5%¹⁾より求めた。

3. 試験施工

鋼管杭の回転圧入工法は、施工管理項目に圧入力や回転トルクが挙げられているものの、現地N値や施工状況からオペレータの判断に依存され、明確なものがない。

これより、圧入力や回転トルクの管理値を把握することを目的とした試験を事前に行い、圧入力や回転トルクを目安と上限値を求めた。この管理値に従って実施した

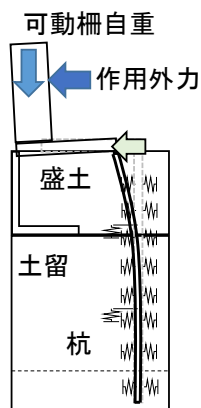


図1 構造計画(左)と施工に用いた鋼管杭(右)

表1 要求性能と考慮する作用および照査項目

要求性能	作用	照査
安全性	・供用期間中に生じるすべての作用 ・発生頻度は少ないが影響の大きい偶発作用	・地盤の破壊 ・基礎の安定(水平、回転) ・部材の破壊
使用性	・供用期間中にしばしば生じる作用	・長期支持性能(死荷重、土圧) ・短期支持性能(群衆、風)
復旧性	・発生頻度は少ないが影響の大きい偶発作用	・残留変位(水平、鉛直) ・残留傾斜 ・部材損傷

表2 作用荷重の組合せ

			死荷重	常時1	常時2	一時1	一時2	一時3
死荷重	D		○	○	○	○	○	○
群衆荷重	L _p	梁部(鉛直)		○	○		○	○
風荷重	W1	50m/s				○		
	W2	25/s		○				
推力	HS1	衝撃					○	
	HS2	群衆			○			
地震荷重	EQ	Kh=0.4						○

施工試験の結果を図2に示す。図は深度と、N値、10cmあたりの施工時間(sec)、圧入力の関係を示す。また施工箇所のスウェーデン式サウンディング試験結果を併せて示す。N値はこの試験から換算した。圧入力を10kN、後半は20kNと高め、最後はカウンター重量から定まる最大の圧入力30kNで施工したが、圧入量は僅かでN値10以上の固い地盤に到達したと判断し打ち止めとした。

キーワード：ホーム柵、鋼管杭、性能照査型設計、限界状態、水平載荷試験

連絡先：愛知県小牧市大山1545-33 Tel:0568-47-5375 Fax:0568-47-5364

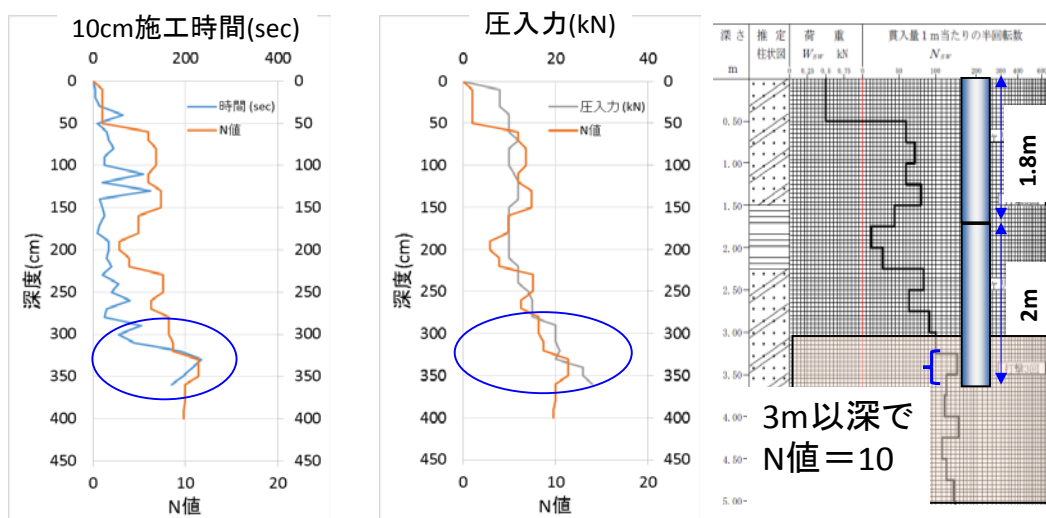


図2 施工時間・圧入力と地盤調査結の

4. 性能照査（载荷試験と逆解析）

地盤材料は弾塑性材料であるが、今回検討する許容変位量は小さいため、簡便な線形バネによる評価を試みた。

図3に杭と地盤条件の概念図とこの時に用いられる地盤バネの定性的な傾向を示す。(a)は半無限地盤中の杭に対する地盤バネである。これに対し(b)は、前面が盛土となった場合を示す。外力作用時には杭に地盤からの水平地盤反力を考慮しますが、半無限地盤よりも盛土の場合は、地盤バネの傾きが小さく弱いばねとなる。(c)はさらに土留に荷重を作用させない場合を示す。土留裏に盛土がない、すなわち、のり面と仮定し受働土圧が一定値以上になるとのり面が崩壊し、反力が増加しないバイリニアのバネとする。この時の変位（折れ点）を限界変位と定義する。解析検討により変位は10mmであり、今回検討する変位量はこの限界変位を超えないことから傾きの小さな線形バネによる評価が可能となった。これにより杭の変形量は弾性床土梁モデルにより算出可能となる。

図4は上記の検討を踏まえ盛土のN値より求まる地盤バネを半分に減じた場合の解析結果と、施工試験で圧入した杭に実施した水平载荷試験の結果を示す。杭の諸元はφ216mm、肉厚12.7mmで打設長は実施工で打ち止めとした3.85mである。解析及び水平载荷試験の結果は、常時、一時の許容変位2mm、4mmを満たす。

なお、水平载荷試験における変位量が解析結果（解析N=5）より小さいが、先端が固い地盤に圧入されたことによると考えられ、設計上のバネ値の取り扱いとして妥当と考える。また、鉛直支持性能として死荷重（10kN）を作用させても沈下量はなかった。杭に対し設計荷重より大きな圧入力で施工したことによると考えられる。

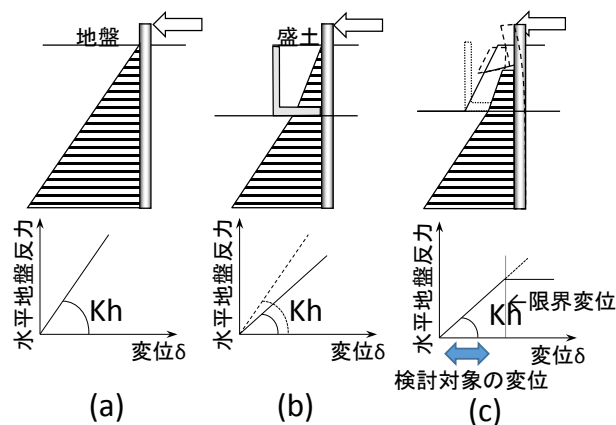


図3 杭と地盤条件および地盤バネの関係性

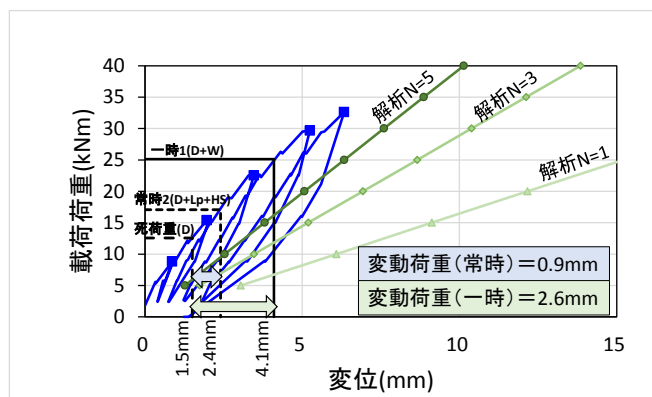


図4 解析検討結果

5 おわりに

本検討の流れに沿い、適切に限界状態を設定すれば、他の土工付帯構造物基礎への適用が可能であると考え。

謝意

本検討については（公財）鉄道総合技術研究所西岡氏にご協力頂きました。紙面にて謝意を示します。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物）：（公財）鉄道総合技術研究所編，丸善，2012.1