

III-515

大規模地震を想定した連壁井筒基礎の設計法に関する検討

鉄道総合技術研究所

○正会員 棚村史郎

同 上

正会員 西村昭彦

九州旅客鉄道

正会員 久楽 博

パシフィックコンサルタンツ

正会員 林 一朗

同 上

正会員 加藤高文

1. はじめに 現在、鉄道構造物の上部工の設計法には限界状態設計法が導入されており、基礎構造物についてもそれに対応した設計法の検討が行われている。著者らは、剛性の大きい大型基礎のうち連壁井筒基礎について大規模地震を想定した大変位領域にわたる変位特性(荷重～変位曲線)を検討した。本報告では、ケーソン基礎の大変位領域にわたる変位特性(荷重～変位曲線)¹⁾との比較を行い、さらに荷重～変位曲線に影響を与える諸条件をパラメーターとした感度計算を行って、変位の制限値の定量的な評価について考察を行った。

2. 解析方法およびパラメーター

(1) 解析方法 基礎躯体を底面鉛直地盤バネおよび前後壁水平地盤バネの他、周面せん断地盤バネで支持された有限長の弾性体とし、地盤バネは極限值を有する完全弾塑性バネとして取り扱う。解析モデルを図-1に示す。

(2) パラメーター 荷重～変位曲線の特性に影響を与えると考えられる諸条件について次のように設定した。

1) 基礎の形状寸法 ①鉛直方向の長さ(20m, 30m, 40m)

②基礎前面の抵抗幅(4m, 8m, 10m) ③壁厚(0.8m)

2) 地盤条件は下表に示す。

	N	土質	変形係数 E _s kgf/cm ²	単位重量 γ _s tf/m ³	摩擦角 φ ^c °	摩擦係数 μ ^c tf/m ²	上載荷重 q ₀ tf/m ²
側面	3	粘性土	120	0.6	3.0	0.0	基礎標準による 2.5
前面	15	砂質土	750	0.8	0.0		
	30	砂質土	1 500	0.9	0.0		
底面	30	砂質土	1 500	0.9	0.0		
	50	砂質土	2 500	1.0	0.0		

3) 荷重条件 ①水平荷重は基礎天端の水平変位が基礎前面の抵抗幅の10%を超え、かつ、傾斜角度が 0.1×10^{-2} radを超えるまで漸増荷重する。②鉛直荷重は極限支持力の1/3, 1/6の2ケースとする。

3. 解析結果

(1) 連壁井筒基礎とケーソン基礎の荷重～変位曲線の比較

形状寸法、地盤条件、水平荷重および鉛直荷重を同一とした連壁井筒基礎とケーソン基礎について、表-1に示す条件をパラメーターとし変位特性(荷重～変位曲線)の比較を行った結果を図-2に示す。CASE1、CASE2の基礎標準および設計指針による解析結果では、連壁井筒基礎とケーソン基礎

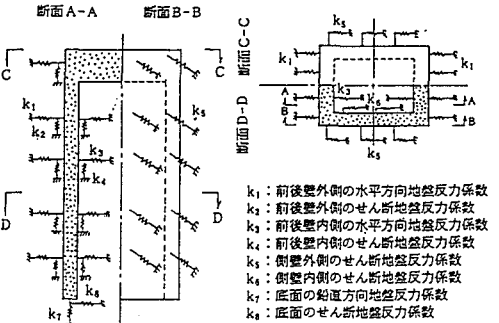


図-1 解析モデル

表-1 比較ケース

CASE	基礎	地盤反力係数	基礎標準による
CASE1	ケーソン基礎	部材	ランキン式
CASE2	連壁井筒基礎	土圧係数	設計指針による
CASE3	連壁井筒基礎	土圧係数	弾性体
CASE4	連壁井筒基礎	土圧係数	ケーソンと同一
CASE5	連壁井筒基礎	土圧係数	ランキン式
CASE6	連壁井筒基礎	土圧係数	ケーソンと同一
CASE7	連壁井筒基礎	土圧係数	ランキン式
CASE8	連壁井筒基礎	土圧係数	ケーソンと同一
CASE9	連壁井筒基礎	土圧係数	ランキン式
CASE10	連壁井筒基礎	土圧係数	ケーソンと同一

基礎標準：国鉄建築物設計標準解説-基礎構造物
設計指針：連壁井筒基礎の設計施工指針

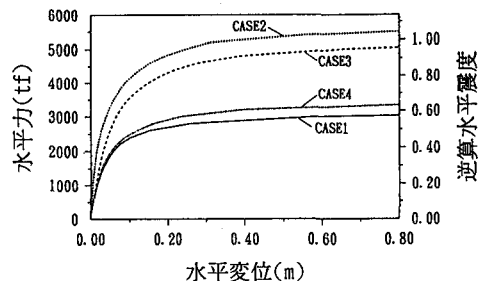


図-2 荷重～変位曲線

の荷重～変位曲線は大きく異なる。その相違は、CASE3の地盤反力係数の違いによる影響は小さく、CASE4の土圧係数の違い（壁面と地盤のせん断抵抗角の考慮の有無）による影響が大きかったことがわかった。

(2) βl と変位の関係 各ケースの荷重～変位曲線を算定し、ワイブル曲線を用いて求めた最大荷重 (P_{max}) の80%の荷重 ($0.8P_{max}$)²⁾ に対する基礎天端の水平変位・傾斜角度と βl の関係をそれぞれ図-3と図-4に示す。0.8 P_{max} における水平変位・傾斜角度は連壁井筒基礎の設計施工指針（以下、現行の指針）に示す許容変位量（水平変位：基礎前面の抵抗幅の1%、傾斜角度： 0.5×10^{-2} rad）より若干大きな値（水平変位：基礎前面の抵抗幅の1.0～1.5%、傾斜角度： $0.5 \times 10^{-2} \sim 0.8 \times 10^{-2}$ rad）となった。ただし、 βl が3.0以上の場合は基礎前面の抵抗幅の3.5%以上と、現行の指針の許容変位量より相当大きな値となった。また、鉛直支持力の算定方法による鉛直荷重の違いや、 βl の違い（連壁井筒基礎は周面のせん断バネを考慮）はあるが、0.8 P_{max} における水平変位・傾斜角度と βl の関係は、ケーソン基礎とほぼ同様の結果となった。¹⁾

(3) βl と水平震度の関係 現行の指針に規定されている最大主鉄筋量を配置した部材が、終局状態に至る断面力を生じる時の水平荷重 (P_T) と 0.8 P_{max} に対する逆算水平震度 (P_T / 鉛直荷重、0.8 P_{max} / 鉛直荷重) と βl との関係を図-5に示す。その結果、 βl が2.0程度より大きくなると基礎の変位が 0.8 P_{max} の時の変位に至る前に、部材が終局状態に至る傾向にあることがわかった。図-6にその時の荷重～変位曲線の例を示す。

4. おわりに 連壁井筒基礎の大変位領域にわたる変位特性の検討を行った結果、限界状態設計法における水平変位および傾斜角度の制限値は、それぞれ基礎前面の抵抗幅の1%、 0.5×10^{-2} rad と定量的に評価した場合安全側の結果を与えることを確認できた。また、 βl が大きくなると変位が制限値に至る前に部材が終局状態に至るケースがあり、今後、継手部および基礎下端部等の部材の設計法に関する検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 西村他：Displacement of caisson foundation at the ultimate limit state、I S L S D93、1993.5
- 2) 西村他：ケーソン基礎の載荷試験結果の解析、土木学会第48回年次学術講演会、平成5年9月

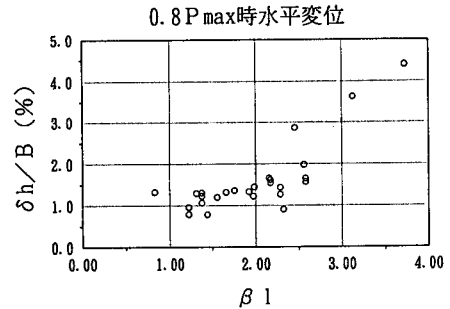


図-3 βl と水平変位の関係

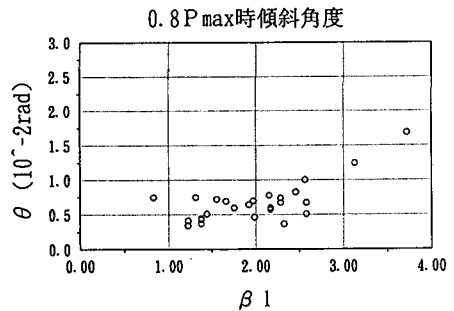


図-4 βl と傾斜角度の関係

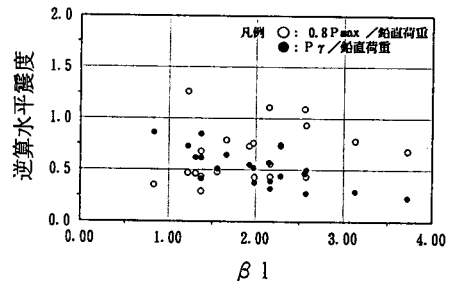


図-5 βl と水平震度の関係

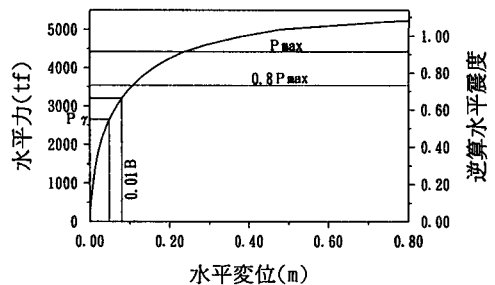


図-6 荷重～変位曲線