

柱状体基礎の耐震性能に関する一考察

(株)復建エンジニアリング 正会員 薄井 正幸
 (株)復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

1. はじめに

大きな地震時水平力を負担する橋脚や施工スペースに制約を受ける橋脚等の場合、小さな平面寸法でも高い剛性と大きな水平抵抗が期待できる基礎が必要になる。それに該当する基礎としてケーソン基礎や連壁井筒基礎が考えられるが、両者は同じ平面寸法であってもその施工方法に起因して基礎の持つ地盤抵抗の評価に相違がある。本検討は、これら二つの柱状体基礎(ケーソン基礎・連壁井筒基礎)の持つ水平地盤抵抗に着目し耐震性能について考察を行うものである。

2. 検討対象

地盤条件及び解析モデルを図1に示す。今回検討対象としている橋脚は、250mの6径間連続PC箱桁橋の端部橋脚で橋脚柱はRC壁式構造である。地震時には橋軸方向において連続桁全慣性力の1/2を負担することとなっている。また、当該地盤は液状化地盤¹⁾であるためAs1層までは地盤定数を無視し、Ag1及びAs2層は地盤定数を低減している。地盤種別はG4地盤¹⁾である。

3. 検討概要

一般に柱状体基礎の水平抵抗力に影響する地盤抵抗要素として、基礎前面の水平抵抗と基礎側面のせん断抵抗が挙げられる。同じ基礎前面幅であればケーソン基礎と連壁井筒基礎では基礎前面の地盤ばね定数は同値となるが、側面のせん断抵抗要素については評価が異なる。したがって、今回の検討は表1に示すように基礎前面幅Lを7.5mに固定し基礎側面幅Bを変化させた8ケースを対象とした。解析は静的非線形解析(変位増分解析)によることとし、地盤は上限値を有するバイリニア型地盤ばねでモデル化した。また本検討は地盤抵抗に着目しているため、橋脚柱及び基礎部材は線形部材としている。ただし、ケーソン基礎はニューマチックケーソンとして注入強化を前提としている。

4. 検討結果

4.1 地盤抵抗の比較

図2・図3は今回の地盤におけるL/B=1.00の場合の前面地盤ばね及び側面地盤ばねの降伏ひずみを深度毎に整理したものである。前面抵抗の相違は両基礎における土圧係数の違いと基礎前面の形状係数の有無に起因するものと考えられる。また、側面抵抗においては連壁井筒基礎の優位性が確認できる。

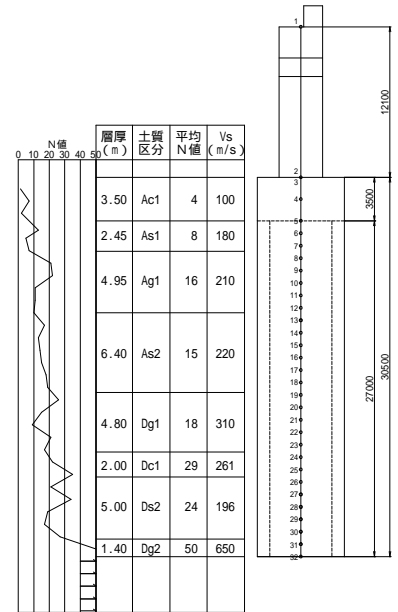


図1 地盤条件と解析モデル

表1 解析ケース

CASE	前面幅 L(m)	側面幅 B(m)	L/B
	7.5	12.5	0.6
	7.5	9.4	0.8
	7.5	7.5	1.0
	7.5	6.3	1.2
	7.5	5.4	1.4
	7.5	4.7	1.6
	7.5	4.2	1.8
	7.5	3.8	2.0

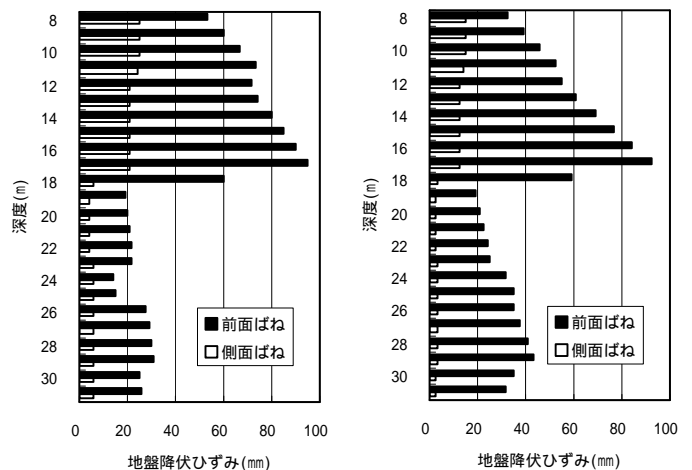


図2 地盤降伏ひずみ(連壁井筒) L/B=1.00 図3 地盤降伏ひずみ(ケーソン) L/B=1.00

キーワード 耐震設計, ケーソン基礎, 連壁井筒基礎

連絡先 〒810-0014 福岡市中央区平尾 2-9-8 (株)復建エンジニアリング福岡支社 TEL092-522-6512

4.2 前面抵抗の比較

側面抵抗の影響を確認するために、 $L/B=1.00$ のケースにおいて側面抵抗を無視し前面抵抗のみを考慮した解析を行った。荷重 - 変位曲線(基礎天端位置)を図4に示す。この結果から降伏震度はケーソン基礎で0.31、連壁井筒基礎で0.30と殆ど同じ値となり、また初期剛性も同様である。ただし、双方における降伏耐力及び初期剛性に若干の相違が生じたのは4.1に示した前面抵抗上限値の評価の違いによるものである。両基礎における前面抵抗には明確な優劣はないと判断できる。

4.3 基礎の降伏震度の比較

静的非線形解析の結果得られた $L/B=0.60 \cdot 1.00 \cdot 2.00$ の場合の荷重 - 変位曲線(基礎天端位置)を図5に示す。今回検討の対象としているケーソン基礎及び連壁井筒基礎は $L>1.5$ より、基礎の降伏は最大抵抗荷重(基礎前面幅 L の10%変位時)の80%到達時で定義される。図5の荷重 - 変位曲線より側面抵抗を考慮することで最大抵抗荷重及び初期剛性の双方に連壁井筒基礎の優位性が確認できる。また、図6は L/B 毎の降伏震度を整理したものであるが、全体水平抵抗成分に占める側面抵抗成分の割合が大きい(図2・3参照)連壁井筒基礎の方が L/B が大きくなる(B が小さくなる)ことによる抵抗荷重減少への影響が大きいことが確認できる。更に両基礎において同じ降伏耐力を得ようとした場合、連壁井筒基礎はケーソン基礎の50%強程度の占有平面積で済むということになる。

4.4 変形特性に関する考察

柱状体基礎の変形には基礎全体の回転による影響が含まれる。図7は両基礎における基礎の回転軸の基礎底面からの高さをまとめたものであるが、今回検討したケース全てにおいて連壁井筒基礎の回転軸位置がケーソン基礎の場合より1m以上浅い位置にあることが分かる。これは基礎下方及び底面の拘束条件の違いに起因すると考えられる。連壁井筒基礎は底面が開口された状態であるため、ケーソン基礎の方が底面のせん断抵抗力が大きく、またケーソン基礎は深度毎に前面水平抵抗上限値を大きく評価できる形状係数が導入されているなどの影響によるものと考えられる。

5. まとめ

- ・ 両基礎の前面抵抗に大きな優劣はない。
- ・ 初期剛性及び水平耐力における連壁井筒基礎の優位性には側面抵抗の影響が支配的である。

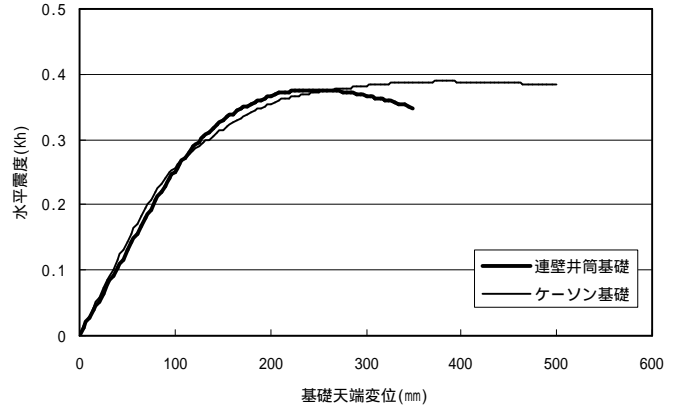


図4 側面抵抗を無視した場合の荷重 - 変位曲線($L/B=1.00$)

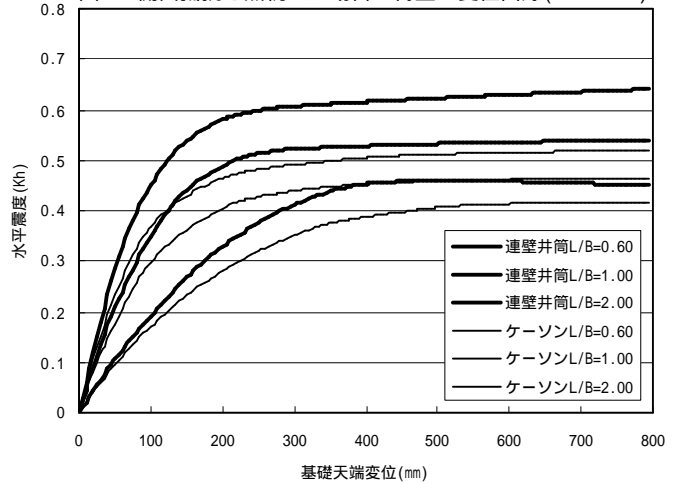


図5 基礎天端位置の荷重 - 変位曲線

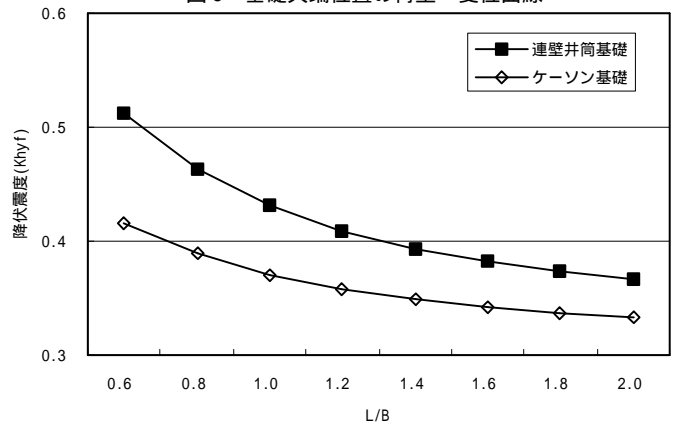


図6 降伏震度

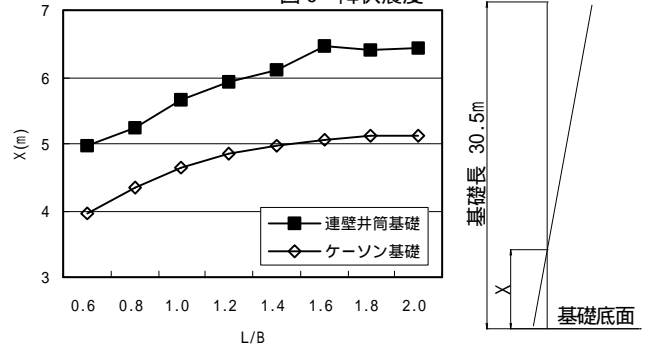


図7 基礎の回転軸

参考文献 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計¹⁾1999.10

鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物²⁾2000.6