

III-B2 橋脚ケーソン基礎の大変位解析—地震時保有耐力に関する検討—

パシフィックコンサルタンツ 正会員 高橋 修
マ エ ダ 正会員 高橋 正好
中央復建コンサルタンツ 正会員 松浦 靖治
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

1. はじめに

現在、鉄道構造物基礎への限界状態設計法の導入が進められており、すでに「限界状態設計法による基礎構造物設計指針（案）」（H5年10月）が発表されている。本稿では、限界状態設計法を用いたケーソン基礎の大変位領域における変形性能、ケーソンく体に発生する断面力の検討（鉛直方向）の一例について報告する。

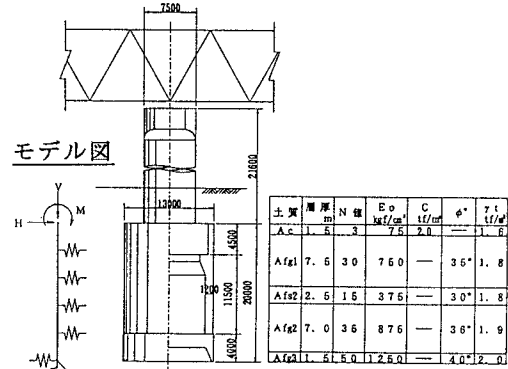
2. 構造・地盤条件および解析方法

解析の対象とした「橋脚ケーソン基礎および地盤条件」を図—1に示す。構造の概要は上部工が複線トラス橋（橋長 309.0m、3 径間連続桁）、橋脚は丸柱橋脚（ $\phi=7.5\text{m}$, $h=21.6\text{m}$ ）、基礎はニューマチックケーソン工法によるケーソン（ $\phi=13.0\text{m}$, $l=20.0\text{m}$, $t=1.2\text{m}$ ）である。

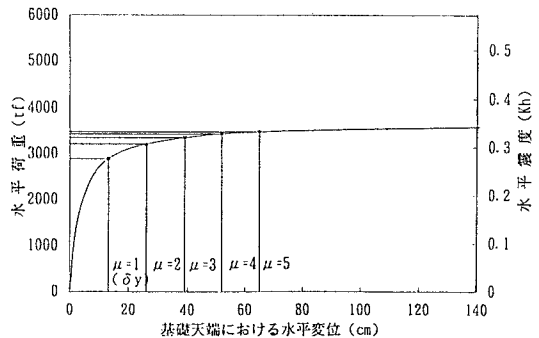
地盤条件は、周面地盤は $N=30$ 程度の砂質土と良好な地盤であり、基礎下端は $N=50$ の砂質土に支持されている。

解析方法は、地盤を文献¹⁾に示す基礎前面における有効抵抗土圧力、および基礎底面の設計支持力を制限値とするバイリニア型の非線形とし、ケーソン基礎く体は線形として解析を行った。

また降伏変位 δy を基礎天端における水平変位量が基礎幅の 1.0% もしくは傾斜角度が $0.5 \times 10^{-2} \text{rad}$ で定義し、 δy の 1～5 倍（応答塑性率 $\mu_{rd} = \delta_N / \delta y = 1 \sim 5$, δ_N : 基礎の応答変位）の各段階のケーソンく体に発生する断面力を算定し、断面照査を行った。



図—1 橋脚ケーソン基礎構造図・地盤条件

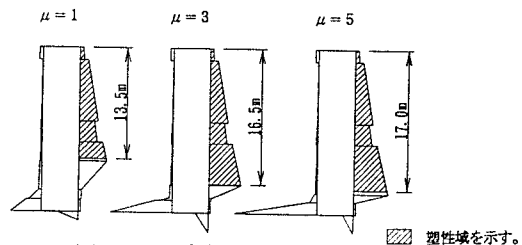


図—2 荷重～基礎天端水平変位曲線

3. 解析結果

(1) 大変位領域における変形性能

図—2にケーソン基礎の荷重～基礎天端水平変位曲線を示す。図中において、降伏変位 δy 付近が急曲点となり、それ以降は変位の増加が大きくなる（塑性化）傾向を示している。なお降伏変位時の水平震度（降伏震度）は $K_h=0.28$ となっている。



図—3 地盤反力状態図

▨ 塑性域を示す。

図一3に応答塑性率 $\mu_{rd} = 1, 3, 5$ の時の地盤反力状態を示す。すでに $\mu_{rd} = 1$ の時点で、深度13.5mまで基礎前面地盤が塑性化し、 $\mu_{rd} = 3, 5$ になると深度17.0m付近まで塑性化が進んでいる。

（2）発生断面力と耐力照査

表一1に示す配筋条件で耐力計算を行った。また鉛直方向の設計軸力は、基礎天端の鉛直荷重を深さ方向に一定とした。

図一4に応答塑性率 $\mu_{rd} = 1 \sim 5$ の曲げモーメント分布および曲げ降伏耐力 M_{yd} 、曲げ耐力 M_{ud} を示す。基礎中央部が発生曲げモーメントが最大となっているが、応答塑性率の増加の割合に対して断面力の増加する割合は減少し、収束する傾向が認められる。

図一5に応答塑性率 $\mu_{rd} = 1 \sim 5$ のせん断力分布およびせん断耐力 V_{yd} を示す。基礎下端部が発生せん断力が最大となっているが、せん断力の増加傾向は、曲げモーメントの場合と同様である。

4. 考 察

今回報告したケーソン基礎のケースでは、基礎の変位は降伏変位 δ_y から急に変位が大きくなり、降伏点の定義の妥当性が確認できた。またケーソン基礎本体は、大変位領域における部材検討の結果、耐力的には通常の範囲で配筋可能なことが確認できた。

これらの結果より、1Gレベル以上の大地震に対しても、応答塑性率をある程度許容すれば、ケーソン基礎の合理的な設計が可能になると思われる。

5. おわりに

今後、種々の条件下のケーソン基礎の同様の解析を行うとともに①水平方向における断面照査 ②安定計算の照査 ③ケーソン基礎く体を非線形として考慮 ④安全係数の値 ⑤上部構造（橋脚）との破壊モードの考え方 についてさらに検討を行っていく予定である。なお、本報告は「基礎・抗土圧構造物設計標準に関する委員会杭基礎ワーキンググループ」での活動を基に作成したことを付記する。

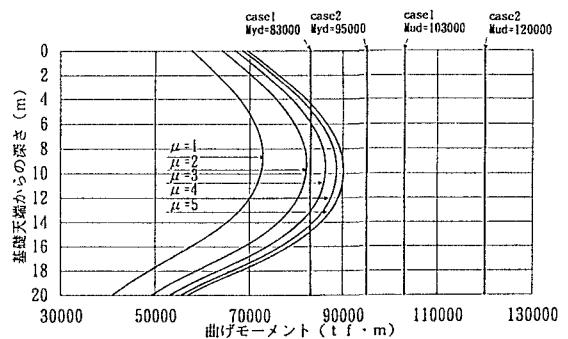
参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：限界状態設計法による基礎構造物設計指針（案） 平成5年10月
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説、コンクリート構造物 平成4年10月

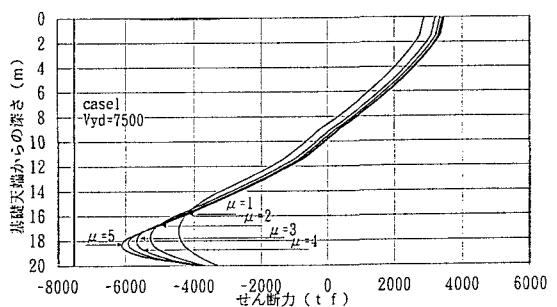
表一1 配筋条件ケース

検討項目	CASE No.	配筋	本数	耐力結果
曲げ	CASE-1	D25-100etc	672本	$M_{yd}=83000\text{tf}\cdot\text{m}$ $M_{ud}=103000\text{tf}\cdot\text{m}$
	CASE-2	D29-100etc	672本	$M_{yd}=95000\text{tf}\cdot\text{m}$ $M_{ud}=120000\text{tf}\cdot\text{m}$
せん断	CASE-1	D25-100etc	——	$V_{yd}=7500\text{tf}$

注)構造細目より決まる最大鉄筋量は、D32-100etcである。



図一4 曲げモーメント分布図



図一5 せん断力分布図