

ケーソン式構造物における設計断面力について

○復建調査設計（株）	正	今岡 靖
国土交通省	正	長尾 毅
復建調査設計（株）	710-	吉浪 康行

1. まえがき

港湾構造物の防波堤、岸壁で採用されるケーソンは、RC版等で構成される箱に砂等の中詰材を投入した構造で波浪、土圧等の外力に抵抗させるものである。ケーソン部材は底版、側壁、隔壁で構成されており、その部材の設計は、薄い板の解析結果に基づく版の曲げモーメント数表を用いて設計するのが一般的である。部材に作用する外力を等分布または三角形分布で整理して、底版については4辺固定版、側壁、隔壁については3辺固定1辺自由版として、版に発生する曲げモーメントを算定するものである。曲げモーメント値は、設計荷重強度 q と版のスパン長 L と版の曲げモーメント数表より求められる曲げモーメント係数 w で一義的に求められる。

しかし、実際のケーソン部材は薄い板ではなく、また境界条件も不明確であり、上記の設計断面力と実際は異なるものと想定されている。本文では、部材の厚さ及び境界条件を考慮する手法として有限要素法による数値計算を行い、現行設計法との比較を行った結果を報告する。

2. 検討条件

着目する部材はRC底版とし、諸元は実績から標準的な値を設定した。

計算プログラムは、NASTRANを用いた。

- ・底版厚 $t=600\text{mm}$ 、 800mm 、側壁厚 $t=400\text{mm}$ 、壁スパン（側壁骨線間距離） $L=5000\text{mm}$
- ・ヤング係数 $E=27.5\text{KN/mm}^2$ （鉄筋量/コンクリート量比 $P=1.5\%$ 相当）、ポアソン比 $\nu=1/6$
- ・荷重は下からの等分布荷重 $q=0.1\text{N/mm}^2$

3. 検討結果

(1) 梁、版モデル

検討方法の妥当性を確認するため、梁モデルについては両端固定梁、版モデルについては4辺固定版（梁、版厚 $t=600\text{mm}$ 、スパン長 $L=5000\text{mm}$ 、厚さ方向の要素分割数 6 による数値計算値と理論値との比較を行った。

数値計算値と理論値の差は、梁モデルについては1%以内であり、版モデルについては5%以内である。よって、今回検討する部材における検討方法は妥当であると考えられる。

(2) ケーソンモデル

単純な梁、版モデルとケーソン底版が異なるのは、ケーソンが厚さを有する側壁に支持されているという点である。そこで、部材に働く断面力に影響を与えられとされる支持条件と底版厚を変化させ検討した。

側壁厚は実績より 400mm 、底版厚は実績より $400\text{mm}\sim 800\text{mm}$ で 600mm が最も多いことから 600mm （周辺固定：case 1、周辺自由：case 2）と 800mm （周辺自由：case 3）の3ケースで検討した。結果を設計値（現行基準の4辺固定）と理論値（単純支持）をあわせて図-1に示す。

- ・現行技術基準に示される端部が固定されている条件（case 1）の場合、スパン中央部モーメントは設計値と同等（10%程度大）、端部モーメントは45%程度小さな値を示す。

すなわち、周辺が固定されている条件の場合、設計断面力と比べ、スパン中央部は妥当な断面力を与えており、端部は過小な断面力を与えている傾向を示す。端部について、設計では側壁骨線間でスパン長を考えているためと考えられる。

- ・標準的な底版厚 600mm で端部が固定されていない条件（case 2）の場合、スパン中央部モーメントは設計値よ

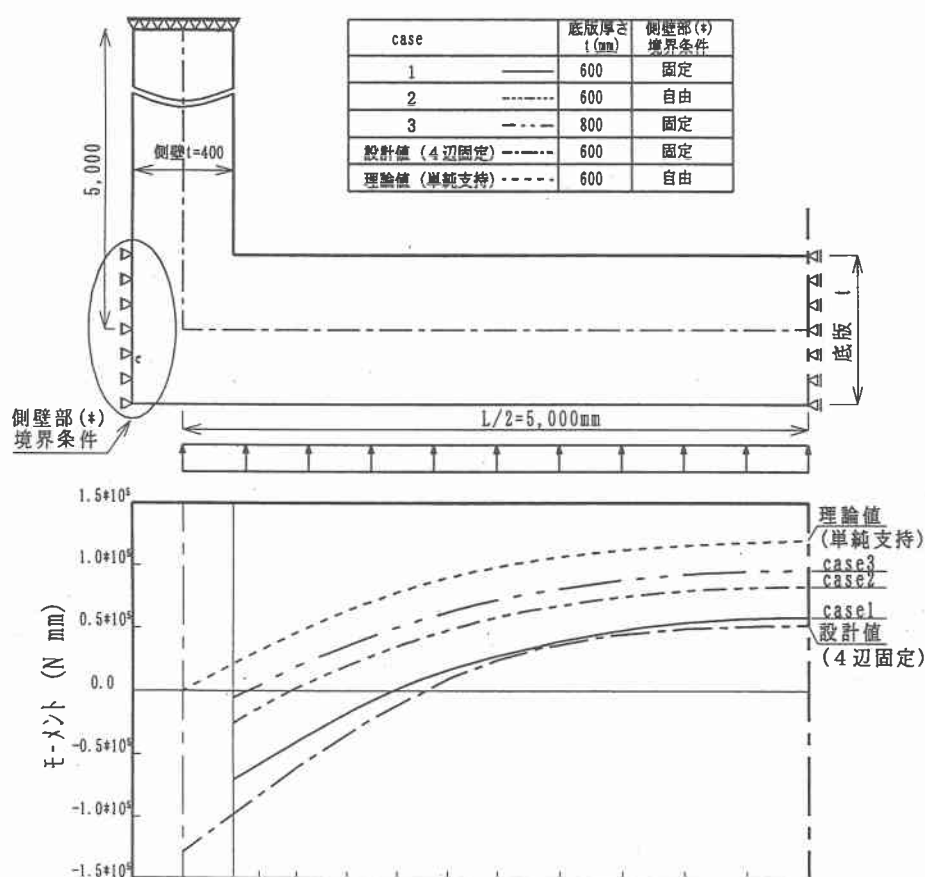
り 60%程度大きな値を示し、端部モーメントは 80%程度小さな値を示す。

すなわち、周辺が固定されない条件の場合、設計断面力と比べ、スパン中央部は過大な断面力を与えており、端部は過小な断面力を与えている傾向を示す。

- ・底版が厚い場合（800mm）で端部が固定されていない条件（case 3）の場合、スパン中央部モーメントは設計値より 85%程度大きな値を示し、端部モーメントは 95%程度小さな値を示す。

case 2 との比較でわかるように、周辺が固定されない条件で底版が厚くなると単純支持の傾向が顕著となり、スパン中央部モーメントはさらに大きくなる傾向を示す。

図－1 ケーソン底版に発生する曲げモーメント



4. まとめ

- ・ケーソン底版部材について、端部の拘束条件によってスパン中央部の発生モーメントは大きく変動する。底版の支持条件が自由であり、底版厚さが厚い場合にスパン中央部モーメントが設計値より大きな値となる。最も影響の大きい断面諸元として底版厚 800mm、側壁厚 400mm の場合の曲げモーメントは、現行設計値より約 85%大きい曲げモーメントを示す。
- ・端部モーメントについては、側壁厚さの影響により数値計算値は設計値より小さな値を示す。
- ・上記結果は、条件を単純化し行った数値計算結果に基づくものである。部材に発生する断面力は外力条件、版の拘束度合など多くの因子に影響されるものであり、さらなるケーススタディ、実験等による評価が必要と考える。