

五洋建設(株) 正会員 ○ 木村 敦
 同上 正会員 高木 兼士
 同上 正会員 内藤 頼信

1. まえがき

従来のケーソン式防波堤は、比較的浅い水域に建設されることが多く、ケーソン規模も2~3千トン程度あれば、十分波浪等の外力に対処することができた。ところが、近年、港湾構造物は、人工島や津波防波堤に代表されるように、沖合に建設されるケースがしばしば見られ、また、大規模なプロジェクトも計画されている。そのため、大水深に適合したケーソン堤の需要が叫ばれるようになってきたが、大水深域においては、波力が増大し、ときには1万トンクラスの重量のケーソンが必要になってくる。本報告は、このような大型ケーソンを大水深域(-30~-40m)に建設するうえで、堤体の安定に関する問題点を明らかにし、さらに、その形状について提案を試みるものである。

2. 従来ケーソン堤の問題点

通常、ケーソン堤直立部の安定は、1) 堤体の滑動、2) 堤体の転倒及び3) 端趾圧について検討する¹⁾。これらの3条件をそれぞれ満足する従来ケーソン堤の必要堤体幅(B)と設置水深(h)の関係を図-1に示す。同図から、堤体幅の決定は、水深が浅い場合には滑動、深くなるにつれて許容端趾圧に支配されることがわかる。さらに、許容端趾圧によって計算される堤体幅は、水深が増すにつれて大きくなり、他の安定条件によって算出される幅との差も開いてくる。また、端趾圧を80 t/m²まで許容すれば、その差は小さくなる。従って、大水深域において経済的なケーソンを計画するためには、許容端趾圧を増加させるが、端趾圧を軽減させるなければならない。

3. 異形ケーソンの効果

端趾圧の軽減をはかる手段として、一般的にはフーチングを設けて堤体幅を広げることが考えられるが、フーチングによる効果には限度がある。そこで、図-2のようにケーソンの全体形状を大幅に変えてこれに対処することとした(ここでは異形ケーソンと呼ぶ)。同図は、異形ケーソンにおける有義波高(H_{1/3})と必要堤体幅(B₂)の関係を表わしたもので、比較のため矩形ケーソンの場合もプロットしている。これから、同一波高に対する必要堤体幅は、矩形に比べて異形の方が小さく、波高が大きい程その差は顕著となることとわかる。また、このときの堤体幅における滑動と転倒の安全率は、H_{1/3}=10mのとき、矩形ではそれぞれ3.0, 7.1であるのに対し、異形では1.3, 2.1となり、異形ケーソンは、矩形ケーソンに比べて無駄のない形状であると云える。

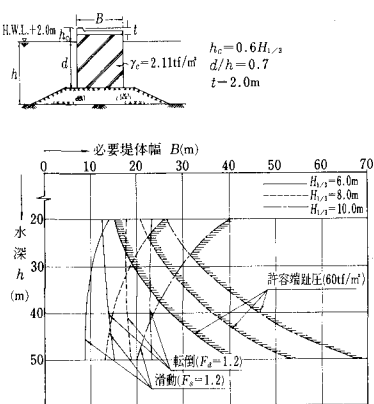


図-1 必要堤体幅と水深(従来ケーソン)

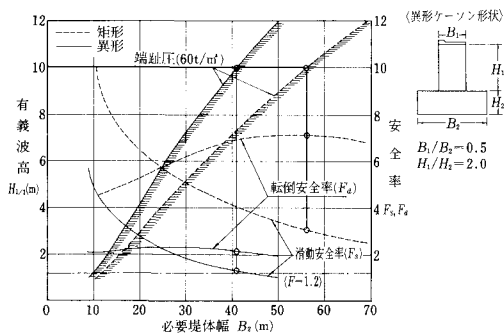


図-2 有義波高と必要堤体幅(h=42m, d=32m)

4. 異形ケーソンの形状決定

異形ケーソンの必要堤体幅は、波高の大きさに応じて、端趾圧あるいは滑動の条件によって決まる。従って、バランスの良い異形ケーソンの形状を計画するためには、滑動と端趾圧によって計算される堤体幅を一致させる必要がある。図-3は、異形ケーソンにおける有義波高と必要堤体幅の関係を示したもので

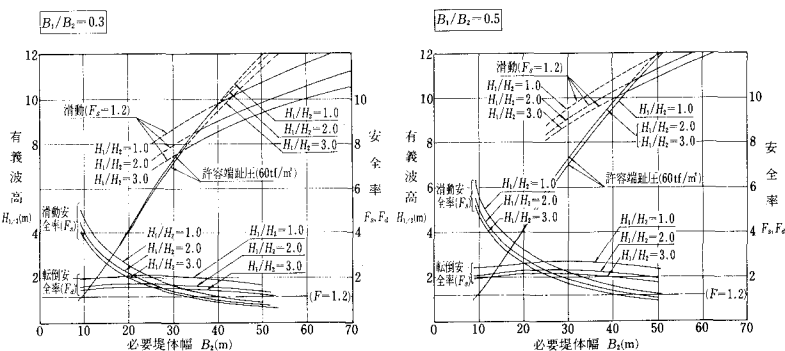


図-3 異形ケーソンにおける有義波高と必要堤体幅 ($h=42\text{m}$, $d=32\text{m}$)

あり、図中の滑動及び端趾圧ラインが交差する点に対する寸法比 (B_1/B_2 , H_1/H_2) を選択すれば良い。また、ある波高に対する両ラインの交差点は、 B_1/B_2 及び H_1/H_2 によって移動するため、波高の大きさに応じてその都度、適切に組合さなければならぬ。

このようにして決めた異形ケーソンの所要断面面積は、矩形ケーソンの半分程度となる。矩形ケーソンに対する異形ケーソンの所要断面面積比 (α_s) を計算すると図-4 のようになる。

図は、 $H_{1/3}=10\text{m}$ 及び 12m における所要断面面積比であり、それぞれ $\alpha_s=0.45, 0.53$ まで下げることができ、異形ケーソンの有利性を示している。

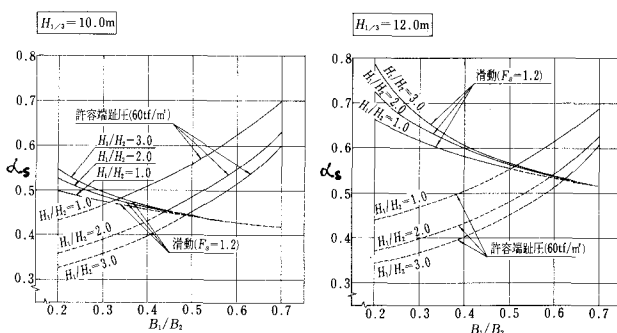


図-4 所要断面面積比 α_s ($h=42\text{m}$, $d=32\text{m}$)

5. まとめ

従来の矩形ケーソン堤を大水深域に適用した場合、基礎マウンドの端趾圧の制限によって、堤体幅を必要以上に大きくしなければならない。設計上、合理的とは言えない。この問題を解決するために、ケーソン形状を変えることが考えられ、以下の結論を得た。

- (1) 大水深域に建設されるケーソン堤は、その形状を異形にすることで、より合理的な設計が可能となる。
- (2) 異形ケーソンは、寸法比 (B_1/B_2 , H_1/H_2) を適切に組合せることによって、安定のための合理的な形状を得ることができ、そのときの所要断面面積は、矩形ケーソンの半分程度に抑えることができ、経済的な効果も大きい。

6. あとがき

今回のケーススタディでは、外力として波力を考慮したが、異形ケーソンでは重心が低くなるため、地震力に対しても好結果を与えるものと思われる。しかし、異形ケーソンの製作や施工に関しては、種々の問題があり、実用化するためには、設計、施工の両面からの研究が必要である。これらの研究については、次の機会に発表したいと思う。

参考文献 1) 港湾の施設の技術上の基準・同解説、日本港湾協会、昭和54年