

I-177 海中基礎用複合式緩衝工の設計について

日本鋼管(株)	正会員	高井 茂
(株)本四エンジニアリング	正会員	山口 浩二
本四公団	正会員	林 義信

1. まえがき

緩衝工とは、海中基礎に船舶が衝突した場合、双方の被害を最小限に抑えるための緩衝機能を有する構造物のことを意味し、これまでに、種々の型式の物が提案されている。今回、本四連絡橋、児島一坂出ルートの南備讃瀬戸大橋海中基礎については、基礎前面に、鋼製多室型緩衝工を固定し、その前面に、ゴム製緩衝フロートを浮遊させるという新しい構造案について検討したので、その経緯、ならびに、設計の考え方について報告する。

2. 新形式検討の経緯

南備讃瀬戸大橋が跨ぐ備讃瀬戸南航路に関しては、これまでの検討経緯により、航路内航行義務船として3000GT、航路外航行船として500GTが対象船舶となっている。児島一坂出ルート情報管理センターの船舶通航実態調査によれば、この航路の航行船舶の80%は、500GT以下の船舶で占められている。そのため、500GT以下の船舶衝突に対して、繰り返し使用可能なゴムフロートを用い、これより大きな船舶に対しては、背後の鋼製緩衝工で対応しようとするものである。ここでゴムフロートのみの場合、現在最大級である4500φを用いたとしても、1000GT程度が上限と考えられる。また、鋼製緩衝工を単独で用いた場合、理論的には、3000GTにも対応可能であるが、緩衝工強度（衝突面の単位面積当りの平均反力）を小さくする必要があり、そのため、規模が大きくなものとなってしまう合理的でなくなる。

一方、基礎への取付形式については、浮体式、固定式、半固定式等が考えられる。本四公団では、本構造に先立ち、浮体式による工事中鋼製緩衝工を現地に設置したが、波による動揺に起因する水圧変化により、鋼板が繰り返し荷重を受け、疲労亀裂が発生したと報告されている。（文献1参照。）この経験をもとに、今回の構造では、基礎に直接固定する方式を検討した。この場合、作業性を考慮すると、取付部は、できるだけ気中部とするのがよい。また、海中部の鋼製ケーソンスキンプレートは、設計上、型枠であり、永久構造部材ではない。これらの理由により、気中部固定方式とした。したがって、潮の干満、風、波等により緩衝工に作用する力を拘束する形となる。このため、浮力を受ける構造とすると、固定部反力が大きくなるため、水平板、鉛直板ともに、孔明き構造とした。（図-1参照。）

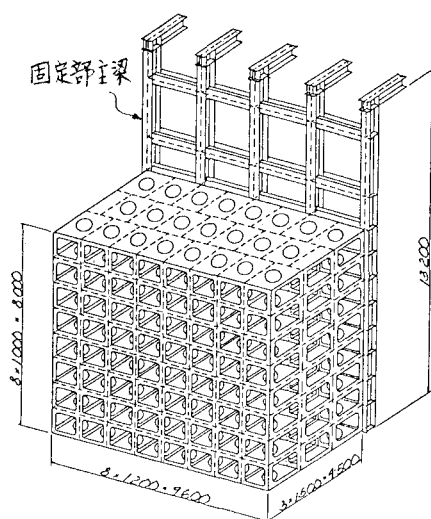


図-1 鋼製緩衝工概要図

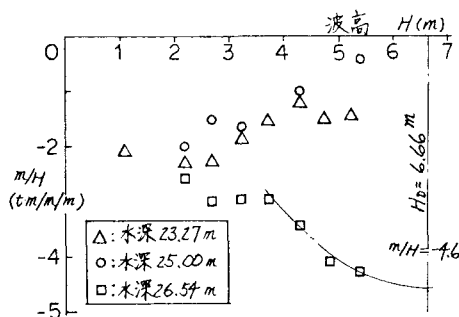


図-2 固定部主梁の発生モーメント

3. 水槽実験

孔明き板から成る多室構造という特異な構造に対して参照できる研究成果は見当たらない。防波堤で用いられている多孔壁にしても単一透水壁についてのものであり、本構造のような多室構造となると、理論計算はもとより、実験結果も、ほとんど例がない。そのため、水槽実験により、波力を適正に評価することとした実験の諸元（水深、緩衝工寸法、波高、波周期等）はフルード則に従って決定し、縮尺は1/30とした。図-2に、測定結果から求めた固定点発生モーメントを示す。

4. 緩衝工の設計

本緩衝工の設計フローを、表-1に示す。このうち、鋼製緩衝工強度 σ_f の設定と、ゴム製緩衝フロートの選定について、船側衝突を例に詳述する。本構造は、一種の複合構造物であり、緩衝工強度は、使用するゴムフロートとの関連で決定される。

使用するゴムフロートを仮定すると、その性能曲線が図-3のように与えられる。このゴムフロートが、ある大きさの船舶の衝突エネルギー（点A）を吸収する時の内圧 P （点B）が求まる。これを各種の船舶について求め、図-4の曲線1を得る。一方、標準化した船舶の形状について、船舶の大きさにより、船側強度は、曲線2のように求められる。（文献2参照。）同図において、曲線1、2の交点Cに相当する船舶より小さいものについては、ゴムのみで吸収できることになる。ただし、この時、 $\sigma_f > P$ とする必要がある。これ以上の大きさの船舶については、鋼製緩衝工を圧壊させてエネルギー吸収をする必要があり、結局、 $P < \sigma_f < P_{sa}$ となる。

表-1 緩衝工の設計フロー

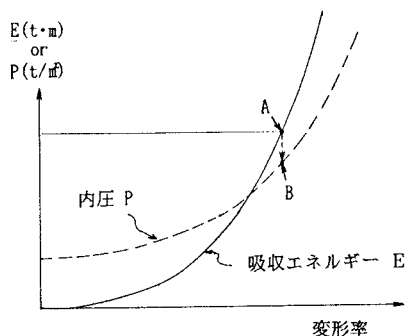
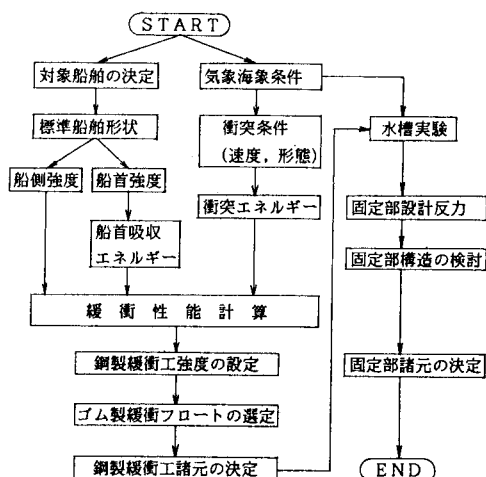


図-3 ゴムフロートの性能曲線

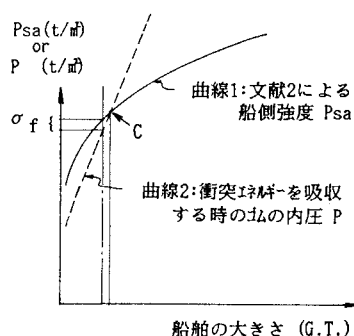


図-4 鋼製緩衝工強度の設定

以上により、鋼製緩衝工強度、およびゴムフロートの適切な組合せが決定される。

5. まとめ

ここで紹介した複合式緩衝工は、ゴム製緩衝フロート単独では対応できない場合、あるいは、鋼製緩衝工単独では規模が大きくなり過ぎる場合に対して有効である。

参考文献

1. 山中鷹志：南北備讃瀬戸大橋5P緩衝工の調査，本四技報，Vol. 8，No. 31，'84. 10
2. 本四公団：多室型緩衝工の設計要領（案），昭和55年3月