

②特許公報(B2)

昭56-11810

⑤ Int.Cl.<sup>3</sup>  
E 02 B 3/22  
B 63 B 59/02

識別記号 庁内整理番号  
6654-2D  
6473-3D

②④公告 昭和56年(1981)3月17日

発明の数 1

(全5頁)

1

2

⑤④浮遊式緩衝工

- ②特 願 昭53-105379
- ②出 願 昭53(1978)8月29日
- 公 開 昭55-32832
- ④③昭55(1980)3月7日
- ⑦②発 明 者 長沢準  
東京都目黒区平町1の23の5
- ⑦②発 明 者 金丸茂  
岡山市津島東2丁目3の22
- ⑦②発 明 者 太田亘  
平塚市追分2-1
- ⑦①出 願 人 運輸省船舶技術研究所長
- ⑦①出 願 人 本州四国連絡橋公団  
東京都港区虎ノ門4丁目3番20号
- ⑦①出 願 人 横浜ゴム株式会社  
東京都港区新橋5丁目36番11号
- ⑦④代 理 人 弁理士 小川信一 外1名

⑤⑦特許請求の範囲

1 衝撃吸収ブロックは、浮遊できる浮力を有するものであつて、かつこの衝撃吸収ブロックはゼリー性破壊材を主体として形成した上部ブロックと、塑性変形体を主体として形成した下部ブロックとから構成したことを特徴とする浮遊式緩衝工。

発明の詳細な説明

本発明は、橋脚等水中構造物に船舶が衝突した際、その衝突エネルギーを吸収して衝突を緩和する浮遊式緩衝工に関し、小型船から大型船までの各種の船舶がそれぞれ異なる速度で衝突した場合に対して、荷重-変形特性の異なる緩衝体の合理的な組合せによつて船舶の破損を軽減し、かつ水中構造物を保護するようにした浮遊式緩衝工に関するものである。

橋脚等水中構造物に船舶が衝突した際に、その衝撃を吸収するための浮遊式緩衝工は、できるだけ多くの事態を想定して考える必要がある。

従来、広範囲の船舶衝突条件に適応できる緩衝工として提案されているものに、橋脚の水面付近に塑性変形材を組み立てて構成した塑性緩衝装置を設け、その前面にゴム状弾性体を主体とする中間弾性緩衝装置を配設し、さらにこの中間弾性緩衝装置の前面には、比較的低反力の弾性緩衝装置を設けた複合緩衝装置がある。

しかし、この緩衝装置は、橋脚前面の張り出しが大きくしかも重量も大きいので濡付や取換え工事が繁雑となり、また船舶衝突時や波浪時に作用する集中荷重や、取付部の腐蝕等により各緩衝装置が脱落する問題がある。またこの複合緩衝装置は浮遊式ではないので、潮位変動により船舶衝突位置が変化する。したがつて、干、満潮時の衝突に対して同じ効果を得るためには、緩衝装置の鉛直方向の深さを大きくしなければならない等の問題がある。

また、他の緩衝工を数例上げると、(1)緩衝体をゴム等の弾性発泡体を主体として形成しその外周面をゴム又は軟質合成樹脂により包被したもの。(2)緩衝体を鋼材等を主体として気室を形成すべく構成して、多数の緩衝体を浮遊連結したもの。(3)同様に構成した緩衝体を連結して橋脚の外周を囲みこの緩衝体の橋脚側の面にゴム、合成樹脂、ワイヤーロープ等の弾性体を取り付けたもの。等がある。

しかし、この種の浮遊式緩衝工は、現在までに種々提案されているものゝ、これらはいずれも多くの事態を想定して考えられたものではないばかりか、いずれも緩衝効率が低く、エネルギーの大きな船舶衝突に対応させるには大型化しなければならない。しかも大型化すればそれに伴つて緩衝工に作用する潮流力や波力等の強度設計条件もきびしくなり、連結部材、係留部材も高強度のものを必要とする等、未解決な問題が山積していた。

そこで本発明は、船舶等の衝突に際し、多くの事態を想定して考え、従来の問題点を解決すべく

3

鋭意研究した結果なされたものであり、緩衝工の緩衝効率の向上、軽量小型化、据付取換え施工の簡素化、耐蝕性と耐久性の向上を計りながら広範囲の船舶衝突条件に適応しうること、衝突船舶の破損を減少すること、衝突船舶に大きな衝撃力を与えないようにすることを目的とし、特に、橋脚等の水中構造物に衝突する船舶及び水中構造物の破損を防止する緩衝工に利用できるようにしたものである。

次に図面により本発明の一実施例を説明する。第1図において、水底1より立設した橋脚2の外周部には、水面3に浮遊する多数の衝撃吸収ブロック4を環状に連結した緩衝工5が橋脚2に対して浮沈自在に浮遊する。

前記、衝撃吸収ブロック4は、その上部を連結具6で、また下部をチェーン7で連結しており、波高に合わせて適宜上下方向に各衝撃吸収ブロック4の位置が変位できるようになされている。したがって、前記連結具6は、衝撃吸収ブロック4の下部を連結するチェーン7と同様のものでもよい。

次に前記衝撃吸収ブロック4の構造を説明すると、第2図に示すようにこの衝撃吸収ブロック4は、上部ブロック8と下部ブロック9とから構成されている。

前記上部ブロック8は、金属板、金網、FRP、織布、不織布等を主体として箱状に形成した補強材10の中にぜい性破壊材11を充填して形成されている。

このぜい性破壊材11は、衝撃吸収材料であり、例えば硬質ポリウレタンフォーム、フェノールフォーム等の合成樹脂発泡体や、発泡コンクリート、パーライト、泡ガラス等の無機物の発泡体等、外力に対して、ある限界値まではほとんど歪を生ずることがなく、この限界値を越すと破壊して元の形に戻すことのできない状態、すなわちぜい性破壊を主として呈する材料を主体としている。

なお、ぜい性破壊材11としては、ほぼ一定の受圧面積当りの圧縮荷重で破壊してゆく際、緩衝効率が高いもので、破壊強度に速度依存方向性の少ないものそして破壊強度は船側衝突時に船腹を破壊させないために船舶の標準的な船側強度(20 t/m<sup>2</sup>~30 t/m<sup>2</sup>)以下のもの、さらに軽量で浮力材としての機能も保持しているもの等の

4

特性を有している材料が好ましい。

一方前記下部ブロック9は、気室12を形成すべく適宜組合せた塑性変形体13を主体として構成された衝撃吸収体である。

前記塑性変形体13は、薄肉鋼板、各種の形鋼、鋼管等の金属材料やFRP、PVC等の合成樹脂材料等、外力に対してある限界値までほとんど歪を生じないで、この限界値を越すと流動を起して永久変形してしまうような状態、すなわち塑性変形を主として呈する材料を主体としている。

また、前記塑性変形体13の組合せ手段は、単数または複数個の気室構造、トラス構造、格子構造等、各種条件に合わせて適宜選択的に採用すればよい。

一方、前記下部ブロック9の気室12内には、砂、水等のバラスト14が衝撃吸収ブロック4の吃水乾舷調整用として装填されており、これは、この実施例のように下部ブロック9を気室構造とした場合に使用するものである。

このように構成した前記上部ブロック8と下部ブロック9は、上下に1体化されており、これらの外周面は、ゴム、合成樹脂、モルタル等の耐蝕性の良い材料を主とした表面層15で覆われている。

また衝撃吸収ブロック4の前面(橋脚2側と反対側の面)には、上下方向に間隔を設けて、ゴム防舷材、ポリエチレンフォーム材等のゴム状弾性材料を主体とした低反力弾性緩衝体16が単数または複数設けられており、この低反力弾性緩衝体16は、ぜい性破壊材11や塑性変形体13よりも単位受衝面積当りの初期圧縮反力が小さくなされている。

次にこのように構成した緩衝工5に船舶が衝突した場合の緩衝工5の緩衝作用を説明する。

衝突した船舶が小型船(満載排水量数十トン以下)の場合は、衝撃吸収ブロック4の前面に取り付けた低反力弾性緩衝体16の弾性変形が主体となつて衝突エネルギーを吸収し、中型船(小型船を含まない満載排水量数千トン以下)の場合は、ぜい性破壊材11のぜい性破壊が主体となつて衝突エネルギーを吸収し、大型船(満載排水量が数万トンクラスの船)の場合は、ぜい性破壊材11のぜい性破壊と塑性変形体13の塑性変形が主体となつて衝突エネルギーを吸収する。

5

6

このように、船舶の大小によつて、主に衝突エネルギーを吸収する緩衝体が異なる本発明の緩衝\*

\*工5の緩衝特性を定量的に説明すると次のようになる。

(第1表)

対象船舶(満載排水量)	$\Delta=10t$	$\Delta=450t$	$\Delta=1100t$	$\Delta=60,000t$
船幅 (m)	3.3	6.6	9.6	29.4
型深さ (m)	1.1	3.3	4.5	16.9
衝突速度 (ノット)	4	10	13	4
衝突形態	船首	船首	船首	船側
衝突エネルギー (t・m)	2.3	660	2610	24700
船体強度 (t', t/m <sup>2</sup> )	5 t	240 t	590 t	20 t/m <sup>2</sup>

いま、船舶衝突条件を第1表のように定めるとともに、満載排水量 $\Delta=10t\sim60,000t$ までの衝突条件を満足させるために、緩衝工5の断面寸法を高さ9m×幅6m×吃水8mとし、上部ブロック8のぜい性破壊材11の寸法を高さ5m×幅6mとし、さらにぜい性破壊材11としては、船側強度以下の破壊強度とすべく20 t/m<sup>2</sup>の硬質ポリウレタンフォームを使用した。また下部ブ

\*ロツク9は、外寸法高さ4m×幅6mの気室構造とし、座屈荷重40 t/mの水平板を2枚設けた。一方、ぜい性破壊材11の前面には、低反力弾性緩衝体16として嵩比重0.03のポリウレタンフォーム材高さ1m×幅0.5mを設けた。このような条件下における本発明緩衝工の緩衝性は第2表のようになる。

(第2表)

	緩衝工の吸収エネルギー	船体の一部破損による吸収エネルギー	緩衝工変形量	船体変形量
$\Delta=10t$	2.3 t・m	0 t・m	0.33 m	0 m
$\Delta=450t$	500	160	3.9	1.0
$\Delta=1100t$	1680	930	6.0	2.1
$\Delta=60,000t$	24700	0	5.7	0
	(ぜい性破壊材 13800) (塑性変形体 10900)			

第2表から明らかなように、 $\Delta=10t$ の船舶は、低反力弾性緩衝体16が主体となつて、船舶の衝突エネルギー(2.3 t・m第1表)を吸収する結果、船体変形量は0mであり、この事から低反力弾性緩衝体16の小型船に対する緩衝効果は顕著である。

一方、ぜい性破壊材11が主体となつて船舶の衝突エネルギーを吸収する $\Delta=450t$ 、 $\Delta=1100t$ の船舶の船体変形量は1.0m、2.1mと極めて小さい。

これは、ぜい性破壊材11がその破壊強度に等しい外力を受けると破壊し始めることから、船体強度の最も小さい船側部強度(一般に大型船から

小型船まで船側強度は同程度であつて約20 t/m<sup>2</sup>である。)以下にぜい性破壊材11の強度を設定すれば、あらゆる衝突形態をとつても船体破壊は、ぜい性破壊材11の破壊よりも先行することがなく、ぜい性破壊材11の破壊作用によつて船舶の衝突エネルギーのほとんどを吸収できる結果である。

すなわち、ぜい性破壊材11は船舶の衝突エネルギーに比例した破壊量となる結果、船舶の衝突エネルギーが、ぜい性破壊材11の衝突吸収エネルギー能力の範囲内ならば船体変形量は0mになる。換言すれば、ぜい性破壊材11の破壊強度は、その変形量や圧縮速度にほとんど依存せず、又方

7

向性もほとんどないので、船舶の大小、衝突方向にかかわらず船舶の衝突エネルギーに応じた吸収エネルギーを得ることができる。

また、上述した特性をもつぜい性破壊材11と、塑性変形体13が主体となつて船舶の衝突エネルギーを吸収する $\Delta = 60,000$  tの船舶の船体変形量は第2表に示すように0 mである。

緩衝工5の吸収エネルギー(24,700 t・m)を分析すれば、ぜい性破壊材11による吸収エネルギー13,800 t・mと塑性変形体13による吸収エネルギー10,900 t・mとなり、衝突の初期の段階では、前述のエネルギー吸収特性を有するぜい性破壊材11によりまず大きな衝突エネルギーを吸収し、ついで塑性変形体13により、ぜい性破壊材11とともに衝突エネルギーを吸収する。そして船舶の衝突エネルギーは、ぜい性破壊材11と塑性変形体13のエネルギー吸収能力の範囲内にある。緩衝工5に船舶が衝突する際、船首衝突のように、最初にぜい性破壊材11に衝突すればその効果は顕著である。船首形状は、一般に船底部よりも甲板部に突き出すように傾斜しているから、衝突の第1段階として船首はぜい性破壊材11に衝突し、そしてぜい性破壊材11を破壊しながら第2段階として塑性変形体13に接し、ぜい性破壊と塑性変形を同時に行なうことによつて衝突エネルギーを吸収するので、ぜい性破壊材11のエネルギー特性を有効に生かすことができ、緩衝工5への船首衝突時に大きな衝撃力を生ずることなく、船首破壊を軽減する効果がある。

また、大きさの異なる各種の船舶(特に中型船、大型船)が、ぜい性破壊材11によりその衝撃エネルギーを吸収できるよう、ぜい性破壊材11を緩衝工5の上部に配置してある。

また、統計的にみて、船舶事故の90%は総トン数500重量トン以下の船舶であり、水中構造物への衝突船舶の対象もほとんどが総トン数1000重量トン以下で占められると予想されることから吃水が大略5 m以下の船舶が緩衝工5に衝突することになる。したがつて、衝撃吸収材として多くの利点を有するぜい性破壊材11を衝突頻度の高い緩衝工5の上部に配置することは、船体破損を最小限にいとめる点で極めて顕著な効果がある。

一方、塑性変形体13を下部に設けることによ

8

り、この塑性変形体13を水没させることができるので、それに船舶が衝突してもスパークすることがないのでタンカー衝突時の発火、火災の危険がない。また鋼材の腐蝕は水面付近の飛沫帯に著しく水中の約4倍もあることから、鋼製の場合の塑性変形体の腐蝕を低くおさえる効果もある。ぜい性破壊材11自体は、浮力が大きく吃水が減少するものであるが、ぜい性破壊材11を上部に、塑性変形体13を下部に設けることにより塑性変形体13の沈下作用でぜい性破壊材11の吃水を増すことができる。したがつて主として水面下になる緩衝工5への船体の接触部にぜい性破壊材11を有効に対設することができるとともに、塑性変形体13をぜい性破壊材の浮力で浮遊させることができる。また、この事により、水面上部に出るぜい性破壊材11の高さが低くなるので、ぜい性破壊の無駄を省くことになり緩衝工の小型化が計れる。

さらに緩衝工の重心も低くなり、浮体としても安定性のすぐれた緩衝工を得ることができるばかりか、下部ブロック9の気室12内のバラスト14を調整することにより、緩衝工の吃水を簡単に調整できる。

また、ぜい性破壊材11は強度の異なるものを組合せたり、形状を変えることにより、変位と荷重の特性曲線を任意に調べる等設計の自由度が大きい。

ぜい性破壊材と塑性変形体の連結は表面層15にて1体化すれば緩衝工5の運搬、据付、交換が極めて容易であるばかりか、ぜい性破壊材の分割、破片の脱落を防止でき、エネルギー吸収能力を無駄にすることがない。なお、ぜい性破壊材11と塑性変形体13の連結をボルト等により接合することもでき、このようにすれば上部ブロック8が破壊してもそれだけ交換することができる。

また、各衝撃吸収ブロック4間の連結は前述した手段の他、ボルトやノックピンで緊結してもよく、または、シャックル・チェーンと連結してもよくさらにゴムやバネ等の弾性体を接合面に介在させて連結してもよい。

さらに各衝撃吸収ブロック4の底部をチェーン7等で連結すれば、破損した衝撃吸収ブロック4の沈没を防止できる。

一方、衝撃吸収ブロック4で岸壁、ドルフィン

9

10

のように水中構造物の一面のみを防護したい場合は、水中構造物の一面に衝撃吸収ブロック4を配し、水底よりアンカー等により係留すればよい。

以上のように本発明によれば浮遊できる衝突ブロックの上部ブロックをぜい性破壊材を主体とし、5下部ブロックを塑性変形体を主体として形成すべく構成したので、次の効果がある。

- (1) 小型船から大型船まで広範囲の船舶衝突条件に対しての緩衝機能を有しているとともに、船体の大きさに応じたエネルギー吸収の設計が容易である。
- (2) 比較的吃水の浅い船は衝突する可能性の最も高い船でもあるが、このような船が緩衝工に衝突した場合、船の大きさや衝突エネルギーの大きさに応じてぜい性破壊材が緩衝作用をするので船体の破損を最少限に食い止めることができる。
- (3) 緩衝工は衝突時に衝突エネルギーに応じて変

形によりエネルギーを吸収するので大きな衝撃力が発生しない。

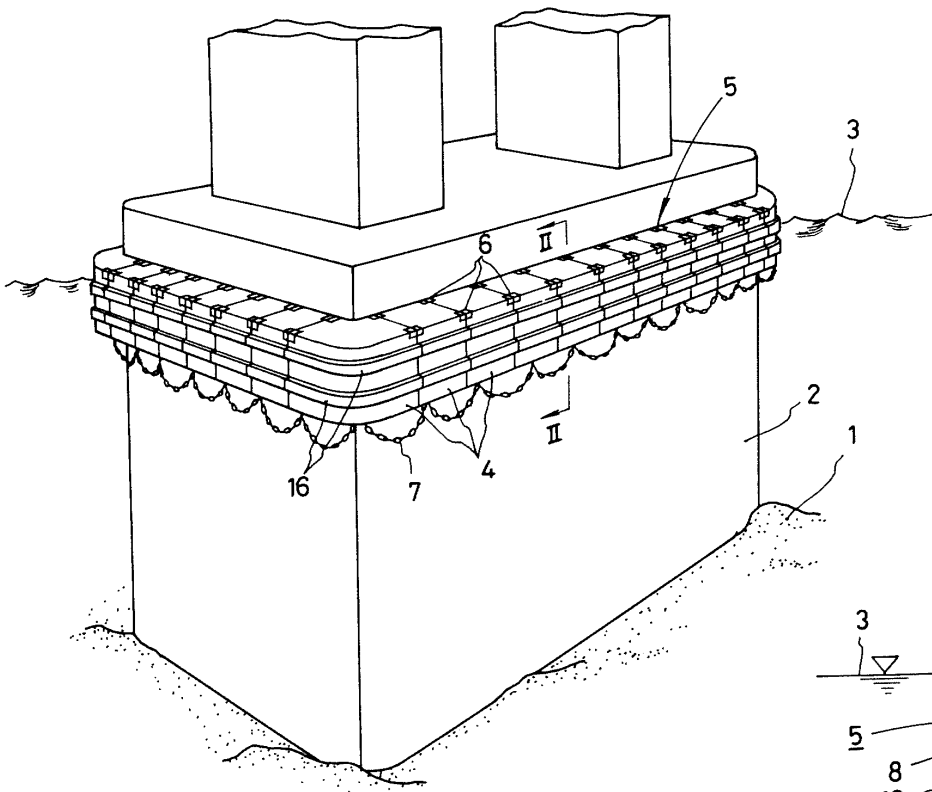
- (4) 塑性変形体はぜい性破壊材に比して大重量なので、容易に浮力が大きいぜい性破壊材の吃水を増すことができ、その結果、ぜい性破壊材を重くして吃水を増す必要がなく緩衝工を小型化でき、さらに重心を低くできるので浮体として安定した緩衝工を得ることができる。

- (5) ぜい性破壊体は浮体としての浮力を有するので塑性変形体を浮遊させることができる。

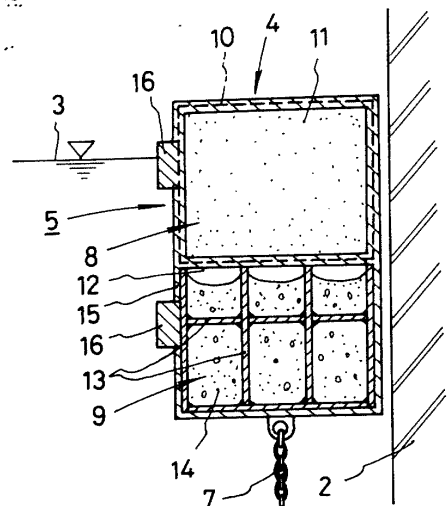
図面の簡単な説明

図面は本発明の一実施例を示すものであつて、第1図は、その全体斜視説明図、第2図は第1図II-II線の断面説明図である。

4……衝撃吸収ブロック、5……緩衝工、8……上部ブロック、9……下部ブロック、11……ぜい性破壊材、13……塑性変形体。



第1図



第2図