

明 細 書

発明の名称：リペアジョイントおよび水底ケーブルの修理方法 技術分野

[0001] 本発明は、リペアジョイントおよび水底ケーブルの修理方法に関する。

背景技術

[0002] 事故の発生した水底ケーブルの修理に、ケーブルの端部同士を接続するリペアジョイントが用いられている（例えば特許文献1参照）。事故の発生した水底ケーブルは、事故点の近傍で切断される。切断された一方側のケーブルと予備ケーブルの一端とが第1のリペアジョイントで接続され、第1のリペアジョイントが沈設され、切断された他方側のケーブルと予備ケーブルの他端とが第2のリペアジョイントで接続され、第2のリペアジョイントが沈設されることで、水底ケーブルの修理が行われる。このように、水底ケーブルの修理では、予備ケーブルの割り入れが行われる。

[0003] 予備ケーブルの割り入れにより生じた余長に起因して、後に沈設される第2のリペアジョイントの沈設は、横方向（水平方向）に倒しながら行われる（横倒し沈設）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-345623号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の一目的は、横倒し沈設工程の良好な実施に用いることができる新規な構造のリペアジョイント、および、それを用いた水底ケーブルの修理方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様によれば、
水底ケーブルの端部同士を接続するために用いられるリペアジョイント

本体部と、

前記リペアジョイント本体部の外周上に、前記リペアジョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアジョイント本体部を吊り下げるためのスリングが係合される可動係合部と、

を有するリペアジョイントが提供される。

[0007] 本発明の他の態様によれば、

異常の発生した水底ケーブルを切断する工程と、

切断された前記水底ケーブルの一方の側のケーブルの端部と、予備ケーブルの第1の端部とを、第1のリペアジョイントを介して接続する工程と、

前記第1のリペアジョイントを沈設する工程と、

前記予備ケーブルの、前記第1の端部と反対側の第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの他方の側のケーブルの端部とを、第2のリペアジョイントを介して接続する工程と、

前記第2のリペアジョイントを沈設する工程と、

を有し、

前記第2のリペアジョイントは、

前記予備ケーブルの前記第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの前記他方の側のケーブルの端部とを接続するために用いられるリペアジョイント本体部と、

前記リペアジョイント本体部の外周上に、前記リペアジョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアジョイント本体部を吊り下げるためのスリングが係合される可動係合部と、

を有する、

水底ケーブルの修理方法が提供される。

発明の効果

[0008] リペアジョイントが、リペアジョイント本体部に対し周方向に可動な可動係合部を有することで、横倒し沈設工程を良好に実施することができる。例えば、横倒し沈設に伴うケーブルの損傷を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1 (a) は、本発明の実施形態によるリペアジョイントの全体を示す概略的な正面図であり、図1 (b) および図1 (c) は、それぞれ、実施形態によるリペアジョイントが有する可動係合部の概略的な正面図および側面図である。

[図2]図2 (a) ～図2 (d) は、実施形態による水底ケーブルの修理方法の全体的な工程を示す概略図である。

[図3]図3 (a)、図3 (b) は、実施形態によるリペアジョイントの沈設工程を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図1 (a) ～図1 (c) を参照して、本発明の一実施形態によるリペアジョイント（水底ケーブル用ジョイント）について説明する。図1 (a) は、実施形態によるリペアジョイント100の全体を示す概略的な正面図である。図1 (b) および図1 (c) は、それぞれ、リペアジョイント100が有する可動係合部120の概略的な正面図および側面図である。

[0011] リペアジョイント100は、リペアジョイント本体部110と可動係合部120とを含んで構成されている。リペアジョイント本体部110は、水底ケーブルの端部同士を接続するために用いられる。リペアジョイント本体部110の、ケーブル端部同士を接続するための装置構造としては、公知のものを必要に応じ適宜選択して用いることができる。リペアジョイント本体部110のケース（外装ケース）111が、可動係合部120を取り付けることができるように構成されている。

[0012] 可動係合部120は、リペアジョイント本体部110の外周上に、リペアジョイント本体部110に対し周方向に可動に設けられており、リペアジョイント本体部110を吊り下げるためのスリングが係合されるように構成されている。

[0013] 可動係合部120は、リペアジョイント本体部110の長さ方向に関し、リペアジョイント本体部110の中心に対して対称な位置に、1組以上

設けられていることが好ましい。図 1 (a) に示す例では、2 組 (4 つ) の可動係合部 1 2 0 が設けられている。可動係合部 1 2 0 の設置位置や設置個数は、リペアジョイント本体部 1 1 0 の吊り下げ条件等に応じて、適宜選択することができる。

[0014] なお、リペアジョイント本体部 1 1 0 (あるいはケース 1 1 1) の周方向を、単に「周方向」と呼ぶことがある。また、リペアジョイント本体部 1 1 0 (あるいはケース 1 1 1) の長さ方向を、単に「長さ方向」と呼ぶことがある。

[0015] 以下、より具体的な構造について例示的に説明する。ケース 1 1 1 は、概略円筒形状を有する。ケース 1 1 1 の外周上に、可動係合部 1 2 0 が取り付けられている。可動係合部 1 2 0 は、ケース 1 1 1 の (つまりリペアジョイント本体部 1 1 0 の) 外周を取り囲むリング形状を有する。

[0016] 各可動係合部 1 2 0 が取り付けられる部分のケース 1 1 1 の外周上に、可動係合部 1 2 0 を長さ方向について両側から挟み込むように、一对の鰐部 1 1 2 が設けられている。可動係合部 1 2 0 は、鰐部 1 1 2 により両側から挟まれていることで、長さ方向についての移動が制限され、長さ方向の一定位置で周方向に移動することができる。

[0017] 可動係合部 1 2 0 は、外周上に、例えば吊り輪状の係合部 1 2 1 を有する。係合部 1 2 1 にスリングが係合されることで、リペアジョイント本体部 1 1 0 を吊り下げることができる。なお、本例では係合部 1 2 1 を吊り輪状としているが、スリングが係合可能なものであれば、係合部 1 2 1 の構造は特に制限されない。また、可動係合部 1 2 0 を介してリペアジョイント本体部 1 1 0 を吊り下げることができるものであれば、スリングの種類や構造等も特に制限されない。

[0018] 可動係合部 1 2 0 は、例えば、一对の半円弧状部材 1 2 2、1 2 3 により構成され、係合部 1 2 1 が、半円弧状部材 1 2 2、1 2 3 の一方、例えば半円弧状部材 1 2 2 の外周上に設けられている。一对の鰐部 1 1 2 の間に画定される凹部に、ケース 1 1 1 を上下から挟みこむように半円弧状部材 1 2 2

、１２３を配置し、半円弧状部材１２２、１２３の端部同士を、例えばボルト締めにより結合することで、ケース１１１の外周上に取り付けられ周方向に可動なリング形状の態様で、可動係合部１２０を設けることができる。

[0019] 可動係合部１２０の材質や各部の寸法等は、可動係合部１２０を介して吊り下げられるリペアジョイント本体部１１０の重量等に応じて、適宜選択することができる。

[0020] 次に、図２（ａ）～図２（ｄ）および図３（ａ）、図３（ｂ）を参照し、実施形態によるリペアジョイント１００の使用法の例として、リペアジョイント１００を用いた水底ケーブルの修理方法について説明する。図２（ａ）～図２（ｄ）は、水底ケーブル２００の修理方法の全体的な工程を示す概略図である。図３（ａ）、図３（ｂ）は、第２のリペアジョイント２６０（実施形態によるリペアジョイント１００）の沈設工程を示す概略図である。

[0021] 図２（ａ）～図２（ｄ）および図３（ａ）、図３（ｂ）に示すｘｙｚ座標系のｘｙ面は水平面を示し、ｘ方向は事故前（修理前）の水底ケーブル２００の延在方向を示し、ｙ方向は水底ケーブル２００の延在方向と直交する方向を示し、ｚ方向は鉛直方向を示す。なお、事故前の水底ケーブル２００の延在方向（ｘ方向）を、単に「ケーブル延在方向」と呼ぶことがある。

[0022] 図２（ａ）～図２（ｃ）は、ケーブル延在方向に直交する水平方向から（ｙ方向から）水底ケーブル２００を見た概略図である。図２（ａ）を参照する。例えば海底等の水底３００に沿って、水底ケーブル２００が設置されており、「×印」で示す位置２３０が、水底ケーブル２００に異常が発生している事故点を示す。図２（ａ）は、事故点２３０を含む所定範囲の水底ケーブル２００が、修理のために水底３００から掘り出されている状況を示す。

[0023] 潜水士が、事故点２３０近傍で水底ケーブル２００を切断する。切断箇所に対して一方側（紙面右方側）の部分の水底ケーブル２００を「Ａケーブル２１０」と呼び、他方側（紙面左方側）の部分の水底ケーブル２２０を「Ｂケーブル２２０」と呼ぶこととする。

- [0024] 図2(b)を参照する。Aケーブル210の切断端部を作業船(台船)400上に引き上げ、切断端部近傍の異常部分を除去し、異常部分除去後のAケーブル210の端部211に仮端末処理を施した後、Aケーブル210を水中301に投入しておく。Aケーブル210の端部211には、目印としてブイ212を取り付けておく場合がある。
- [0025] Bケーブル220の切断端部を作業船400上に引き上げ、切断端部近傍の異常部分を除去した後、異常部分除去後のBケーブル220の端部221と、作業船400に積載された予備ケーブル240の端部241とを、第1のリペアジョイント250を介して接続する。
- [0026] 第1のリペアジョイント250としては、(実施形態による可動係合部120を有するリペアジョイント100ではなく)通常のリペアジョイントを用いてもよいし、実施形態による可動係合部120を有するリペアジョイント100を用いてもよい。
- [0027] 図2(c)を参照する。予備ケーブル240を繰り出しながら、作業船400をAケーブル210側に進め、第1のリペアジョイント250を水底300に沈設する。
- [0028] Aケーブル210の端部211を作業船400上に引き上げ、Aケーブル210の端部211と、予備ケーブル240のBケーブル220との接続端部241と反対側の端部242とを、第2のリペアジョイント260を介して接続する。
- [0029] 第2のリペアジョイント260としては、実施形態による可動係合部120を有するリペアジョイント100を用いる。
- [0030] 第1のリペアジョイント250と第2のリペアジョイント260との間に予備ケーブル240を割り入れたことにより、予備ケーブル240の接続後の水底ケーブル200には、事故前の水底ケーブル200と比べて、予備ケーブル240の長さ分程度の余長が生じている。
- [0031] このため、第2のリペアジョイント260の接続時の水底ケーブル200には、概ね頂点位置に第2のリペアジョイント260が配置されるよう

な、鉛直方向に（ z 方向に）突出した湾曲部270（予備ケーブル240と第2のリペアージョイント260とAケーブル210とを含んで構成される湾曲部270）が形成されている。

[0032] 図2（d）を参照する。図2（d）は、鉛直方向（ z 方向）から水底ケーブル200を見た概略図である。第2のリペアージョイント260の接続後、湾曲部270を、ケーブル延在方向に直交する水平方向に（ y 方向に）倒すようにして、第2のリペアージョイント260を水底300に沈設する。なお、ケーブル延在方向に直交する水平方向（ y 方向）を「横方向」と呼ぶこともある。また、鉛直方向（ z 方向）を「縦方向」と呼ぶこともある。

[0033] 第2のリペアージョイント260を含む湾曲部270は、第2のリペアージョイント260の接続時に縦方向に突出しているので、第1のリペアージョイント250の沈設と同様には、つまり、事故前の水底ケーブル200の延在方向に沿っては、沈設することができない。そこで、湾曲部270を横方向に倒すことにより、湾曲部270の沈設が行われる。第2のリペアージョイント260の沈設工程を、「横倒し沈設工程」と呼ぶこともある。

[0034] 横倒し沈設工程は、第2のリペアージョイント260を吊り下げながら作業船400を横方向に移動させ、第2のリペアージョイント260を所望の位置まで横方向に移動させることで行われる。

[0035] 図3（a）および図3（b）をさらに参照して、横倒し沈設工程についてより詳しく説明する。図3（a）は、横倒し沈設前の状態、つまり、湾曲部270が縦方向に突出している状態を示し、図3（b）は、横倒し沈設後の状態、つまり、湾曲部270が横方向に倒され水底300に沈設された状態を示す概略図である。

[0036] 図3（a）を参照する。作業船400に搭載されたクレーンにより、例えば吊り天秤401を介して、第2のリペアージョイント260（すなわち実施形態によるリペアージョイント100）を吊り下げる。より具体的には、例えば吊り天秤401に掛けられたスリング402の下端を、可動係合部120の係合部121に係合することで、リペアージョイント260（100

）を吊り下げる。

[0037] 図3（b）を参照する。リペアジョイント260（100）を吊り下げた状態で、作業船400を横方向に移動させながら、湾曲部270を横方向に倒していく。横倒し作業前に水底300からリペアジョイント260（100）に向けて立ち上がっていた部分のケーブル240およびケーブル210は、もともと縦方向に向いていた配置が横方向に向くように、横倒し作業に伴って振れることとなる。

[0038] リペアジョイント本体部110は、その両側に接続されたケーブル240およびケーブル210の振れに従って、横向きに倒れようとする。つまり、リペアジョイント本体部110は、横倒し作業に伴い、（横倒し作業前の姿勢を基準として）周方向に回転しようとする。

[0039] 一方で、リペアジョイント260（100）を吊り下げているスリング402は、横倒し作業中、一定方向（鉛直下向き）を向く姿勢を保ったまま、リペアジョイント260（100）に係合されている。つまり、スリング402に係合された係合部121は、横倒し作業中、一定方向（鉛直上向き）を向く姿勢を保とうとする。

[0040] 本実施形態では、係合部121が周方向に可動な可動係合部120として構成されていることにより、つまり、リペアジョイント本体部110が可動係合部120に対して周方向に可動であることにより、横倒し作業中に、係合部121は鉛直上向きの姿勢を保ちつつ、リペアジョイント本体部110は周方向に回転することが可能となっている。

[0041] このため、吊り下げられたリペアジョイント本体部110が、ケーブル240およびケーブル210の振れに自然に従うように横方向に倒れるようにして（周方向に回転するようにして）、リペアジョイント260（100）の横倒し沈設を行うことができる。

[0042] ここで、比較形態として、リペアジョイントが可動係合部を有しない場合、例えば、図3（a）および図3（b）に示した例で係合部が周方向について固定されている場合の横倒し沈設工程について考える。

- [0043] 比較形態では、横倒し作業において、係合部が鉛直上向きの姿勢を保とうとするので、リペアジョイント本体部が横方向に倒れようとする（周方向に回転しようとする）動きが阻害される。このため、リペアジョイント両端のケーブル接続部に不自然な振れが集中して、ケーブルが損傷することが懸念される。
- [0044] 一方、実施形態では、横倒し作業において、リペアジョイント本体部 110 が横方向に倒れようとする（周方向に回転しようとする）動きが、比較形態と比べて阻害されない。このため、リペアジョイント両端のケーブル接続部に不自然な振れが集中するような不具合を抑制でき、ケーブルの損傷を抑制することができる。
- [0045] 以上説明したように、実施形態によるリペアジョイント 100 を用いることにより、横倒し沈設工程を良好に実施することができる。例えば、横倒し沈設に伴うケーブルの損傷を抑制することができる。
- [0046] 本願発明者は、実施形態によるリペアジョイントを光複合海底電力ケーブルの接続に適用して試作品を製作し、横倒し沈設工程の模擬試験を実施した。可動係合部は、ケーブルの横倒し角度が大きくなるにつれスムーズに動いた。光複合ケーブル中の光ファイバの伝送損失について、試験中のパワーメーターによる測定結果から、異常な増大は認められなかった。また、機械履歴を加えた後のリペアジョイントとケーブルに電気試験を実施したところ合格であり、品質を保証することができた。
- [0047] なお、実施形態のリペアジョイントが適用されるケーブルとして、光複合海底電力ケーブルを例示したが、実施形態のリペアジョイントが適用されるケーブルの種類は、特に制限されない。
- [0048] なお、リペアジョイントの重量が重いほど、係合部が可動でない場合（比較形態の場合）の、振れに起因するケーブルの損傷が生じやすい。実施形態の可動係合部が適用されるリペアジョイントに特に制限はないが、このような観点からは、大型で重いリペアジョイントほど、実施形態の可動係合部を適用する有効性が高まるといえる。

[0049] なお、上述の実施形態において、図2（d）や図3（b）に示した横倒しの方向は説明のための例示であり、横倒しの方向（縦方向から見て左右方向のいずれに倒すか）は、必要に応じて適宜選択することができる。

[0050] なお、上述の実施形態において、図2（c）、図2（d）、図3（a）および図3（b）に示した湾曲部のケーブルの湾曲形状は説明のための例示であり、ケーブルの湾曲形状は、必要に応じて適宜選択することができる。

[0051] なお、上述の実施形態では、可動係合部としてリング状の構造のものを例示したが、周方向に可動なものであれば、可動係合部の構造は特に制限されない。

[0052] なお、リペアージョイントを含むケーブル湾曲部を横倒しにして沈設する工程を、水底ケーブルの修理以外で実施する場合であっても、実施形態のリペアージョイント（水底ケーブル用ジョイント）を、好ましく用いることができる。

[0053] 以上、実施形態に沿って本発明を説明したが、本発明の実施形態はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

[0054] <本発明の好ましい態様>

以下、本発明の好ましい態様について付記する。

[0055] （付記1）

本発明の一態様によれば、水底ケーブルの端部同士を接続するために用いられるリペアージョイント本体部と、前記リペアージョイント本体部の外周上に、前記リペアージョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアージョイント本体部を吊り下げるためのスリングに係合される可動係合部と、を有するリペアージョイントが提供される。

[0056] （付記2）

付記1に記載のリペアージョイントであって、好ましくは、

前記可動係合部は、前記リペアージョイント本体部の外周を取り囲むリング形状を有する。

[0057] (付記3)

付記2に記載のリペアジョイントであって、好ましくは、
前記リペアジョイント本体部は、外周上に、前記可動係合部を両側から挟み込む一对の鰐部を有する。

[0058] (付記4)

付記3に記載のリペアジョイントであって、好ましくは、
前記可動係合部は、一对の半円弧状部材により構成されている。

[0059] (付記5)

付記1～3のいずれか1つに記載のリペアジョイントであって、好ましくは、
前記可動係合部は、外周上に、吊り輪状の係合部を有する。

[0060] (付記6)

本発明の他の態様によれば、異常の発生した水底ケーブルを切断する工程と、切断された前記水底ケーブルの一方の側のケーブルの端部と、予備ケーブルの第1の端部とを、第1のリペアジョイントを介して接続する工程と、前記第1のリペアジョイントを沈設する工程と、前記予備ケーブルの、前記第1の端部と反対側の第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの他方の側のケーブルの端部とを、第2のリペアジョイントを介して接続する工程と、前記第2のリペアジョイントを沈設する工程と、を有し、前記第2のリペアジョイントは、前記予備ケーブルの前記第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの前記他方の側のケーブルの端部とを接続するために用いられるリペアジョイント本体部と、前記リペアジョイント本体部の外周上に、前記リペアジョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアジョイント本体部を吊り下げるためのスリングが係合される可動係合部と、を有する、水底ケーブルの修理方法が提供される。

[0061] (付記7)

付記6に記載の水底ケーブルの修理方法であって、好ましくは、
前記第2のリペアジョイントを沈設する工程は、前記可動係合部を介し

てスリングにより前記リペアジョイント本体部を吊り下げながら、前記予備ケーブルと前記第2のリペアジョイントと切断された前記水底ケーブルの前記他方の側のケーブルとを含んで構成される湾曲部を横方向に倒すことで行われる。

符号の説明

- [0062] 1 0 0 リペアジョイント
1 1 0 リペアジョイント本体部
1 1 1 ケース
1 1 2 鰐部
1 2 0 可動係合部
1 2 1 係合部
2 0 0 水底ケーブル
2 1 0 Aケーブル
2 2 0 Bケーブル
2 3 0 事故点
2 4 0 予備ケーブル
2 5 0 第1のリペアジョイント
2 6 0 第2のリペアジョイント
2 7 0 湾曲部
3 0 0 水底
4 0 0 作業船
4 0 1 吊り天秤
4 0 2 スリング

請求の範囲

- [請求項1] 水底ケーブルの端部同士を接続するために用いられるリペアジョイント本体部と、
- 前記リペアジョイント本体部の外周上に、前記リペアジョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアジョイント本体部を吊り下げるためのスリングに係合される可動係合部と、
- を有するリペアジョイント。
- [請求項2] 異常の発生した水底ケーブルを切断する工程と、
- 切断された前記水底ケーブルの一方の側のケーブルの端部と、予備ケーブルの第1の端部とを、第1のリペアジョイントを介して接続する工程と、
- 前記第1のリペアジョイントを沈設する工程と、
- 前記予備ケーブルの、前記第1の端部と反対側の第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの他方の側のケーブルの端部とを、第2のリペアジョイントを介して接続する工程と、
- 前記第2のリペアジョイントを沈設する工程と、
- を有し、
- 前記第2のリペアジョイントは、
- 前記予備ケーブルの前記第2の端部と、切断された前記水底ケーブルの前記他方の側のケーブルの端部とを接続するために用いられるリペアジョイント本体部と、
- 前記リペアジョイント本体部の外周上に、前記リペアジョイント本体部に対し周方向に可動に設けられ、前記リペアジョイント本体部を吊り下げるためのスリングに係合される可動係合部と、
- を有する、
- 水底ケーブルの修理方法。
- [請求項3] 前記第2のリペアジョイントを沈設する工程は、前記可動係合部を介してスリングにより前記リペアジョイント本体部を吊り下げな

がら、前記予備ケーブルと前記第2のリペアジョイントと切断された前記水底ケーブルの前記他方の側のケーブルとを含んで構成される湾曲部を横方向に倒すことで行われる請求項2に記載の水底ケーブルの修理方法。