

「かいめい」CTD 繊維索ケーブルを用いた観測時の CTD 採水装置の挙動

○前田洋作・前野克尚・牧哲司・内田裕（海洋研究開発機構）

海底広域研究船「かいめい」は2016年3月末に海洋研究開発機構に引き渡され、2016年度から慣熟訓練航海を行っている。「かいめい」には水中重量がほぼゼロとなるCTD用繊維索ケーブルをコイルした専用ウィンチが搭載されており、このウィンチを用いて10,000m級のCTD採水観測が可能である。

このCTDケーブルは従来CTD採水観測に使用されている鋼線鎧装ケーブルとは機械的特性が異なる。繊維索ケーブルは鋼線鎧装ケーブルに比べて、比重に対する引張強度に優れている、張力により発生する回転トルクが小さい、最外層が樹脂シースで被覆されており海水サンプルへの油や金属等の汚染の心配がほとんどない、という利点を持っている。一方で、曲げ剛性が小さいためケーブルを回転させようとする力に対する抵抗が小さく、外傷、側圧、極端な曲げにも弱い。したがって、鋼線鎧装ケーブルとは異なるこれらの特徴に注意して繊維索ケーブルの運用を行っていく必要がある。特に繊維索ケーブルのねじれの入り方や蓄積の仕方について、その傾向を把握し適切な対応を取っていくことが重要である。

「かいめい」KM16-02、KM16-08航海において、CTD採水観測システムを用いた一連の観測作業の慣熟訓練、取得データの評価等のためCTD採水観測を行った。また、CTD繊維索ケーブルのねじれ、蓄積状況を知るために、CTD採水装置に方位傾斜計を取付けて観測時の回転、姿勢データを測定した。方位傾斜計（愛一工業製）はCTDフレームの中心部にあるCTD水中部の上に固定した。サンプリング間隔は2Hzとした。

CTDキャスト深度とCTD採水装置の回転数の結果を表2に示す。回転の方向はCTD採水装置を上から見て時計周り方向の場合を正とした。KM16-02とKM16-08航海ではCTD採水装置の回転数が異なった。KM16-02航海ではCTD採水装置の回転数は最大でも3回目のキャストにおける下降時-5回転であったが、KM16-08航海では9000m級キャストにおいて、下降時に-29回転していた（図1）。下降時と上昇時の回転数の差がケーブルのねじれとして蓄積されていると考え、KM16-02航海では合計-8回転、KM16-08航海では合計-24回転のねじれの蓄積が発生した計算になる。実際にKM16-08における3回目のキャスト終了後、繊維ケーブルの張力を緩めた時にケーブルの先端部でねじれの影響と考えられるケーブルの絡みが発生した。

CTD繊維索ケーブルのフリーフォールや工場試験時の結果から、ケーブルが自転する際の回転方向は正方向であることが分かっている。KM16-02、KM16-08航海における結果は下降時に負の方向に回転しているため、ケーブルがCTD採水装置を回しているのではなく、CTD採水装置が何らかの外力によって回転していると考えられる。したがって、CTD採水装置の回転運動を抑制することは繊維索ケーブルのねじれの蓄積を抑える手段として有効であると考えられる。また、CTD採水装置が回転している時の方位と姿勢（ロールおよびピッチ）には規則性が確認できる（図2）。このデータをもとに、3DCADを用いて観測時のCTD採水装置の挙動の再現シミュレーションを行うと、ある点が常に下を向くように回転運動をしていることが分かった。今後、これらのデータを蓄積しCTD繊維索ケーブルのねじれ抑制のための基礎情報として活用していきたいと考えている。

表1 CTD 繊維索ケーブルを使用した CTD キャスト深度と CTD 採水装置の回転数。
 回転方向は CTD を上から見て時計回りを正とした。

	水深	キャスト深度	CTD 採水装置回転数	
			下降時	上昇時
KM16-02 1 回目	9500m 程度	ボトム-10m	-3	0
KM16-02 2 回目	7000m 程度	ボトム-10m	-1	0
KM16-02 3 回目	7000m 程度	ボトム-10m	-5	1
KM16-08 1 回目	6000m 程度	ボトム-10m	-29	9
KM16-08 2 回目	9200m 程度	ボトム-10m	-17	12
KM16-08 3 回目	9200m 程度	800m	0	1

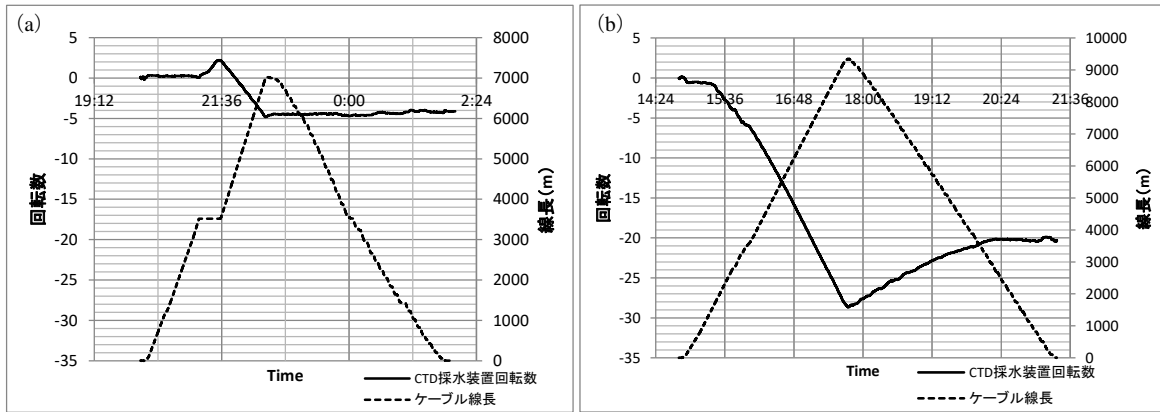


図1 CTD 観測時における CTD 採水装置の回転数とケーブル線長の関係。
 (a) KM16-02 3 回目 (b) KM16-08 2 回目

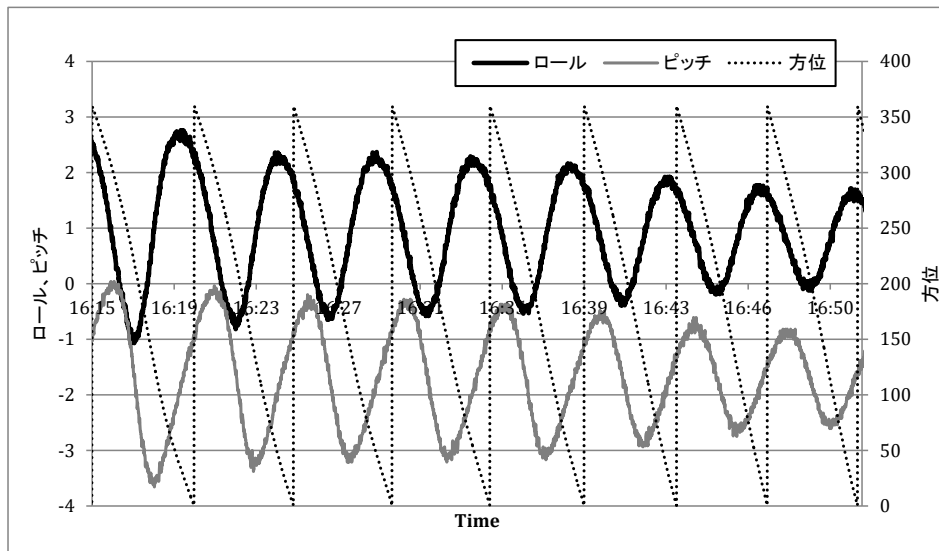


図2 KM16-08 2 回目キャスト下降時の線長約 4300-6700m 間における CTD 採水装置の方位、ロール、ピッチデータ。