

VI-308

ケーソン埋込ワイヤの破断強度特性と新型治具の試験結果について

東京電力常陸那珂火力建設所（正）佐藤 宏通
矢口 真光

1. はじめに

東京電力側が計画、施工している常陸那珂港第4ふ頭工業用地の東護岸は、ケーソン式混成堤である。ケーソン据付時に用いる埋込ワイヤは、ケーソン引き寄せ時に張力が発生し、鋭角に変形するため、ワイヤの破断強度増加を図ることを目的に、ワイヤコースを当てて作業を行ってきた。ワイヤコースの有用性は、実作業において確認されているが、ワイヤコースはワイヤとの追従性が悪く、一度外れてしまうとワイヤコースとワイヤがこすれてしまい、切れる危険性がある。

そこで今回、ケーソン据付時の波浪による繰り返し荷重を埋込ワイヤに作用させ、破断強度変化を検証するとともに、さらにワイヤコースに代わる治具を試作して、その有用性を検証する試験を行ったのでここにとりまとめて報告する。

2. 試験の概要

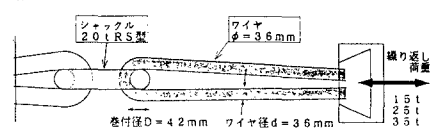
試験に使用したワイヤーは $\phi 36\text{mm}$ （6 スtrand $\times 24$ 素線）で、図-1に示すように JIS の引張り試験機用に加工し、シャックルは実作業で使用している20tRS型を使用した。

試験Aは繰り返し荷重によるワイヤの強度低下を検証するため、ケーソン据付時の有義波高における想定張力（15t, 25t, 35t）をワイヤに繰り返し載荷した後に、最大波高が来襲した場合を想定してワイヤが破断するまで載荷し、破断強度を測定した。また、このとき載荷する毎にワイヤ径の最大値、最小値を測定し、ワイヤの変形過程を評価した。

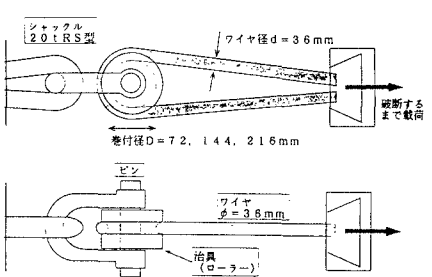
次に試験Bではワイヤコースに代わる治具の有用性を検証する試験を行った。今回試作した治具はシャックルのピン部に鉄製のローラーを取り付け、ワイヤが鋭角に変形するのを防止したもので、治具ワイヤ比を3種類（ $D/d=2.0, 4.0, 6.0$ ）に変え、繰り返し載荷なしでワイヤの破断強度を測定した。なお、比較のためワイヤコースを設置したものと治具のないワイヤについても破断強度を測定した。今回の試験は、静的荷重により実施した。

図-1 試験概要図

(試験A)



(試験B)



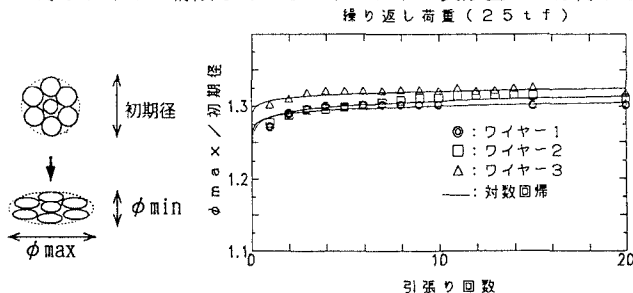
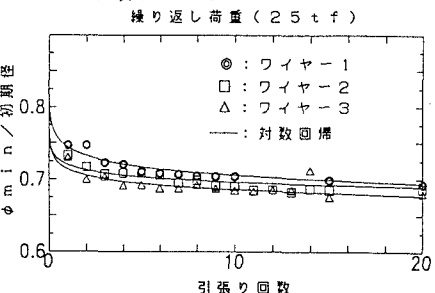
3. 試験結果及び考察

3.1 試験A

①ワイヤの変形特性について

繰り返し荷重をかけた場合のワイヤの変形状態を図-2及び図-3に示す。グラフは引張り回数20回までのワイヤの最大径 $\phi_{\max}$ /初期径と最小径 $\phi_{\min}$ /初期径について実測値と対数回帰したものを示している。繰り返し荷重25tfでは、 $\phi_{\max}$ 、 $\phi_{\min}$ ともに1回の荷重で初期ワイヤ径の28%程度の変形をした後、ゆっくりと対数関数的に変形がすすみ、一定値（約3.0%）に収束した。

今回作用させた繰り返し荷重（15t, 25t, 35t）程度では、初期の変形量に多少の相違はあるものの、最終的なワイヤを構成しているストランドの変形量はほぼ同じとなることが分かった。

図-2 $\phi_{\max}$ /初期径の変化図-3 $\phi_{\min}$ /初期径の変化

②破断強度について

試験Aの破断強度の測定結果を表-1に示す。繰り返し荷重をかけた場合、ワイヤの素線及びストランドが疲労することで破断強度の低下が予想されたが、結果は繰り返し荷重なしよりも破断強度が増加する結果となった。これは図-4に示すとおり、繰り返し荷重なしの場合では、引張力を特に受け持つ外側の素線及びストランドが、シャックルになじむ前に破断してしまうのに対し、繰り返し荷重ありの場合は、低い荷重時にストランドが扁平し、うまくシャックルに馴染むことで外側のストランドが比較的均等に引張力を受け持つことから破断強度が増加したと思われる。

また、シャックルへの馴染みかたによって同じ引張荷重でもストランドが3本破断する場合と1本しか破断しない場合があり、引張力を3本のストランドで受けているケースのほうが破断強度が大きくなった。

表-1 試験A結果

規格値 (φ35mm)	破断強度 (tf)	規格値との比率	ストランド破断本数 (6本中)
60.1×2=120.2	100%	—	—
繰り返し荷重なし 破断試験	81.0 78.0 78.0 AVE 79.0	65.7%	1本 1 1
繰り返し荷重あり破断試験	15tf 81.5 80.5 91.5 AVE 84.5	70.3%	1 1 3
25tf	83.5 83.0 84.5 AVE 83.7	69.6%	1 1 3
35tf	87.5 87.0 88.0 AVE 87.8	73.0%	3 1 3

扁平する前に破断 扁平するため応力が均等にかかる

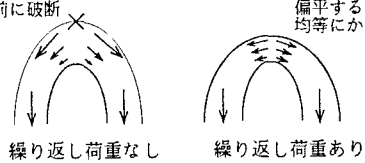


図-4

表-2 試験B結果

規格値 (φ35mm)	破断強度 (tf)	比率	ストランド破断本数 (6本中)
繰り返し荷重なし	79.0	100.0%	1本
ワイヤコース設置	92.0	116.5%	3
試作治具設置	D/d 2.0 89.5 94.0 91.0 AVE 91.5	115.8%	2 2 1
4.0	108.5 110.5 AVE 109.5	138.6%	2 3
6.0	117.5 112.5 AVE 114.8	145.3%	4 2

3.2 試験B

試験結果を表-2及び図-5に示す。ワイヤコースを設置したワイヤは繰り返し荷重なしのワイヤに対して約17%の破断強度の増加が認められ、ストランドの破断本数も3本と、応力が均等に働いていることが確認できた。

今回試作した治具については、治具ワイヤ比2.0でワイヤコースと同等の破断強度となり、重量4kgと軽量で扱いやすいこと、ワイヤとの追従性がよいこと等からワイヤコースの代替品として使用できる性能を持つことがわかった。治具ワイヤ比4.0と6.0の治具ではさらに破断強度は増加し、ワイヤの性能を十分引き出すことが出来るが、それぞれ17kgと30kgと重たいため軽量化する必要がある。

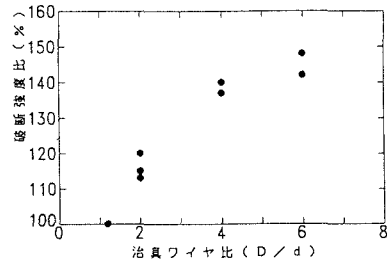


図-5 治具ワイヤ比と破断強度比

4. おわりに

今回の試験で得られた知見を以下にまとめる。

- ①埋込ワイヤは鋭角に引っ張られると破断強度は規格値に対し約70%と低下する。
- ②据付時にワイヤに作用する繰り返し荷重領域では、シャックルとワイヤが馴染み、破断強度が増加する。
- ③治具ワイヤ比が大きくなるに従って、ワイヤの破断強度は増加する。
- ④今回試作した治具ワイヤ比2.0程度の軽量の治具は扱いやすさ及び破断強度の点からもワイヤコースの代替品として使用できる。

今後、試作した治具を現場で使用できるよう改良を加えてケーソン据付時の施工安全に反映したいと考える。