

配管トラブルレポート

No04 ステンレスフレキシブル継手の疲労

はじめに

ベローズをステンレス鋼としたステンレスフレキシブル継手は、適用可能な温度範囲がひろく、高い圧力に耐え、ほとんど経年変化しない等の特性から、配管の自在接続や機械的な動きの吸収に多数用いられている。

最近では「こんな柔らかいフレキシブル継手が金属製？」と驚かれるほど柔軟なフレキシブル継手が製作出来るようになり、自由自在な屈曲配管が可能となった。しかし、ベローズは金属材料であることから、大幅に改善されたとは言え、疲労寿命の制約から開放された訳ではない。使用条件によっては、圧力変動が継手をいたずらに繰り返し変形させる結果となることがある。以下に紹介するトラブルは、特異なケースではあるが継手の延命を検討するうえで一つの示唆を与えるものとする。

フレキシブル継手の疲労破壊

(1) 建物：某体育館

(2) トラブル状況

フレキシブル継手

接液部：ステンレス鋼 型式：非溶接組立型 **JIS 5K** フランジ付き

ベローズ材質：**SUS304**

25A × 500 全長

20A × 300 全長 各 1 本

配管系統：給水、高架水槽への送出及び取出し配管

温度：常温 (**15 ~ 20**)

使用期間：約 **2** ヶ月

状況：フレキシブル継手可撓部（ベローズ部）中央部分にあいついで亀裂が発生し漏水

(3) トラブルの調査等

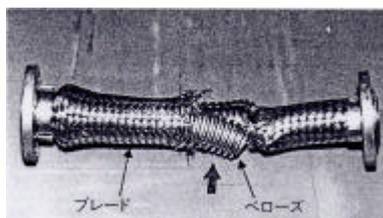
<p>1、調査</p> <p>〔1〕使用条件</p>	<p>25A × 500 全長</p> <p>高架水槽への送水ポンプ吐出側配管に使用。振動絶縁用。直線状に配管。取り付け全長 490mm。ポンプの運転、停止時の圧力差が 2 ~ 4kgf / cm² あり、圧力変動によってフレキシブル継手は直線状と中央部が横へ 15 ~ 20mm 張出した形状への変形を繰り返す。</p>
----------------------------	--

〔2〕外 観

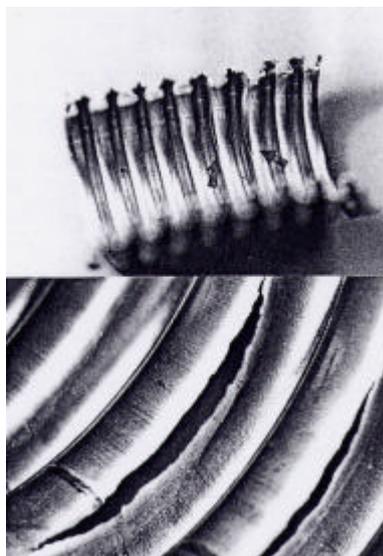
20A × 300 全長

高架水槽からの取出し配管に使用。配管の芯合わせ用。直線状に配管。取り付け全長 **290mm**。バルブの開閉により **2kgf/cm²** の圧力変動あり、と同様にフレキシブル継手は直線状と中央部が **20mm** 張出す変形を繰り返す。

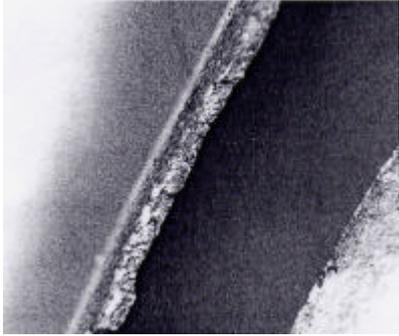
いずれも、フレキシブル継手中央部のベローズに複数の亀裂が発生。亀裂はベローズ波形谷底部分（内径寄り部分）に円周方向に生じており、長さは **10～15mm**。ベローズには亀裂以外に異常な変形、腐食の兆候は認められない。



漏洩品（矢印は亀裂）



亀裂の状況

<p>〔3〕金属組織と硬度</p>	<div style="text-align: center;">  <p>亀裂破面</p> <p>〔亀裂破面の観察〕</p> <p>亀裂はやや鋸歯状で一直線、脆性破壊状。</p> <p>亀裂は結晶粒を貫いている。亀裂破面直近部は他に比べ硬度が 15～30MHV 高いことが確認される。</p> </div>
<p>2.トラブル原因</p>	<p>亀裂の形状、亀裂破面付近の硬度の上昇から、亀裂はベローズに生じた応力が疲労限度を超えたために発生したものと判断。</p>
<p>3.トラブル対策</p>	<p>圧力変動により変形を繰り返さないようフレキシブル継手の配管形状を 90度 ベンド型に変更した。</p>
<p>4.対策後の使用状況</p>	<p>変形量が小さくなり、異常なく稼動（約 2年 経過）</p>

疲労破壊を生じない対策について

フレキシブル継手のベローズに外装されたブレード（金網状の部品）は、フレキシブル継手に流体の圧力が作用する際、圧力による推力のためベローズが伸びないように、ベローズ部分の長さを一定に保つために用いられる。

配管時、フレキシブル継手が自由長より短く縮めて取り付けられると、ベローズ部分は縮み、長さの変化しないブレードはベローズに十分密着しない状態となる。この状態で圧力が作用するとブレードに張力が加わるまでベローズは伸び、つまり、ブレードのゆるみ部分がフレキシブル継手の伸びとなって表れる。直線状に配管された場合にはフレキシブル継手の伸びは中央部の張出し変形となって、圧力の変動があると直線状、張出し状の変形を繰り返すことになる。

ベローズの型式により、復元量が小さいため圧力変動時の変異量が小さくなる場合もあるが、疲労寿命を重視したベローズは一般にばね性（復元量）が大きく、圧力変動等によって不必要な変位（動き）を繰り返すことがある。このような変位を防止するためにはフレキシブル継手を配管に取付け時、ブレードがベローズから浮上がないよう（全長を縮めないよう）例えばベンド状に配管する方法がある。もちろん直線状に配管することも可能であるがこの場合は、自由長から縮めて装着しない配慮が必要である。

使用条件でフレキシブル継手がいたずらに一定の動きを繰り返す場合は、取付け長さを変更したり、配管形状を変更して、動きを小さくしてやる配慮が延命に有効である。

（ステンレス協会 「ステンレスと配管」1992 - 10 No.10 Su より転記）