

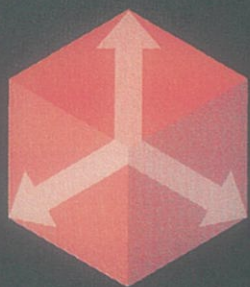
配管技術

The Piping Engineering

2021年3月増刊号

848. Vol.63 No.4

特集：プラント耐震設計と地震対策

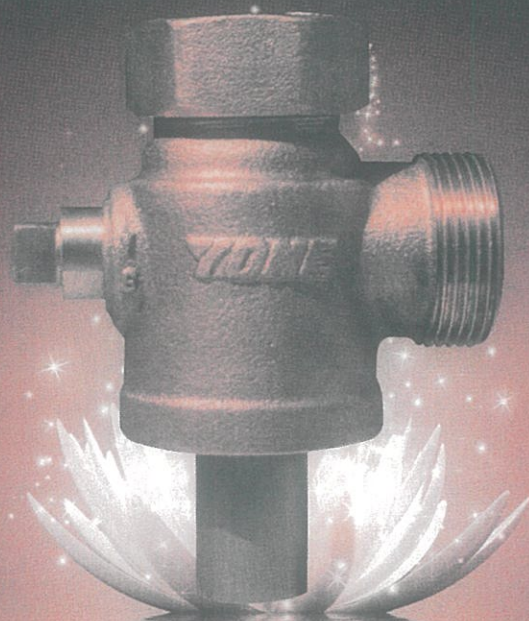


3D SEAL

様々な配管に対応可能な

次世代型分水栓

3D SEAL工法から生まれた3D SEAL分水栓は、
これまで管種/管径毎に必要なだったサドルを必要とせず、
たった一つで様々な配管に対応できます。



製品の詳細は、本誌110頁
の記事をご参照下さい。

YONE ヨネ株式会社

<http://3dseal.jp>



地震対策におけるフレキシブルホースの有効性

Effectiveness of flexible hoses in earthquake countermeasures

＜地震の被害から設備を守る＞

南国フレキ工業㈱ 中本 亮宏

1. はじめに

フレキシブルホースとは壊れるために存在する。それだけを聞くと大多数の人が、何を言っている、壊れないモノを作れ、開き直るなど思うかもしれない。ただ、この「壊れるため」の前に、「配管ラインの代わりに」を添えると共感頂けるかと思う。

地震による被害はもはや改めて説明せずとも様々な文献により記されているため本稿ではあえて省略するが、その地震被害の内の一つである地盤沈下に対する対策として、フレキシブルホースを取り上げたい。

大前提として、配管とは。配管—(液体・気体・粉体などの流体を輸送・密閉・蓄圧することや配線などの保護を目的に管(パイプ)、チューブ、ホースを取り付けることである。また管自体を指している場合もある)—とウィキペディアには記載されている。要するに配管とは、流体を送りたいところに送るための方法、手段といったところだろうか。では地盤沈下によって配管が分断されてしまうとどうなるか。流体を送りたいところに送れず供給が停滞する、又は流体が配管途中で漏えいし2次被害を引き起こす等の事態が発生する。従って地盤沈下により配管を分断する事態は避けなければならないのである。そこで活躍するのがフレキシブルホースということだ。地盤沈下による配管の分断を、その身をもってして繋ぎ止め、耐え凌ぎ、ときには破断するまで繋ぎ貫く。それがフレキシブルホースの生きざまであり、死にぞ

までである。前置きが長くなってしまったが、本稿では地盤沈下対策として危険物の貯蔵タンクと配管の接続部分に取り付けるフレキシブルホースについて説明する。

2. 消防法における危険物

広義の危険物は高圧ガス、放射性物質、火薬類、毒物及び劇物等さまざまなものがあるが、消防法上の危険物は火災の発生や拡大の危険性が大きいものなどを次の通りに定義している(第1表)。

この類別うち、第4類に該当する危険物を貯蔵、又は取り扱うタンクと配管の接続部分が地震等により損傷を受けるのを防止するための措置としてフレキシブルホースを用いるよう消防法第20号により定められており、当該フレキシブルホースにおいては、「可撓管継手に関する技術上の指針」によって運用されている。

当該フレキシブルホースは消防立会いの下、規定された試験を実施した結果、消防評定を取得した製品のみ危険物タンクの接続部分に使用することが認められている。なお、試験内容の概略は以下の通りである。

- ① 構造、形状、材質及び寸法試験
- ② 強度試験
- ③ 耐震性能試験
- ④ 耐久試験
- ⑤ 表示試験

第1表 危険物の類別

類別	性質	特性
第1類	酸化性固体	そのもの自体は燃焼しないが、他の物質を強く酸化させる性質を有する固体であり、可燃物と混合したとき、熱、衝撃、摩擦によって分解し極めて激しい燃焼を起こす。
第2類	可燃性固体	火災によって着火しやすい固体、又は比較的低温（40℃未満）で引火しやすい固体であり、出火しやすく、かつ燃焼が早く消火することが困難である。
第3類	自然発火性物質 及び禁水性物質	空気に晒すと自然に発火し、又は水と接触して発火し、若しくは可燃性ガスを発生する。
第4類	引火性液体	液体であって引火性を有する。
第5類	自己反応性物質	固体又は液体であって爆発の危険性を有する、又は加熱分解などにより比較的低温で多量に熱を発生する。
第6類	酸化性液体	そのもの自体は燃焼しない液体であるが、混在する他の可燃物の燃焼を促進する性質を有する。

3. 強度評価

フレキシブルメタルホースには伸縮管継手（対応JIS：JIS B 2352）のようにJISが存在しておらず、すなわちJISによって定められた計算式がないことを意味する。ただし、それはフレキシブルホースが何の強度計算もされずに製作されているわけでは決してない。前述の消防法フレキシブルホースは消防法により定められた強度計算式があり、その計算式を基に強度評価し設計、製作している。本稿では耐圧性能に影響するベローズ及びブレードの強度計算式を抜粋して紹介する。

3-1 ベローズの強度

- 内圧によって生ずる周方向引張応力

$$\sigma_{tc} = \frac{P \cdot dp}{2 \cdot n \cdot tp} \left(\frac{1}{0.571 + \frac{2w}{q}} \right)$$

- 内圧によって生ずる長手方向引張応力

$$\sigma_{ta} = \frac{P \cdot w}{2 \cdot n \cdot tp}$$

- 内圧によって生ずる曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{P}{2 \cdot n} \left(\frac{w}{tp} \right)^2 C_p$$

※P：最大常用圧力 [MPa]

n：ベローズの層数

w：ベローズの山の高さ [mm]

tp：成形による板厚減少を考慮した

ベローズ1層の板厚 [mm]

dp：ベローズの有効径 [mm]

q：ベローズのピッチ [mm]

cp：曲げ応力に対する補正係数

3-2 ブレードの強度

- 内圧によって生ずる引張応力

$$\sigma_t = \frac{\pi \cdot P \cdot dp^2}{4 \cdot nb \cdot \cos \frac{\phi}{2} \cdot A}$$

※P：最大常用圧力 [MPa]

dp：ベローズの有効径 [mm]

φ：ブレードの交叉角 [度]

A：線ブレード $0.78db^2$ [mm²]

帯ブレード $B \cdot tb$ [mm²]

db：線ブレードの直径 [mm]

B：帯ブレードの幅 [mm]

tb：帯ブレードの厚さ [mm]

nb：線ブレード又は帯ブレードの本数

強度計算による評価項目は、静荷重におけるベローズの周方向引張応力、長手方向引張応力、内圧によってベローズに生ずる曲げ応力、及び最大軸直角変位量による繰返し寿命回数である。

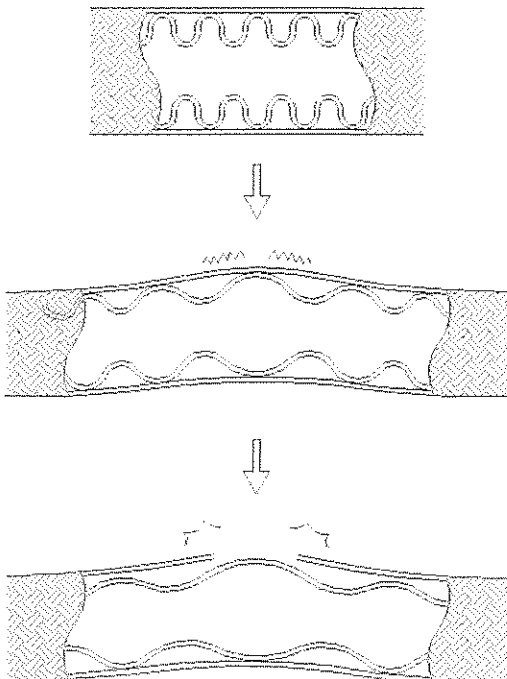
4. フレキシブルホースの有効性

製品設計において強度計算が重要なファクターの一つであることは明白だが、それば

かりではフレキシブルホース自体をイメージしにくいと思われるため、視覚的な観点から攻めてみよう。

今更ながら、本稿では前提としてフレキシブルホースを金属製として説明しているが、もちろん材質は金属製だけではなく、ゴムやPTFEなど様々な種類のフレキシブルホースが存在し、それぞれの用途に合った材質を選定し使用することが重要だと言える。

例えば1995年1月に発生した阪神淡路大震災において、地盤沈下の影響を受け各種継ぎ手製品が次々と破断していく中、その金属製ジャバラという形状から外装ブレードが千切れようとも、内部のペローズが想定以上に伸長したことにより、可燃性流体の漏えいを防ぎ2次被害を凌いだことから、その功績を評価され金属製のフレキシブルホースは世間の脚光を浴びるようになった。強度、耐食性、耐熱性、そして粘り強さを意味する靱性という金属製の強みを十二分に発揮し社会貢献した事案であった(第1図)。



第1図 ヘローズ伸長時の様子

外装ブレードが破断することにより内部のペローズは変形こそするが破壊まで至らず内部流体の漏えいを防いだ。

5. おわりに

フレキシブルホースは地盤沈下による変位吸収、又は配管を伝わる振動、脈動、圧力変動といった負荷、ストレスを一身に受けつつも、配管ラインを正常に保ち流体を目的地まで円滑に送るため陰ながら尽力し続けている。何も起きないことが一番ではあるが、楽観視せず最悪の事態を想定し、事前に対策を立て実行することは、災害時の事故防止に非常に有効である。

また前述した通り、用途に合わせ適切に選定、配置することも重要であり、選定を誤ると腐食や割れ等の不確定要素により事故に繋がる原因となり得る。仕様条件、使用状況、周辺環境、その他諸々の情報のうち選定に必要な情報を開示頂くことによって、メーカーは条件に適した製品の選定が可能となる。そう、選定する上で重要なことは、数多ある情報の中から選定に必要な情報をどれだけの確に揃えられるかである。そうすると技術者に求められているスキルとは、真実を見通すためのプライベートアイに他ならないのかもしれない。

このように選定、配置されたフレキシブルホースによって1次被害、2次被害を最小限に抑え、人々の日常を守り社会に貢献するべく、我々製造メーカーは今日もより良い製品の設計、製作そして開発に励んでいる。

【筆者紹介】

中本亮宏
南國フレキ工業株式会社 管理部 技術課 主任