

< 参考資料 >
平成24年2月9日
東京電力株式会社

耐圧ホースの破損事象に関する 原因調査について



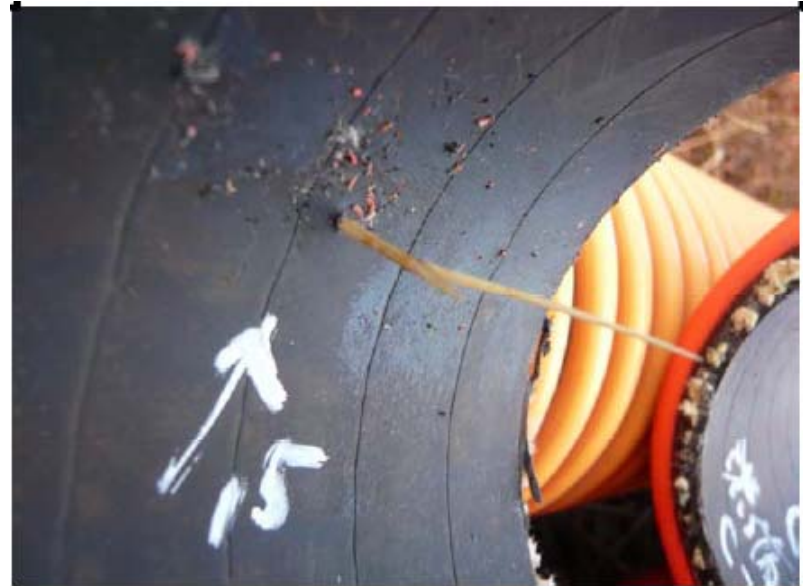
東京電力

耐圧ホースの破損事象

- 現在運用中の耐圧ホースにおいて、亀裂や植物の貫通による漏えいが発生している。
- 損傷の原因を解明する目的で調査を実施した。



亀裂



植物（チガヤ）の貫通

耐圧ホースのねじれと植物の貫通

- 通水開始時に耐圧ホースのねじれが確認されている。装置の起動停止が繰り返されるため、その都度ホースにねじりが加えられ、損傷に至った可能性がある。

(調査①)

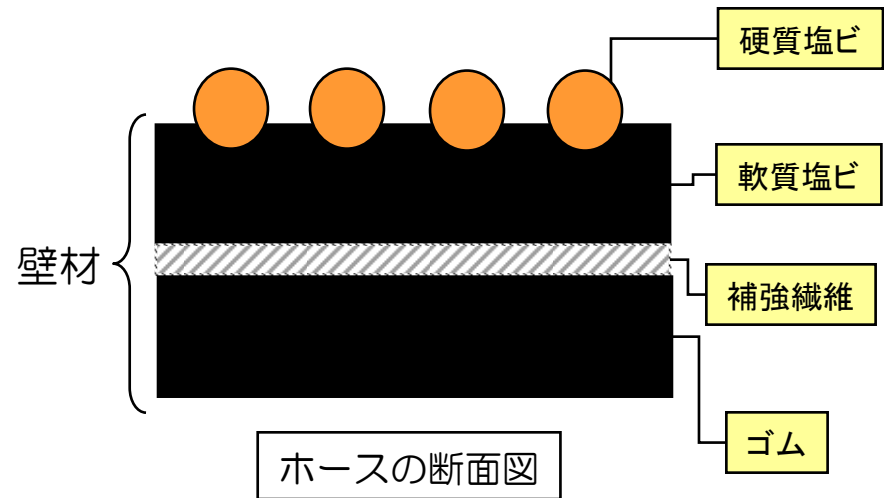
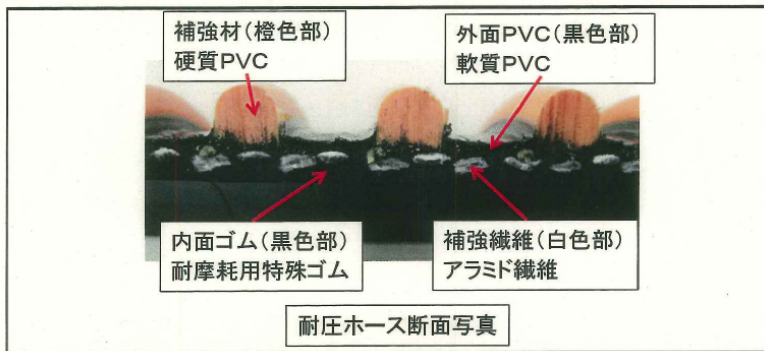
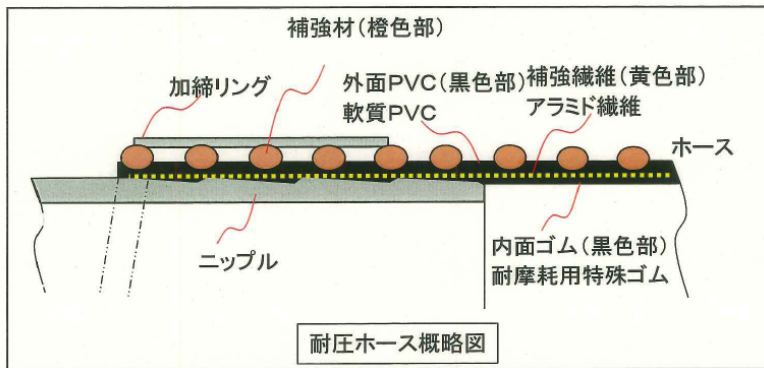
ホースにねじれを加えることでホースが破損するかホース強度にどのように影響するかを調査した。

- 植物の芽が貫通するかどうか、知見がない。

(調査②)

植物の芽を模擬した針を使用してホースへの貫通しやすさを調査した。

耐圧ホースの構造



- ホースの壁材は、網目状の補強繊維を軟質塩ビとゴムで挟んだ三層構造。その他、ホース周方向にも補強繊維がある。
- ホース壁材の外側に外部補強材として硬質塩ビチューブを螺旋状に融着。

調査① 耐圧ホースの捻回試験・引張試験

■試験概要

耐圧ホースを捻回試験機に取り付け、ねじりを繰り返し加えながら、リークの有無やトルクを計測した（写真1）。さらにねじりを加えた耐圧ホースの引張試験を実施して引張強度を計測した（写真2）。

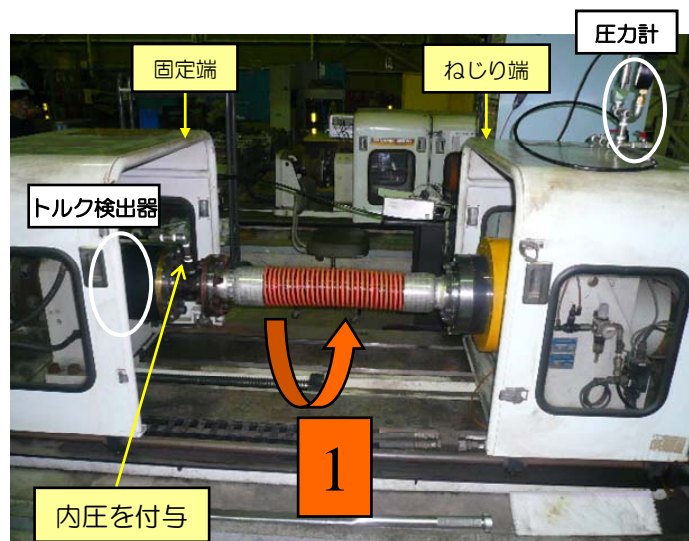

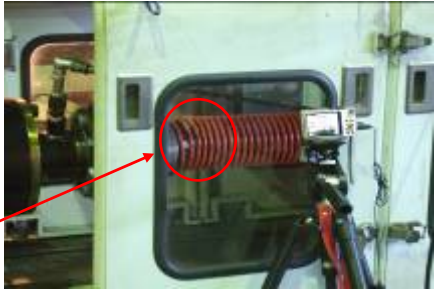


写真1 ねじり試験



写真2 引張試験

調査① 耐圧ホースの捻回試験の結果

内圧	0.2MPa	1MPa
回転方向・角度 ねじり回数	螺旋がほどける方向・85° 100回	螺旋がほどける方向・85° 50回（29回+21回）
リークの有無	なし	なし
最大トルクの変化	ほぼ変化なし	ねじり回数29回目で大きく低下、試験再開後は徐々に低下
試験中・後の試験体の形態	<p>ねじり回数100回目までに大きな変形なし。ホース内部にも変化なし。</p>  <p>100回ねじり後</p>	<p>ねじり回数29回目で音が発生、試験を中断し内部を確認も、大きな変化なし。試験再開後の1回目のねじり（通算30回目）で、大きな音とともに、ホースの変形が発生。その後通算50回までねじりを加えた。試験終了後の内面に大きな変化なし。ホース長が8mm（1.1%）伸張。</p>  <p>蛇行発生</p>

- 内圧が高い場合、トルクの低下や変形が見られたが、リークは発生しなかった。また、内部ゴムの亀裂も確認されなかった。

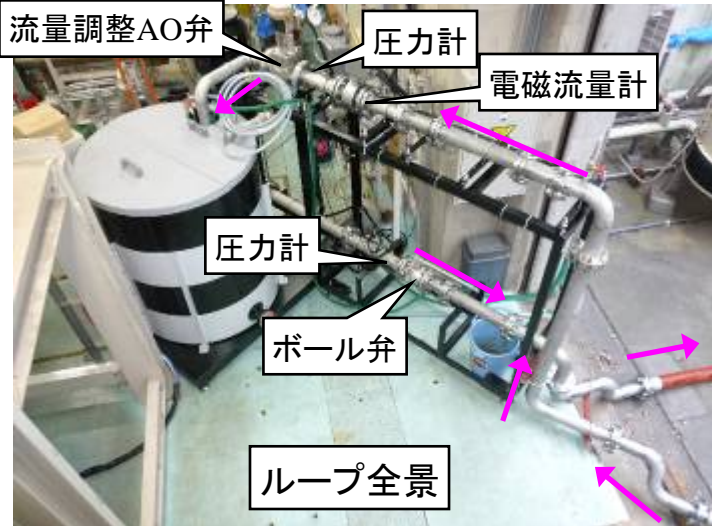
調査① 耐圧ホースの引張試験の結果

	新品ホース	ねじりを100回加えたホース ※外見上の顕著な変化なし、貫通穴あり
降伏点の荷重	許容引張荷重の約6倍	許容引張荷重の約5倍
試験中、試験後の試験体の様子	引張開始後、しばらくしてからホースより音が発生し、荷重が低下。その後、ホースが大きくなじれ・蛇行し、最終的に外筒加締が外れた。	引張開始後、すぐにホースより音が発生した。途中ホースが大きくなじれた。硬質塩ビのピッチが広がり、最終的に軟質塩ビ部分と内層ゴム部分が破断した。



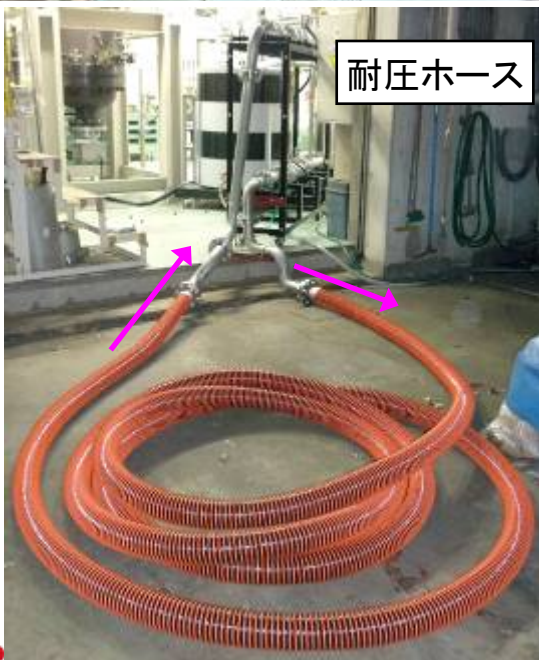
引張試験の実施状況

調査① 実機模擬ループ試験 ねじれ具合の評価



■試験ループ概要
ポンプ性能: 最大流量650L/min, 最大揚程100m
最高使用圧力: 0.8MPa (設計圧力1.0MPa)
配管口径: 80A (内径83.1mm)

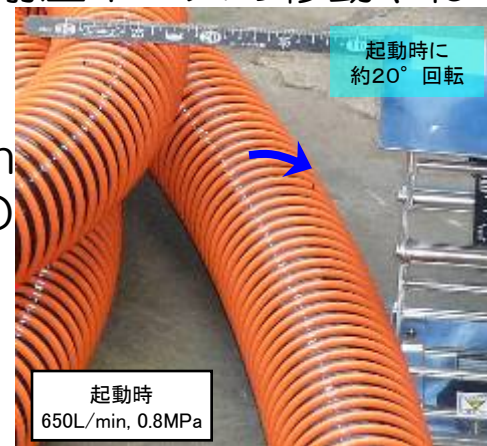
■耐圧ホース概要
口径: 75A
全長: 20m
許容曲げ半径: 750mm 以上



ポンプの起動・停止の繰り返し、弁の急開閉を含む、実機を模擬した通水試験を行って、耐圧ホースの移動やねじれ具合を確認した。

実機と同様に、通水開始時に数cmのホースの移動と最大20°程度のねじれが観測された。

→実施した捻回試験は実機よりもかなり厳しい条件といえる



調査① まとめ

- 耐圧ホースに、実機よりも厳しい条件のねじりを相当回数加えても、リークを伴う破損は起こらなかった。
- ねじりにともなって若干の強度低下は見られるが、ホースを破損させるほどの低下は起こらない。

以上のことから、実機での運転に伴うホースのねじれ程度ではホースの破損は起こらないものと推定される。

ただし、急激な内圧の変動や、ホースの傷などがあった場合、破損が発生しやすくなると推定される。

調査② チガヤについて

- 防草シートを製造しているメーカーに確認したところ、現場でホースに貫通していた植物は、芽の形や色、周辺に群生していることなどから、チガヤで間違いないとの見解が得られた。



チガヤは、日本全国の道端、荒地などに生息する多年草で5～6月ごろに発芽し、先端が細く尖った芽を出す。この芽は一般的な防草シートを容易に突き通すほどの貫通力を持つ。

調査② 模擬針を用いた貫通耐力試験（耐根性試験）

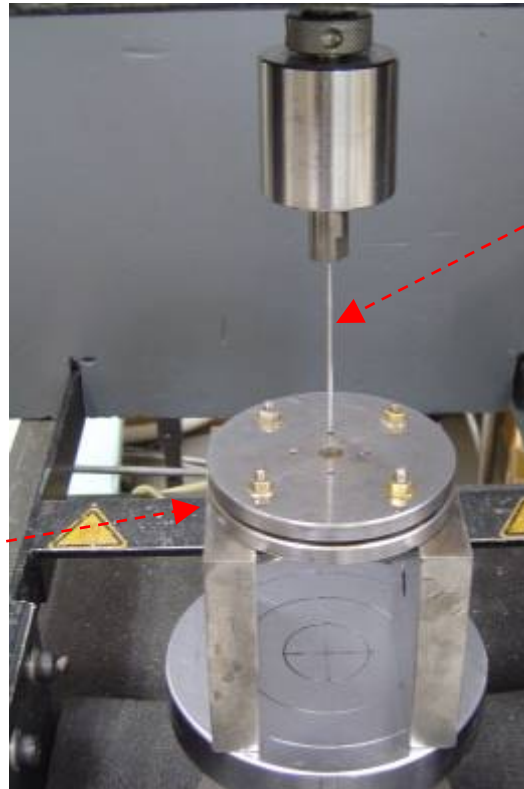
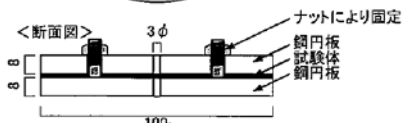
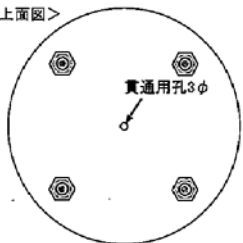
JSTM G7101（防水材料等の耐根性評価のための模擬針を用いた試験方法）に準拠した試験を行い、ホース材料の耐根性を確認した。

ホースから軟質塩ビとゴム層を切り出し、下図のような治具に挟みこみ固定

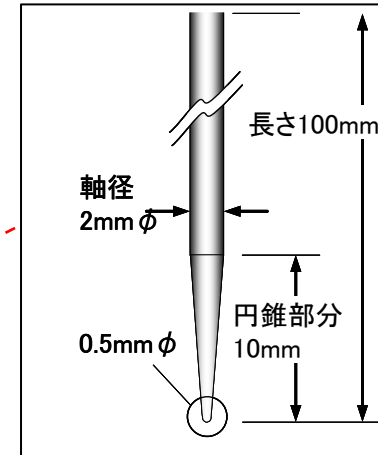


切り出した試験体

<上面図>



財団法人建材試験センターより提供



5.2 模擬針

模擬針は、図1に示す形状とする。材質はステンレス鋼（JIS G 4303に規定するSUS440C）製又はこれと同等以上の硬さのステンレス鋼材とする。

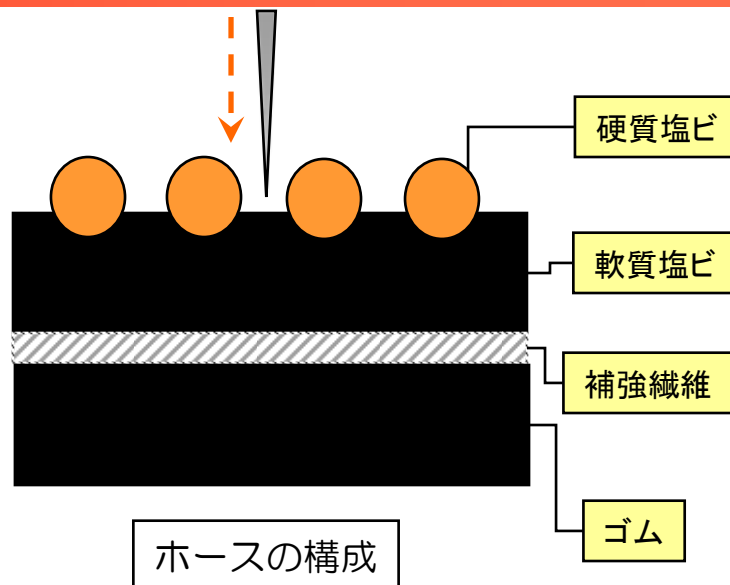
なお、円錐部分の研磨表面粗さは0.2～0.3 μ mとする。

なお、試験規格に従って、試験中に荷重が50Nを超えた場合にはそこで試験を中止する。

図1、2は、建材試験センター規格 JSTM G7101:2011『防水材料等の耐根性評価のための模擬針を用いた試験方法』（財団法人 建材試験センター 発行）より転載。

調査② 模擬針を用いた貫通耐力試験（耐根性試験）

ホースは右図のような構造である。実際の試験では、模擬針が軟質塩ビ層を貫通し、補強繊維に触れたところで、荷重が50Nを超えたため、軟質塩ビを貫通するまでの最大荷重で評価した。



試験結果

模擬針がホースの塩ビ層を貫通するまでの最大荷重 (N)
20以下

耐根性の評価基準		
最大荷重 20N以下	最大荷重 20~50N	最大荷重 50N以上
耐根性が無い	ほぼ耐根性あり	耐根性がある

最大荷重が20N以下の材料は、『耐根性が無い』と評価されており、植物が軟質塩ビ層を貫通する可能性は十分であると推定される。

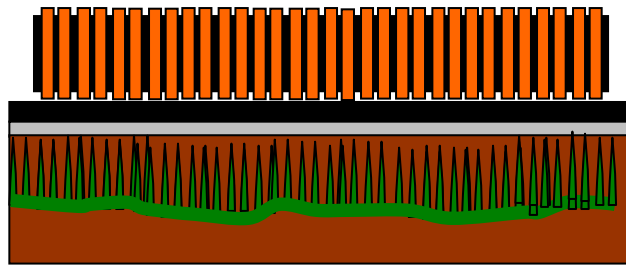
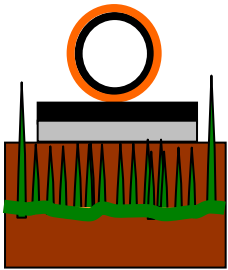
調査② まとめ

- 先端の尖った植物の芽（チガヤなど）であれば、ホースの自重が作用することで、ホース内部への貫通が起こりうるものと推定される。
- なお、表面の疵は、水の浸透などでホースの強度を低下させる可能性があるかと推定される。

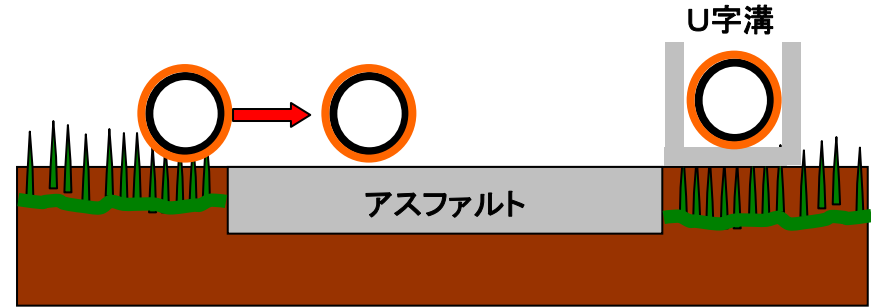
チガヤへの対策

■ホースの設置状況等に応じて以下の対策を検討・実施する

- アスファルト上へのホース移設
- チガヤ対策シート（市販）のホース下部敷設
- U字溝（コンクリート）等へのホース移設（敷設）



チガヤ対策シート敷設



ホース移設