

危険物施設に適用可能な 新技術による点検方法等の調査



【底部溶接線】

- ・ 交流電磁場測定法（ACFM）
- ・ 磁粉探傷試験の自動化及びデジタル画像化技術

【付帯配管の津波・水害対策】

- ・ 水圧を感知して自動で閉止する弁



平成12年8月24日付 消防危第93号通知にて示された交流電磁場測定法について調査した。

【測定原理】

交流電磁場測定法は渦電流探傷試験と同じ電磁誘導現象を用いた一様渦電流探傷法に分類される。

主な特徴として、直交したECTプローブを2つ配置していること、かつプローブ先端部より高い位置から電界誘導させ試験体中に均一な電界を形成させ、欠陥検出性を高める工夫がなされている。

ACFM 動作原理

均一な電界の形成

電界誘導（インデューサ）：

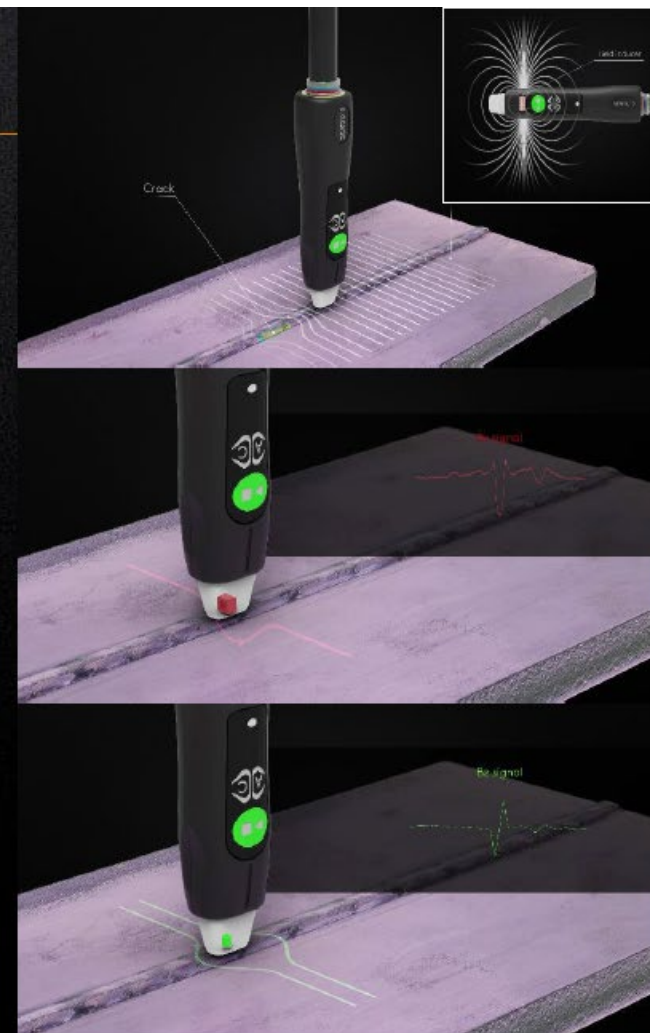
- ・ プローブ先端部よりも高い位置に設置
- ・ 安定した交流電源にて駆動
- ・ 被検体中に均一な電界を形成

欠陥は被検体中の電流は流れの妨げに：

- ・ 一部は強制的に深さ方向へ迂回（赤色）
- ・ 一部は割れの端部を迂回（緑色）

検出対象に近接した小さな検出コイルで妨害を検知：

- ・ Bxコイル（赤）は割れの深さに関する情報を収集
- ・ Bzコイル（緑）は割れの長さに関する情報を収集





【特徴】

- ・ ECTと同じく環境負荷低減、作業環境の改善、記録性の向上が期待出来る。
- ・ コーティング剥離及び脱脂などの前処理、後処理が一部省略可能となる。
（コーティングを剥離することなくその上から探傷が可能）

ACFM 動作原理

バタフライ

Bx 信号:

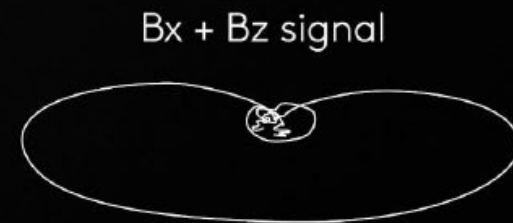
- ・ 一般的に割れの上を通過するとき下方方向へ振幅
- ・ 振幅値は割れの深さに相関
- ・ 割れの向きを区別するために使用

Bz 信号:

- ・ 割れの一端の近傍でマイナスの谷を形成し、もう一端でプラスの山を形成
- ・ 割れの長さに相関

バタフライ:

- ・ Bx および Bz 信号を合成
- ・ 単純化された明確なインディケーション情報
- ・ 簡単に習得し易いルール、効率的で信頼性の高い分析を可能に
- ・ 割れと他の指示とを区別する目的で利用できる



- 令和4年度と令和5年度に実施したECT検証試験と同じ試験片を用いてデータ採取した。



写真1-ECT探傷装置の一例

番号	材質	形状	余盛の有無	コーティング厚さ(μm)	位置	きず性状	長さ(mm)	深さ(mm)	幅(mm)
S14	SS400	重ね継手	サブマージ自動	0	溶接止端	矩形スリット	4.0	1.0	0.25

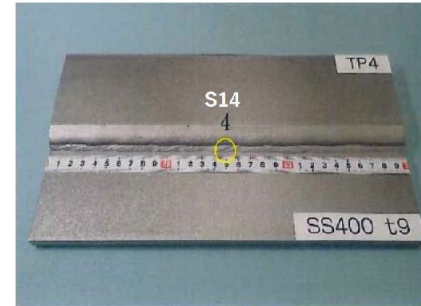


写真2-ECT試験片の一例

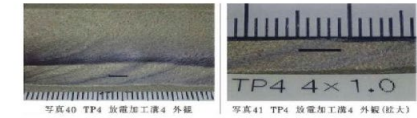


表3 寸法計測値

試験片	きず名称	長さ(mm)		幅(mm)		深さ(mm)	
		目盛(±0.1)	実測値	目盛(±0.05)	実測値	目盛	実測値
TP1	1L	2.0	2.07	0.07	0.25	0.29	0.04
	1C	3.0	3.07	0.07	0.25	0.29	0.04
	1R	4.0	4.06	0.06	0.25	0.31	0.06
TP2	2	4.0	3.96	-0.04	0.25	0.26	0.01
	3	4.0	3.92	-0.08	0.25	0.24	-0.01
TP4	4	4.0	4.02	0.02	0.25	0.24	-0.01
	4L	4.0	3.97	-0.03	0.25	0.24	-0.01
TP5	5L	4.0	4.03	0.03	0.25	0.25	0.01
	5R	4.0	4.03	0.03	0.25	0.25	0.01

【平板試験片における試験条件】

- 欠陥サイズ：2mm、3mm、4mm（深さ1.5mm、幅0.25mm矩形スリット）
- コーティング厚さ：0mm、0.5mm、1mm、2mm
- SS400、SPV490Q
- 角度感度特性（0°、30°、60°、90°）
- 欠陥中心からのオフセット（0mm～5mm）

【隅肉溶接試験片】

- 隅肉溶接試験片3種類（ECT試験と同じ荒れた手溶接、きれいな手溶接、サブマージ溶接）
- コーティング厚さ：0mm、0.5mm、1mm、2mm

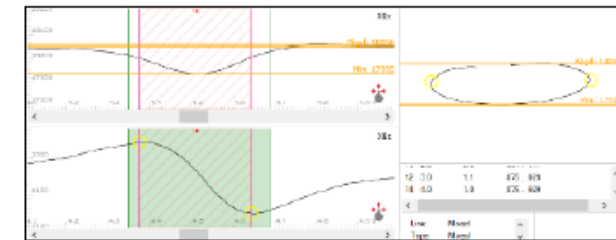
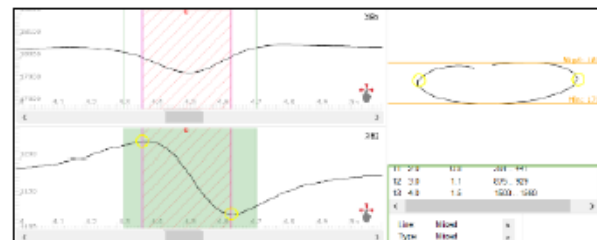
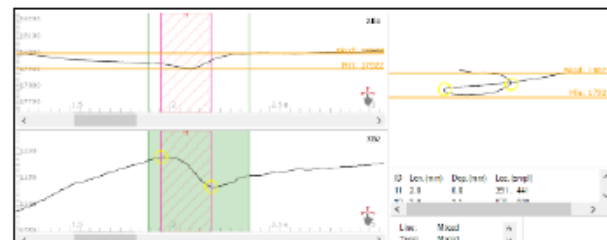


図1-ECT試験による波形データの一例

- ECTと同程度の検出性を確認している。
（令和6年度もECTと同一試験片を用いた継続調査中である。）

磁粉探傷試験（MT）の自動化及びデジタル画像化技術（１）

【装置概要】

従来は1台の極間式磁化器を直交する2方向に手動により磁界の向きを変えて探傷している。本装置は2台の極間式磁化器を平行に配置し、電氣的に磁界を2方向に切り替えながら自動探傷する装置である。同位相で同時に磁化することで広範囲に有効な磁界を発生させることが出来る。

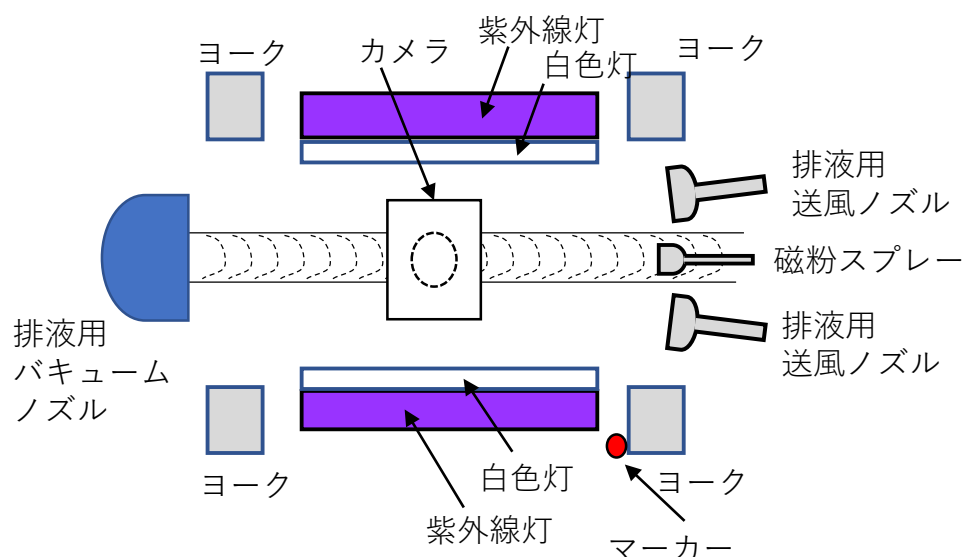


図2 探傷装置概要図（上面視）

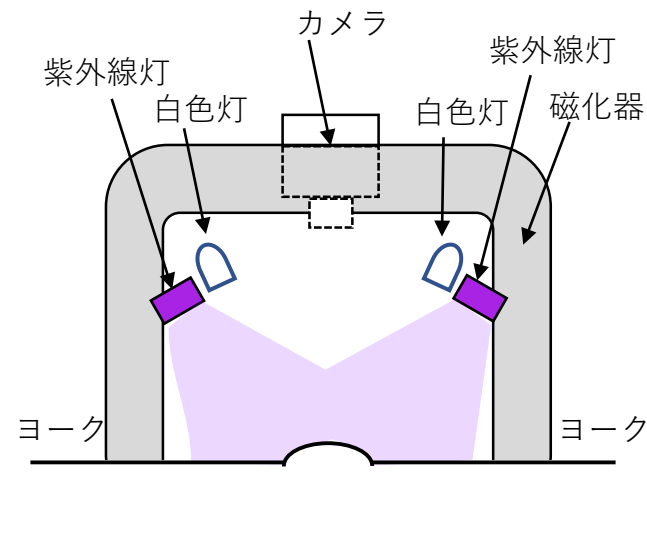


図3 探傷装置概要図（断面視）

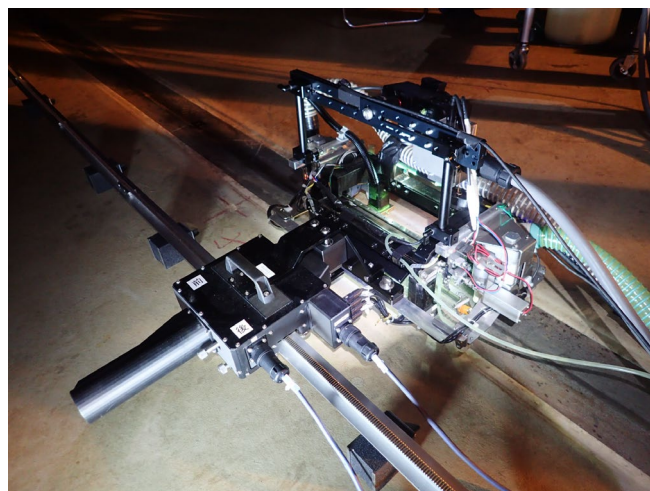


写真3 磁化器走査機構

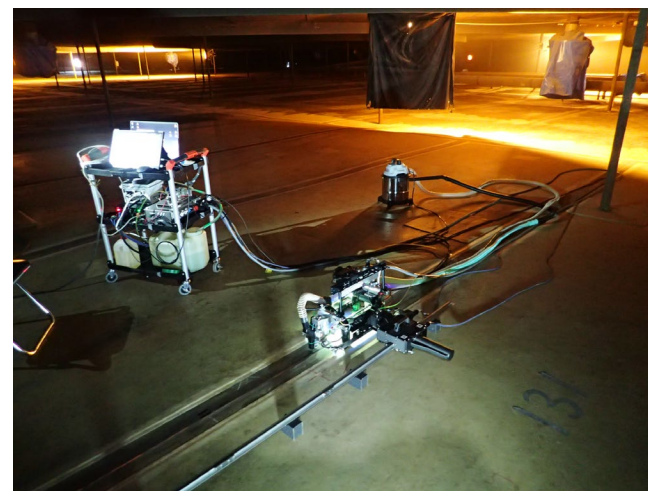
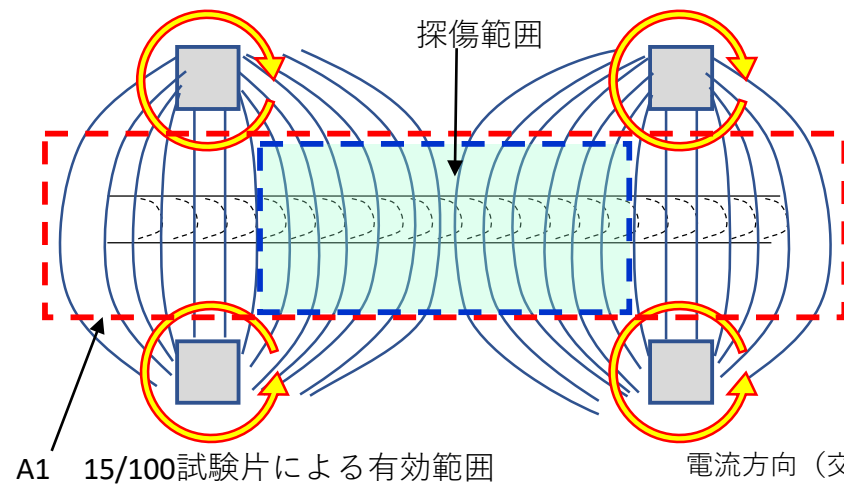


写真4 装置全体



磁化方向①

縦割れ方向（溶接線に平行方向）



磁化方向②

横割れ方向
（溶接線に直交方向）

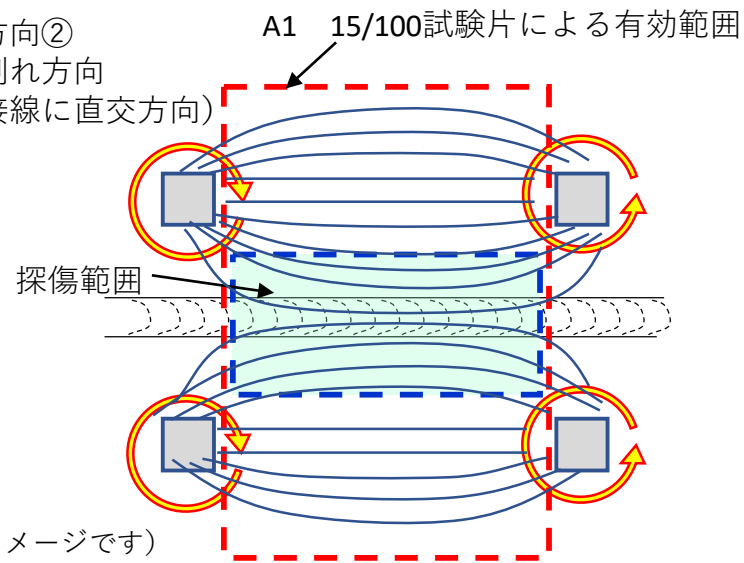


図4 磁化方向イメージ図



写真5 試験片による探傷例（動画）

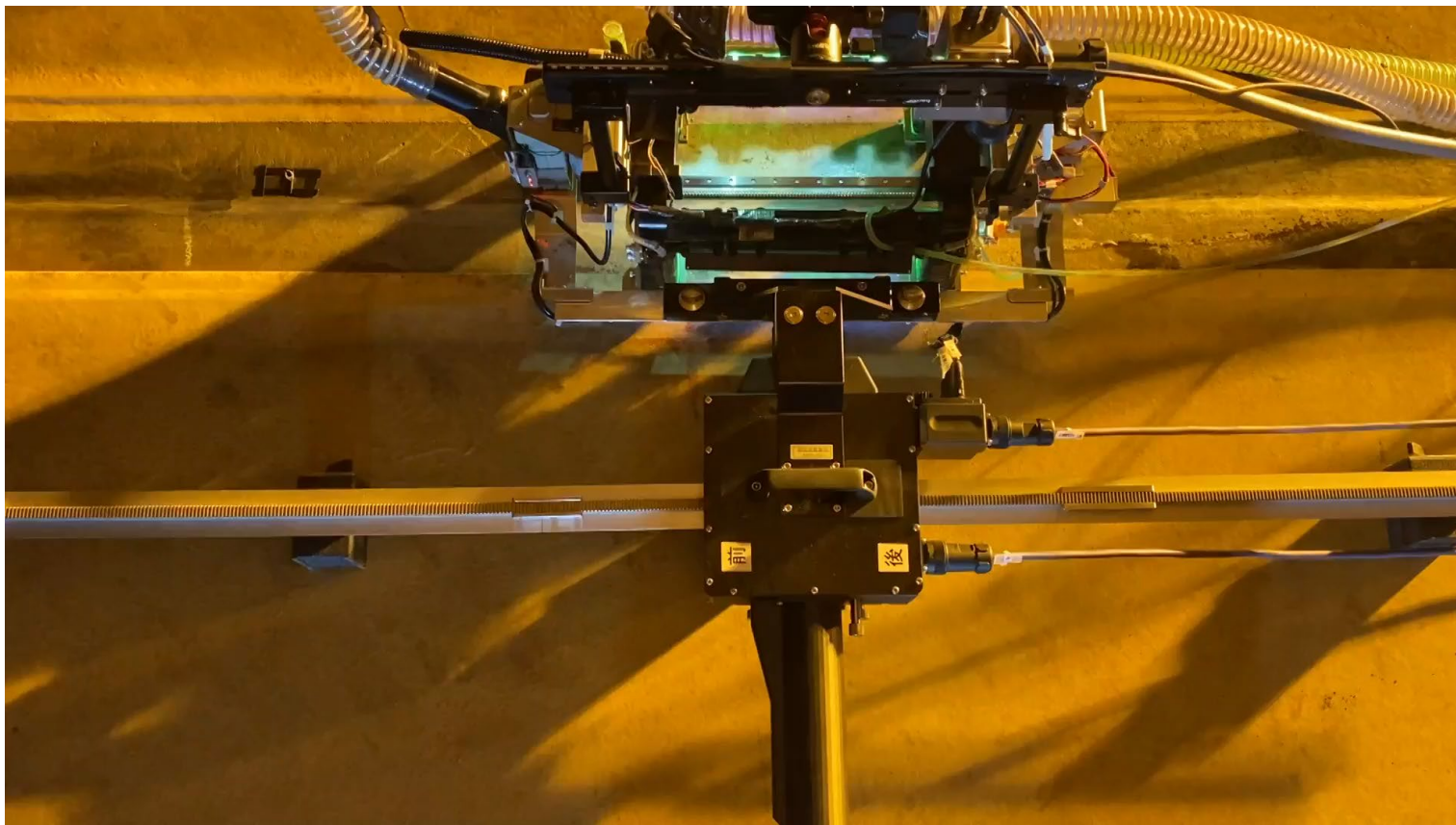


写真6 探傷の状況（動画）

【特徴】

- ・自動化により作業性が向上し省力化が期待される。（工数の削減）
- ・探傷者（判定者）はディスプレイを見ながら探傷試験を行うことが可能である。更に保存された画像を用いてオフラインで判定を行うことも可能である。（作業環境の改善）
- ・探傷したデータはデジタル画像にて保存されるため記録性が良い。（記録性の向上）

【今後更に期待される技術】

- ・回線を通じてリモートで実施することも可能となりうる技術である。（更なる作業環境の改善）
- ・きず指示模様・疑似模様の画像データを蓄積していくことで、将来的にはAIを用いた自動判定（一次判定）を目指す。（更なる工数の削減及び作業環境の改善を目指す）



- ・令和３年３月に発出された「小規模屋外貯蔵タンクの津波・水害対策工法に係るガイドライン」により、小規模な屋外貯蔵タンクが津波等により滑動・転倒等による事故防止対策が示された。
- ・現在ガイドラインに基づき屋外貯蔵タンク本体について、津波・水害対策が進められているところである。
- ・平成23年３月東日本大震災の際、津波により屋外貯蔵タンクに付帯する配管類も被害を受けていることから、屋外貯蔵タンクへの対策のみならず付帯配管が損傷した場合における対策も望まれている。

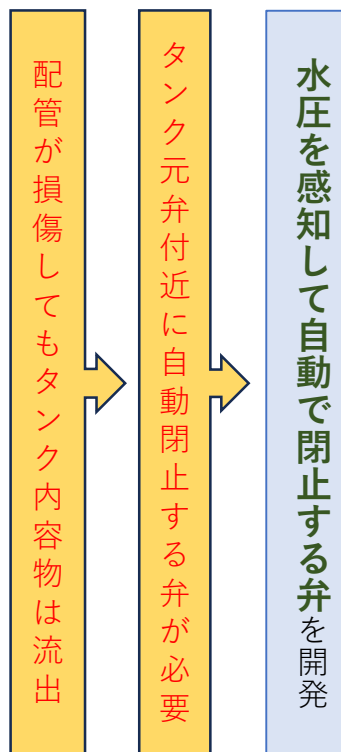
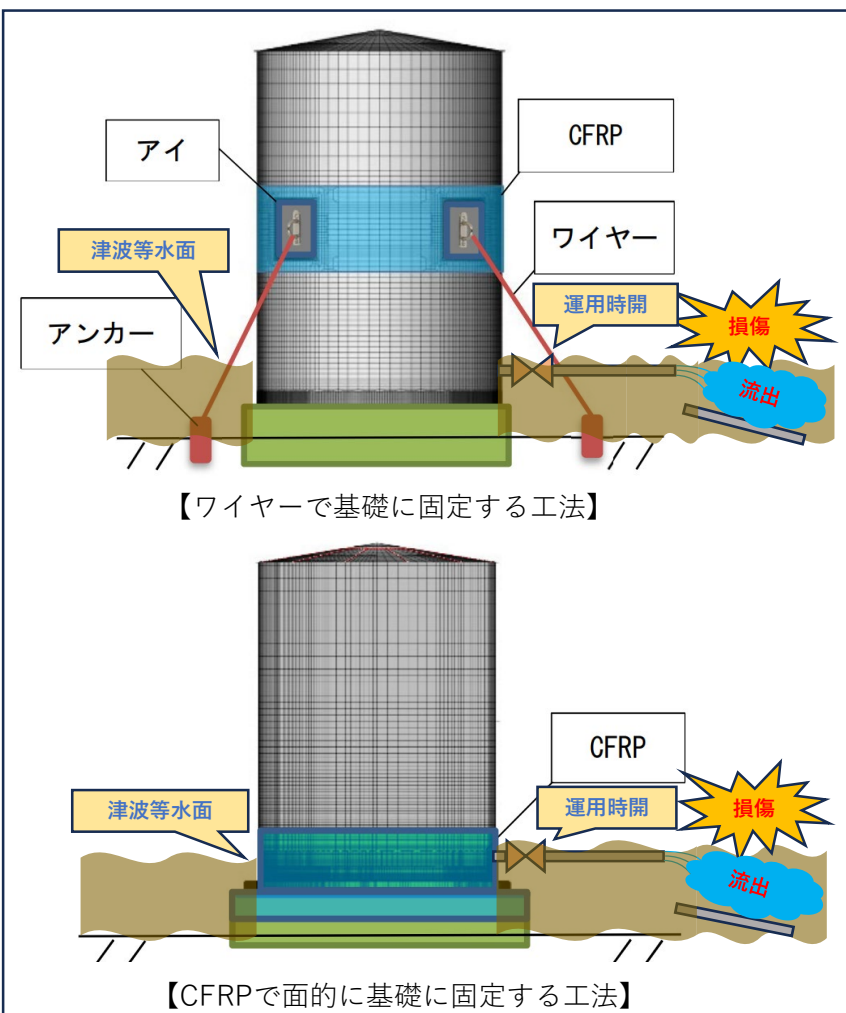


写真7 バルブ外観（一部カットモデル）

図5 津波・水害被害時の配管破損イメージ図



・ガス配管にて実績のあるダイヤフラム式差圧検知ユニット付き遮断弁を基に、津波・水害時を模擬した環境下での試験と改良を重ね開発された。

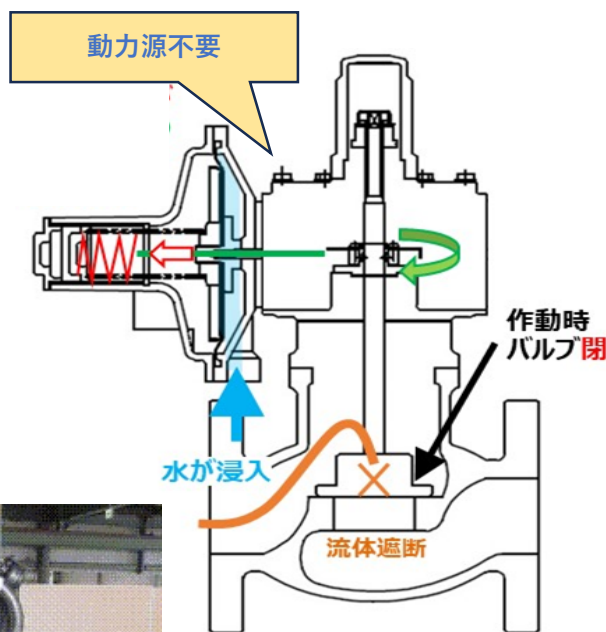


図6 バブル断面図

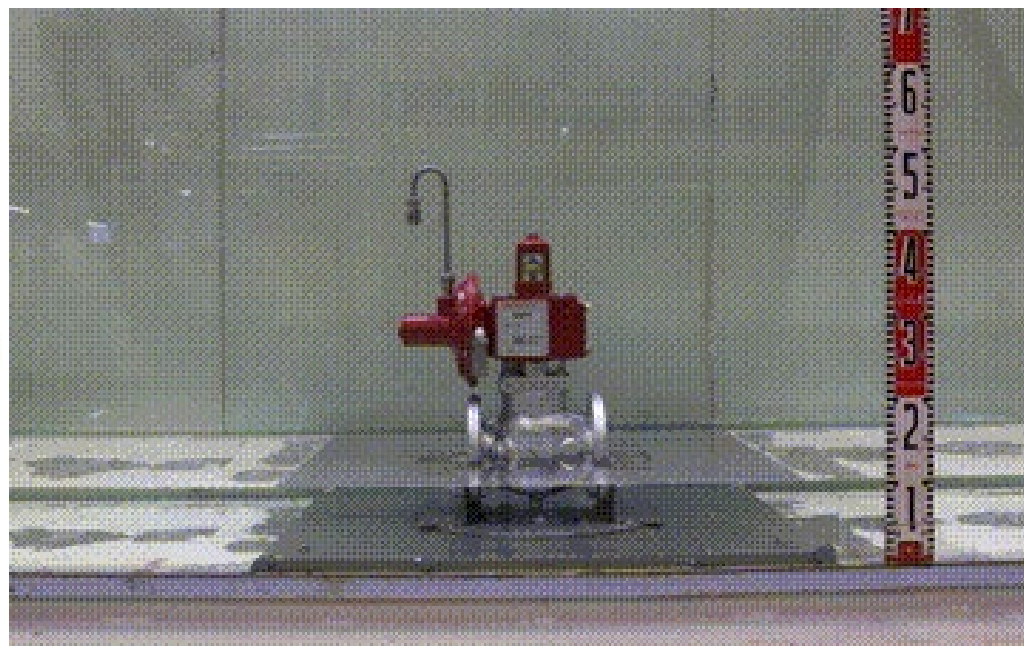


写真8 津波実験装置による作動確認（動画）



- ◎津波の水圧を感知し自動で閉まる（動力源不要）
- ◎汚水（葉・ビニール片・泥混在）でも確実に作動
- ◎電気設備等の付帯工事不要（既往電動等遮断弁に対し安価）
- ◎簡単に復旧可能

写真9 汚水による作動確認（動画）