



第54回オープンセミナー
技術課題解決促進事業

完全防水タッチスイッチの検討・試作

令和6年5月29日・30日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

新型転換炉原型炉ふげん 廃止措置部

技術実証課 古旗 壮一郎

1. 背景

水中レーザー切断はスタンドオフを精緻に制御する必要がある。



正確なセンシングを行う必要がある。

数mmスタンドオフがずれるとレーザーが貫通しない。

未貫通部の一部ではドロスが吹き返して、レーザーヘッドを傷つける恐れがある。

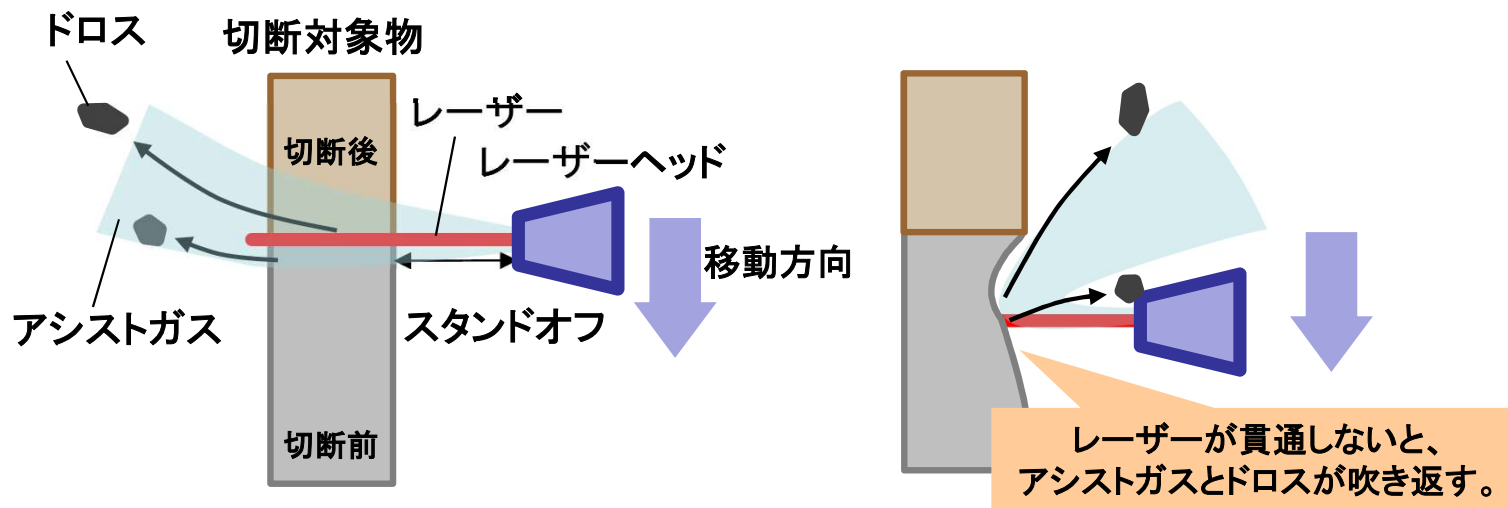


図1 レーザー切断試験時の側面からの様子(左:レーザー貫通、右:レーザー未貫通)



図2 レーザー照射後のドロスの様子

2. 課題の整理

位置情報取得機器で、実機相当の水中環境下で利用できる既製品がない。

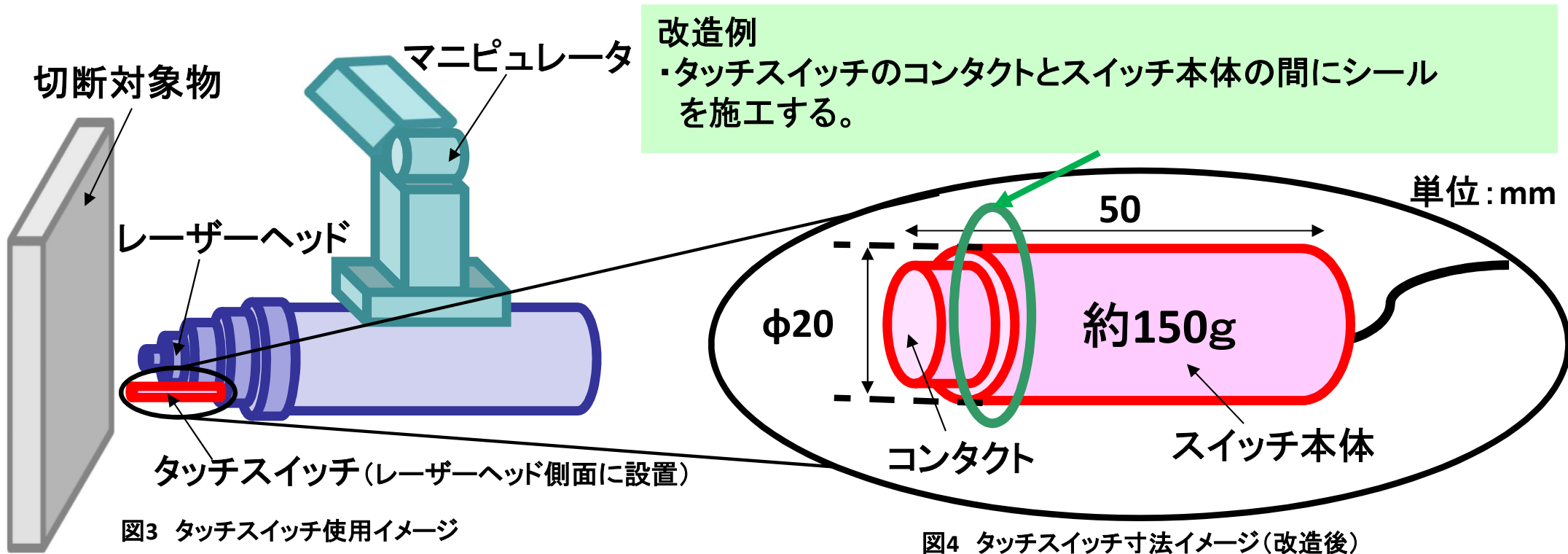
- ・水深約10m (IP68相当)
- ・水中で数日間使用
- ・進捗に伴い汚濁

表1 位置情報取得機器の利点と欠点

	レーザースキャナ	非接触近接センサ	タッチスイッチ
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・IP68の既製品あり ・高速、高精度、広範囲の測定 	<ul style="list-style-type: none"> ・IP68の既製品あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・制御が容易 ・物質によって精度が変化しない ・確実にセンシング可能
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・高反射材対象だと精度低下 ・濁水下で使用不可になる恐れ 	<ul style="list-style-type: none"> ・非磁性体では検出距離が短くなる ・外部環境によって検出距離が変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・IP67までしかない

**実機相当の水中環境下で利用できるようにタッチスイッチを改造し
スタンドオフのセンシングを行う。**

3. 試作の概要



要求事項

- コスト低減のため、既製品を改造する。
- ・防水性能: IP68相当(水深約10mかつ水中で数日間使用可能)
- ・本体寸法、重量: 約φ20mm × 50mm、約150g
- ・センシング性能: 既製品と同等

3. 試作の概要



図5 想定している既製品(メーカー:メトロール、型番:CSHシリーズ(左:CSH、右:CSHP))

■共通仕様

接点構造	接点形
動作形態	A:NO / B:NC
動作までの動き	約 0.3
ストローク	2.8
動作点の繰返し精度	ON→OFF OFF→ONとも 0.005(レンジ)(軸方向) (条件:操作速度 50~200mm/min) ※
応差	0
接点精度寿命	1000万回 (ただし振動による誤作動がなく 定格内の電圧、電流で使用の場合)
保護構造	IP65
接触力	1.5N (軸方向)
プランジャ軸	回り止めなし
ケース材質	SUS303

■共通仕様

単位: mm

接点構造	接点形
動作形態	A:NO / B:NC
動作までの動き	約 0.3
ストローク	2.8 (軸方向)
動作点の繰返し精度	ON→OFF OFF→ONとも 0.005(レンジ)(軸方向) (条件:操作速度 50~200mm/min) ※
応差	0
接点精度寿命	1000万回 (ただし振動による誤作動がなく 定格内の電圧、電流で使用の場合)
保護構造	IP67
接触力	1N (軸方向)
プランジャ軸	回り止めなし
ケース材質	SUS303

図6 メトロール、CSHシリーズのタッチスイッチのメーカー仕様(左:CSH、右:CSHP))

動作までの動き、ストローク、応差、接触力は図6の仕様を下回らないようにする。
保護構造は、IP68相当(表2参照)に変更する。

表2 要求するタッチスイッチの仕様

防護等級	IP68
水深	10 m
水圧	0.1MPa
使用時間	数日間
外径	約 20 mm
全長	約 50 mm
重量	約 150 g
使用温度	室温
当て方	直進・偏角
先端形状	R形状

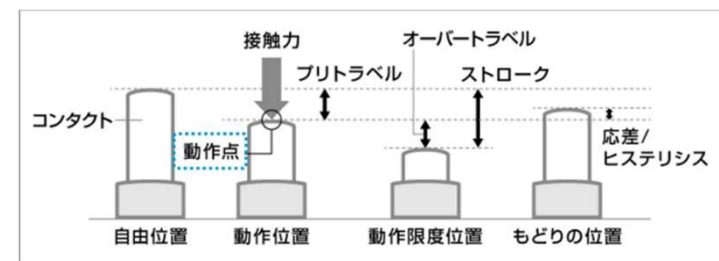


図7 タッチスイッチの用語

4. 留意事項その他

- タッチスイッチは、レーザーヘッド側面に設置し、使用する。
- スタンドオフは5mm±1mm以下。(誤差をできる限り減らす。)
- スタンドオフは短いほど良い。

- タッチスイッチの防水性能は、企業の社内検査の立会にて確認を行う。
(詳細については協議)

ご清聴ありがとうございました。

5. 参考資料

試作されたタッチスイッチの要求事項の確認方法

原則、規格要求に基づき企業と協議し試験方法を決定するが、ふげんで検討している試験方法は以下のとおり。

- 水深10m相当の水中環境を作り、タッチスイッチを沈める。
- 水中で一日に数回タッチスイッチ(20動作/回)の先を動作させる。水中に沈めたままこの動作を数日間(2日以上)行う。
- 試験後、タッチスイッチを引上げ水の侵入や動作を確認する。

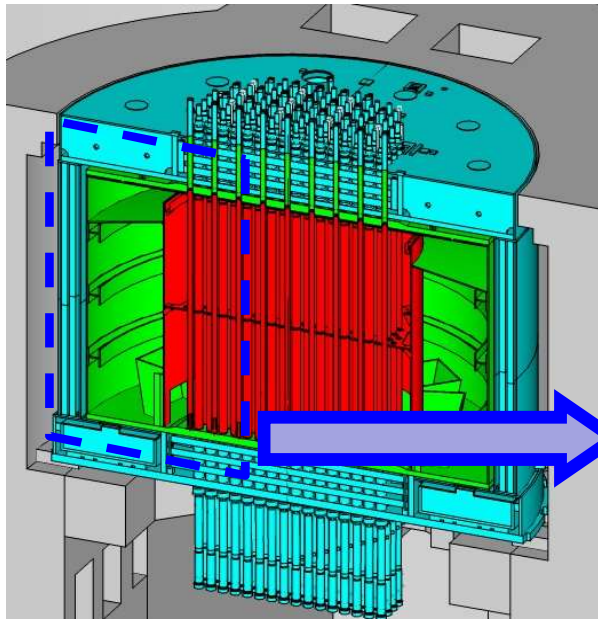
必要に応じて、ふげん所有の加減圧タンク(右写真範囲)を貸与可能。(動作確認で必要となる導入ポート等の必要な部品等は企業側で準備が必要。)



ふげんが所有する加減圧タンク
(寸法:250×325mm 使用圧力:0.12kPa以上0.17MPa未満)

5. 参考資料

ふげんでは原子炉遠隔解体のために**水中レーザー切断**の技術実証を進めている。

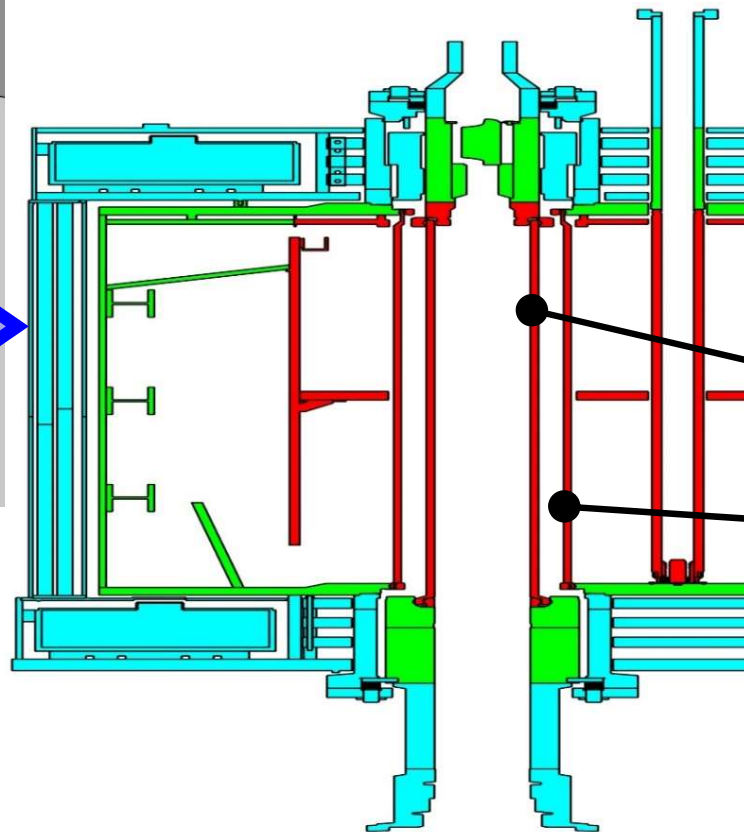


レベル区分
原子炉運転終了後10年

■ レベル1

■ レベル2

■ レベル3



ジルコニウム合金(非磁性体)製

圧力管 (Zr-2.5wt%Nb)

カランドリア管 (ジルカロイ-2)

5. 参考資料

従前
 1. レーザスキャナでセンシング
 2. 実証



今後
 1. レーザスキャナでセンシング
 2. **位置情報取得機器により補正**
 3. 実証

レーザスキャナでのセンシングは、スタンドオフにズレが発生する。

