

有人作業が困難な災害現場における作業ロボットのための 移動・作業用軌道構造体の自動構築システム

—発泡樹脂で脚柱を展開・接地・固定する軌道構造体支持機構の開発—

Automated Construction System of Rail Structure for Locomotion and Operation in Hazardous Environment
—Development of Rail Structure Supporting Mechanism using Resin Foam for Pillar Expansion, Anchoring and Fixation—

福井 類 ○川 榮 健太 加藤 裕大 中尾 政之

[背景・目的]

福島第一原子力発電所事故現場

・ロボットによる**作業代行**・階段や瓦礫などの**障害物**

既存のロボット移動手段

・クローラ型 ・歩行型 etc.

→ オペレータの多大な苦勞

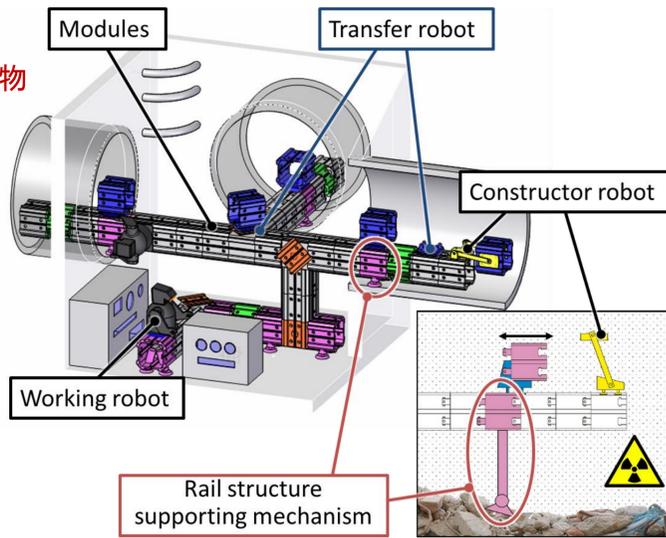
⇒ **ロボットの移動作業環境の必要性**

「軌道構造体構築システム」

ロボットの移動・作業のための足場を
モジュール化された構造材で
3次元的に無人施工するロボットシステム

先行研究

- ・ 運搬ロボットと連結施工ロボットを開発
- ・ モジュール受け渡しと連結を実現



研究目標

軌道構造体を床壁面に対して支持する
「軌道構造体支持機構」の開発

本機構の課題

- ・ 粉塵や放射線による誤作動のリスク
⇒ **電子部品の使用を避ける**
- ・ 狭小な機構搭載空間
⇒ **可逆性よりもコンパクト性を優先する**

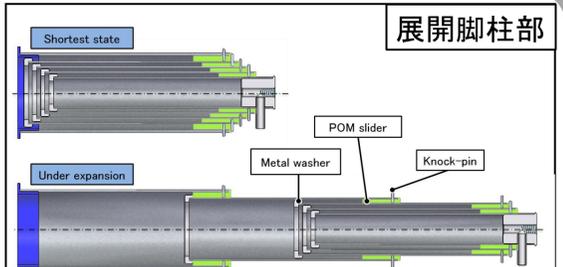
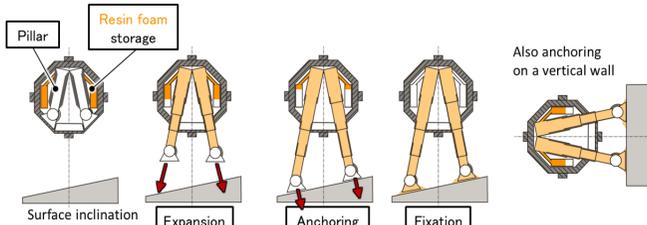
研究目的

軌道構造体支持機構を開発し、
その構成要素の仕様が支持性能に及ぼす
影響を明らかにする

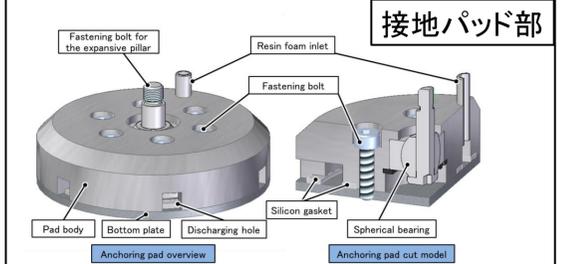
[軌道構造体支持機構の設計・開発]

設計方針

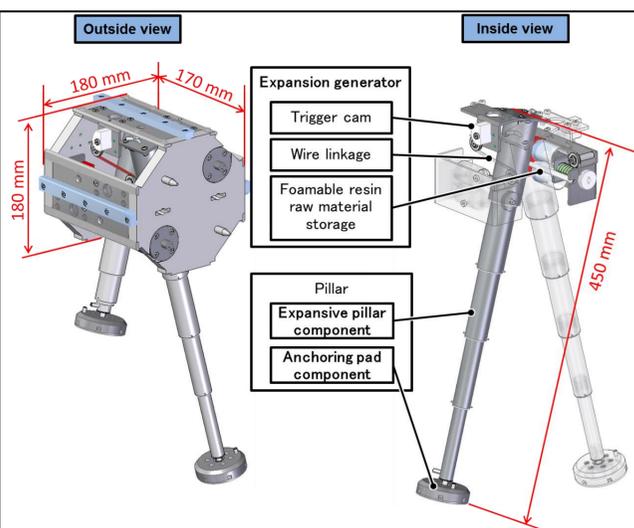
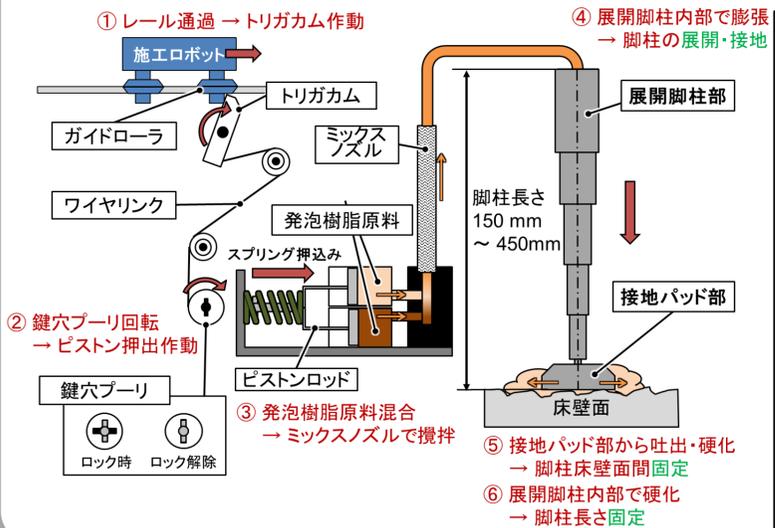
- ・ 脚柱の**展開・接地・固定**のための
アクチュエータ・接着剤・構造材の機能が
期待できる**発泡樹脂**を利用する



- ・ 伸縮鋼管式 (150 mm → 450 mm)
- ・ 摺動部隙間で発泡樹脂が硬化することで長さが固定



- ・ 球面軸受による傾斜許容 (~30°)
- ・ 3パターン of 発泡樹脂吐出構造
→ **底穴・横穴・両穴**

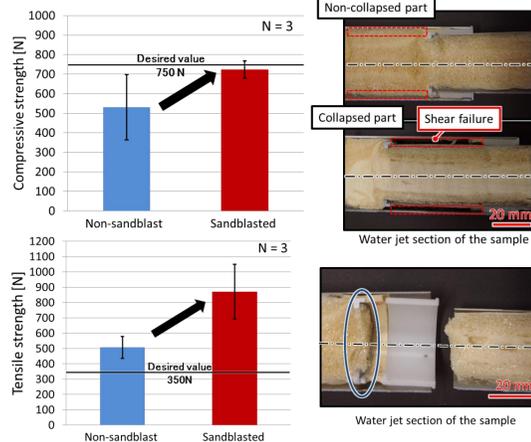


[軌道構造体支持機構性能評価実験]

展開脚柱部圧縮引張強度検証実験

発泡樹脂が充填・硬化した展開脚柱部に
圧縮引張に対する耐荷重

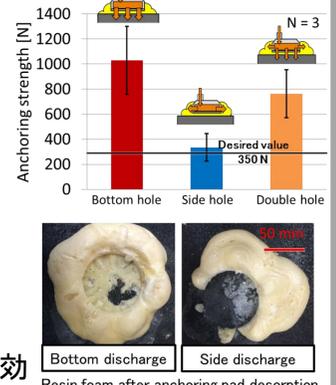
- ・ 伸縮鋼管内側の表面粗さを大きくする
→ 展開脚柱部の**圧縮引張強度が向上した**
- ・ 引張荷重に対しては**十分な性能を発揮した**
- ・ 圧縮荷重に対しては、発泡樹脂のせん断破壊
によって**目標強度に達せず**
⇒ **鋼管隙間寸法の最適化が必要**



接地パッド部接地力検証実験

接地パッド部からの発泡樹脂吐出
方向の違いによる接地力の変化

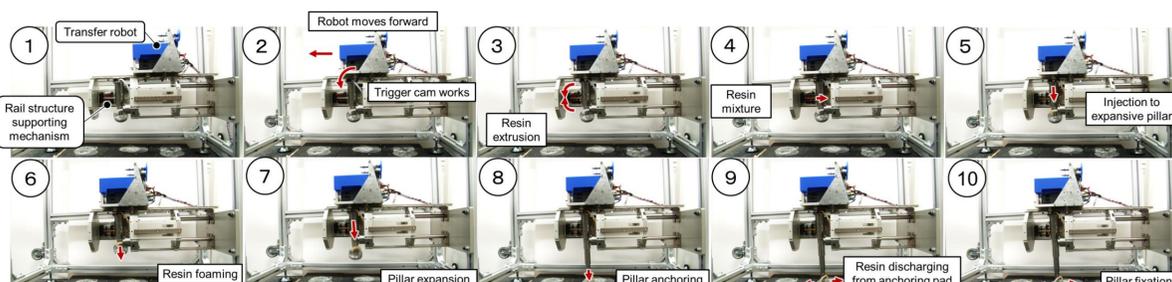
- ・ 底穴から吐出
→ **十分な接地力を確認**
- 発泡樹脂が全周側面に接着
- ・ 横穴から吐出
→ **目標接地力に達せず**
- 発泡樹脂吐出に大きな偏り



⇒ 発泡樹脂は**底穴からの吐出**が有効

軌道構造体支持機構展開実験

発泡樹脂による脚柱の展開・接地・固定動作の確認



一連の動作の流れが**設計どおり行われる**ことが示された

[結論]

- ・ 福島第一原子力発電所において、
軌道構造体を床壁面に対して支持するための
軌道構造体支持機構を開発した。
- ・ 軌道構造体支持機構の構成要素の仕様が
支持性能に及ぼす影響を明らかにした。
- ・ 発泡樹脂によって**脚柱の展開・接地・固定が
可能であることを示した。**