

安全かつ効率的な 橋梁耐震補強工事を 実現するために

建設ロボット社会実装への展望

現場の施工ノウハウと先端ロボット工学技術を融合させた「建設用スチュワートプラットフォーム」は、その汎用性を活かして、まずは土木現場の様々な作業へ展開していく予定です。当社は株式会社人機一体と共同で、危険を伴う現場作業を建設ロボットによる安全で効率的な作業にすることを目指し、フロントランナーとしてロボティクス分野の開発に継続して取り組んでまいります。

橋梁耐震補強用鋼製ブラケット取付ロボット システム全体

建設用スチュワートプラットフォーム

ナット仮締結システム(ロボットアーム)

遠隔操作・力制御対応の7自由度ロボットアームを搭載。先端の7軸目の無限回転を使用してブラケット取付後のナット仮締結を行います。

ブラケット把持システム

電磁石によりブラケットの吸着把持と取付け後の解除を遠隔操作で行うシステムを搭載。幅と奥行きを任意に調整できる機構を採用し、多様な形状のブラケットにも対応できます。

スチュワートプラットフォーム

スチュワートプラットフォームは、天板を支える6本のシリンダが相互に連携することで天板の三次元空間上での位置・姿勢を自在に制御できるロボットです。複数のシリンダで一つの天板を支えるシンプルな構造で、高出力かつ高精度な動きを実現。力と精度が同時に求められる重量物のハンドリングに適しています。

クレーンなどの揚重機械と組み合わせれば、スチュワートプラットフォームの弱点である可動範囲の狭さも解消され、汎用高所作業にも対応。建設・土木分野において、これまでは「吊り下げる」しかなかった重量物のハンドリングに対し、新たな「下から持ち上げる」ソリューションを提供します。

遠隔操作機

スチュワートプラットフォーム本体に取り付けた複数のカメラ映像でボルト位置や取付箇所の状況を確認しながら、直感的なレバー操作によりブラケットの位置・姿勢を自由自在に調整することができます。

作業対象が受ける力や感覚を操作側にもフィードバックする人機一体の独自技術「パワー増幅バイラテラル制御」により大出力でありながら、力覚を伴う巧緻な遠隔作業を実現します。

ラフテレーンクレーン

クレーンのブーム先端に専用装置を用いて、建設用スチュワートプラットフォームを固定し、施工箇所まで接近させます。クレーンのほか、高所作業車やフォークリフトに取り付けて作業することができます。

スチュワートプラットフォーム	
寸法(最小)	W 1,700 × D 2,010 × H 1,620 mm
重量	約 700 kg
可搬重量	1,000 kg (※ x,y=500 mm オフセット時)
可動範囲	取付方向 (X) ± 700 mm (※ y=0 mm, z=100 mm 時)
	水平方向 (y) ± 700 mm (※ x=0 mm, z=100 mm 時)
	鉛直方向 (z) + 450 mm (※ x,y=0 mm 時)
電動シリンダ単体出力	19,600 N
電動シリンダ単体ストローク	500 mm
ナット仮締結システム(ロボットアーム)	
使用製品	KINOVA Gen3 / 7DOF
最大リーチ	902 mm
動作自由度	7 自由度
重量	約 8.2 kg
ブラケット把持システム	
寸法(カメラ部を除く)	W 1,550 × D 1,650 × H 1,100 mm
把持部寸法(最大)	W 1,090 mm
把持部寸法(最小)	W 300 mm
ブラケット把持方式	電磁石による吸着

あまねく世界から
フィジカルな苦役を
無用とする

株式会社
人機一体
Man-Machine Synergy Effectors, Inc.



株式会社人機一体は、力学ベースの先端ロボット工学技術を軸として、人間機械相乗効果器(人機)の社会実装を目指す、立命館大学発のスタートアップ企業です。建設用スチュワートプラットフォームの構想設計、PoC 試作機の開発を担い、建設用ロボットの社会実装に向けて当社との共同開発を進めています。

地球が輝き続ける、まちづくりを。

私たちは「最良の作品を世に遺し、社会に貢献する」という経営理念のもと、手掛ける建築・インフラのひとつひとつを丹精込めてつくってきました。これからも豊かで安心・安全な「まちづくり」を通して、サステナブル社会を実現し、地球の未来につないでいきます。

人と地球の架け橋に

 **竹中土木**



高所重作業ロボットで
安全性向上と作業効率の最大化を実現

橋梁耐震補強用 鋼製ブラケット 取付ロボット

クレーンが使用できない桁下でも
安全で効率的な施工を実現する

人と地球の架け橋に

 **竹中土木**



橋梁耐震補強用鋼製ブラケット取付ロボット

課題

- ・高所で重量物を取り扱う作業は危険を伴う
- ・人力作業が多く、取付に多大な時間を要する

橋梁の耐震補強工事で鋼製ブラケットなどの重量物を取り付ける際、桁下でクレーンが使用できないため、チェーンブロックで吊り上げてボルト位置に合わせて微調整するといった一連の作業を手作業で行う必要があります。高所作業車上での人力作業のため、安全性の確保や作業効率の向上が長年の課題でした。

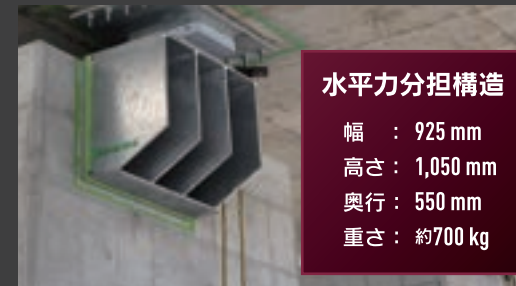


クレーンにて運搬

高所でチェーン
ブロックに盛替人力作業で
設置高まで揚重複数のチェーン
ブロックで位置調整

ボルト仮締結・本締結

耐震補強用鋼製ブラケットの例



水平力分担構造

幅 : 925 mm
高さ : 1,050 mm
奥行 : 550 mm
重さ : 約700 kg

橋梁の耐震補強工事では、水平力分担構造や落橋防止装置など重さ1トンほどの鋼製ブラケットを橋脚上部に取り付けます。事前に橋脚に設置したアンカーボルトとブラケットのボルト穴の位置を合わせるため、複数のチェーンブロックを駆使してミリ単位で位置・姿勢を微調整しながら作業を行います。



国土強靱化に欠かせない橋梁の耐震補強

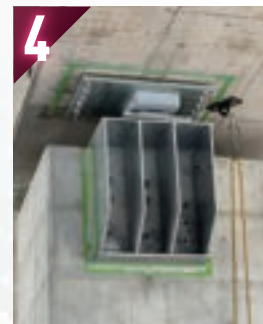
安全性向上と作業効率の最大化を実現

解決策

遠隔操作・力制御可能なスチュワートプラットフォームとロボットアームで人力作業を置換する

6本の電動シリンダを組み合わせたスチュワートプラットフォームでブラケットを把持し、前後、左右、上下、傾き、回転（ロール・ピッチ・ヨー）の、あらゆる方向に繊細な力制御ができるため、ブラケットのボルト穴にアンカーボルトを通して取り付けるという、これまでは人手が必要だった巧緻な作業を可能としました。

※施工イメージ

クレーンにてスチュワート
プラットフォームへの設置遠隔操作によるブラケットの
位置調整・取付スチュワート
プラットフォームロボットアームを用いて
ボルト仮締結ボルト本締結
（後工程）

STEWART PLATFORM for CONSTRUCTION



建設用スチュワートプラットフォーム

本ロボットは、重量物を把持しながら繊細な位置・姿勢の調整を遠隔操作できるロボットです。このロボットをラフテレーンクレーンに取り付けることで、ブラケットの揚重から位置決め、設置、ボルト仮締結までの作業を安全かつ効率的に行うことができ、作業時間を大幅に短縮することができます。

基準位置・姿勢	上下移動	姿勢変更（ロール・ピッチ方向）	
前後・左右移動		姿勢変更（ヨー方向）	多軸連携動作

1本のレバー操作で6本のシリンダが連動し、三次元空間上のあらゆる移動を直感的に操作できます。さらに自由度を制限することで水平姿勢を維持したまま前後・左右・上下移動させるなど、移動方向を限定することも可能です。

作業のロボット化により
安全性と作業効率が向上

作業時間の
短縮効果

ブラケット取付 作業時間（1つあたり）

従来施工 約 120 分
本工法 約 30 分