

2017年1月25日
一般財団法人日本船舶技術研究協会

－造船上向き作業用アシストスーツの開発－

- ・ 当協会では、日本財団の助成を受けて、造船会社等との共同により上向きの溶接や研削作業など腕を上げる作業を楽にする「造船上向き作業用アシストスーツ」の開発に取り組み、このほど、プロトタイプが完成しました。
- ・ 2017年1月24日に三井造船株式会社千葉造船工場におきまして、プレス向けに開発成果概要説明及び造船現場でのデモンストレーションを開催しました。
- ・ 腕を上げた状態を支えることで上向き作業の負担を軽減します。疲れにくくなることから、作業能率や品質の向上の効果も期待されます。
- ・ 造船業の労働環境改善を通じ、造船業の魅力向上と競争力強化につながることを期待しています。

造船工程では、上向き・立向き作業、中腰・しゃがみ込み作業、重量物の保持・運搬作業など、作業者の身体負担が大きい作業が多くあります。我が国の労働事情をめぐり、少子高齢化による労働力の減少や高齢者・女性の職域拡大などに向けた取組が大きな課題となる中、当協会では、日本財団の助成を受けて、造船工程の作業負担を軽減する「造船用アシストスーツ」の開発に向けて、造船会社等と共同で研究を進めてまいりました。

2014年から2015年にかけて行った調査研究において、特に上向き・立向き作業において労働負担が大きく、アシストスーツのニーズが高いことが分かりました。これを受け、2015年10月に「造船用パワーアシストスーツ開発委員会（委員長：青山和浩 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授）」を設置し、他産業向けのアシストスーツ開発で実績を持つ企業の参加を得てプロトタイプの開発に着手し、コンパクトさと低コストで実用性を重視したタイプと、多様な腕の動きにも対応できる機能を持つタイプの2種類の開発に取り組むことといたしました。

以後、コンパクト型のタイプA「電気を使用せずシンプルな構造で上腕を支えるタイプ」と機能型のタイプB「電磁ブレーキにより上腕を支えるタイプ」を開発、いずれも造船所の上向き作業現場において実証実験を繰り返し、改良を重ねて、この度のプロトタイプの完成に至り、2017年1月24日に三井造船株式会社千葉造船工場において、業界紙だけでなく一般紙も含め8社の参加を得て、プレス向けの開発成果概要説明及び上向き溶接作業現場でのデモンストレーションを開催しました。



今後、これらのプロトタイプをベースに、開発メーカーにおける更なる改良を経て商品化される予定となっています。造船向き作業用アシストスーツの造船現場への導入・普及により、作業者の皆様の労働負荷が軽減され、作業の能率や品質の向上も期待されます。こうした取組が、日本の造船業の魅力の向上と競争力の強化につながることを期待しています。

なお、本件に関するお問い合わせは、研究開発ユニット 井下（いのした）までお願い致します。
電話：03-5575-6428、E-mail：inoshita@jstra.jp

1. 造船上向き作業用アシストスーツ・プロトタイプの概要

【タイプA：コンパクト型】

開発受託者：(株) ニッカリ

- ・ラチェットによりロックし上腕を支える
- ・電気を使用せずシンプルな構造
- ・軽量でコンパクト
- ・ある程度の角度まではロックしたまま腕（脇）の開きに追従
- ・作業者が使用している安全帯にも取り付け可能
- ・既に開発した農業向けの腕上げ作業補助器具がベースとなるため早期実用化が可能



- 2017年4月商品化・販売開始予定

【タイプB：機能型】

開発受託者：アクティブリンク (株)

- ・電磁ブレーキによりロックし上腕を支える
- ・電気を使用しスイッチ操作によりロックのON/OFFが可能
- ・スイッチをONにしている間は確実にロックする
- ・背中に配置した板バネにより、ある程度の腕の動きに追従可能
- ・実用化段階ではケーブルレス化（電源及びスイッチ）を目指す



- 今後量産化に向けた更なる改良を行いつつ、2018年後半の市場投入に向けて事業性の検討等を行っていく。

※ 各開発受託者の概要は別紙参照

2. 作業負担軽減効果について

(公財)大原記念労働科学研究所の協力を得て、これら2つのプロトタイプを実際に装着して造船所での上向き・立向き作業を行い、造船上向き作業用アシストスーツの使用による作業者の労働負担軽減効果の評価(主観による「疲労部位しらべ」(日本産業疲労研究会)及び質問票への回答、筋電位測定による筋肉疲労度評価、作業時間測定)を実施したところ、負担軽減効果が計測されました。

なお、実施期間や現場の都合により各対象作業に関し被験者(作業員)が1名であったため、これをもって直ちに定量的効果として結論付けることは困難ですので、参考情報としてご理解頂けますようお願いいたします。

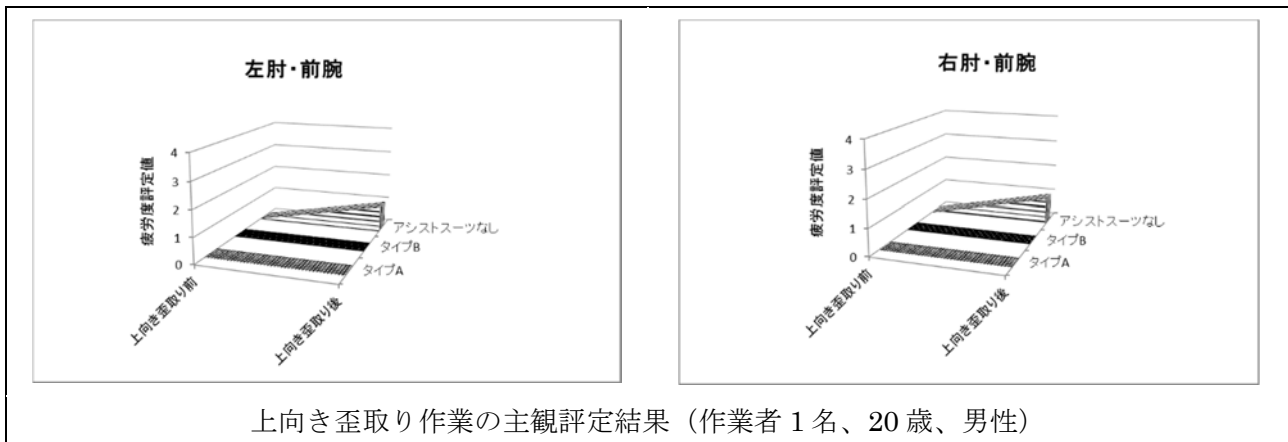
評価試験実施場所：三井造船(株)千葉造船工場、常石造船(株)常石工場

実施作業：歪取り(加熱)、吊りピース溶接、隅肉溶接、研削(上向き、立向き)、板継ぎ裏直し(溶接、ガウジング、研削の複合)

計測・分析：(公財)大原記念労働科学研究所

(1) 上向き歪取り作業

比較的腕の動きが小さいこの作業では、主観による疲労部位しらべにおいては、左右の肘・前腕において疲労度が軽減したとの回答が得られました。

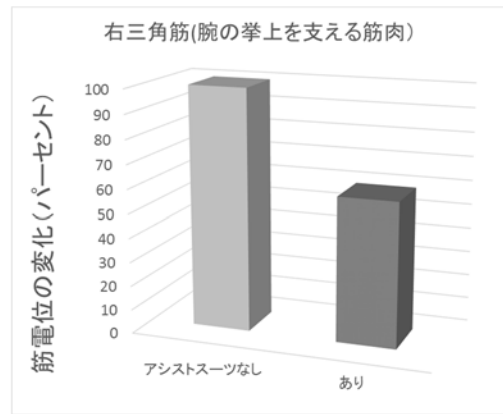


また、作業員の左右の三角筋、僧帽筋、上腕二頭筋、脊柱起立筋の筋電位を計測した結果、アシストスーツを装着した場合は、工具を持つ右腕の挙上を支える筋肉である右の三角筋の筋電位の低下(約40%)がみられました。





タイプB 装着

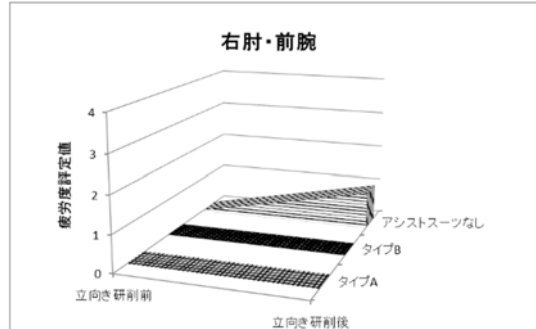
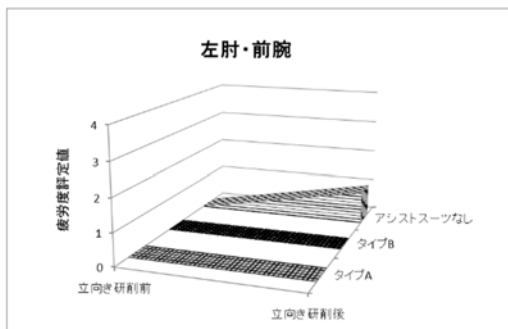
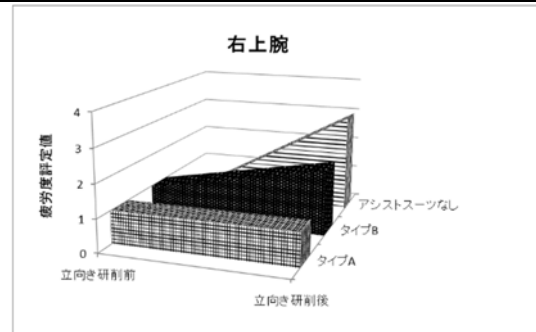
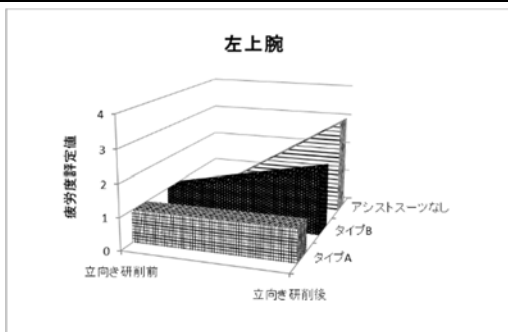


上向き歪取り作業の筋電位の変化
(作業員1名、20歳、男性)

上向き歪取り作業の筋電位測定による筋肉疲労度評価

(2) 立向き研削(グラインダー)作業

腕の動きが比較的大きいこの作業では、主観による疲労部位しらべにおいては、左右の上腕及び肘・前腕において疲労度が軽減したとの回答が得られました。



立向き研削(グラインダー)作業の主観評定結果(作業員1名、43歳、男性)

また、作業者の左右の三角筋、僧帽筋、上腕二頭筋、脊柱起立筋の筋電位を計測した結果、アシストスーツを装着した場合は、工具を持つ右肘を屈曲させる筋肉である右の上腕筋（上腕二頭筋）の筋電位の低下（約 50%）がみられました。



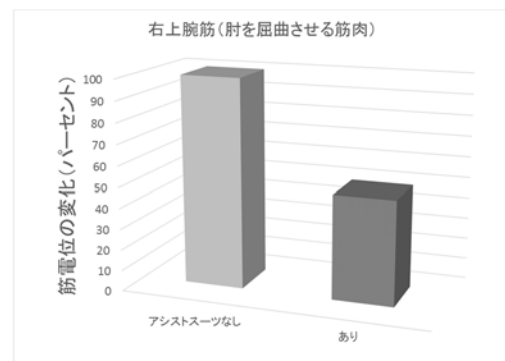
アシストスーツなし



タイプ A 装着



タイプ B 装着



立向き研削作業の筋電位の変化
(作業者 1 名、43 歳、男性)

立向き研削作業の筋電位測定による筋肉疲労度評価

(3) 作業時間による作業能率分析

各作業における実作業時間・休憩（手休め）時間をビデオ映像から分析した結果、アシストスーツの着用により、休憩（手休め）頻度が減少し、連続して作業可能な時間が延びる傾向が観察されました。短時間の作業で直ちに効果を比較することは困難ですが、長時間の作業でも疲れにくくなり、全体として作業能率が上がるという効果を示すものと言えます。

作業者からのコメントでも、「作業中腕が楽になり工具の重さや反力等による疲れを回復させるための小休止の回数が減少した」、「連続してこのような作業をすることがあるので是非使いたい」といった声が聞かれました。

3. 2017年1月24日のプレス向けデモンストレーションの様子



船技協による開発成果概要発表



ニッカリによるタイプ A 紹介



アクティブリンクによるタイプ B 紹介



質疑に答える青山委員長

開発成果概要発表の様子



タイプ A による上向き吊りピース溶接作業のデモンストレーション



タイプ B による上向き隅肉溶接作業のデモンストレーション



上向き溶接作業現場でのデモンストレーションの様子

1. 「造船用パワーアシストスーツ開発委員会」参加企業・機関

委員長	東京大学 大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 青山和浩教授
委員会社・機関等	(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所、 (公財) 大原記念労働科学研究所、ジャパン マリンユナイテッド(株)、 住友重機械マリンエンジニアリング(株)、常石造船(株)、 (株) 名村造船所、三井造船(株)
関係官庁・機関等	国土交通省 海事局 船舶産業課、(一社) 日本造船工業会
事務局	(一財) 日本船舶技術研究協会

1. 開発受託企業概要

(1) タイプA 開発受託

株式会社ニッカリ

代表取締役： 杉本 宏

所在地：岡山県岡山市東区西大寺川口 465-1

主たる事業：刈払機、軌条運搬機を主製品とする農林土木機械の製造・販売。

既に農業向けの腕上げ作業補助器具を農研機構と共同で開発。



(2) タイプB 開発受託

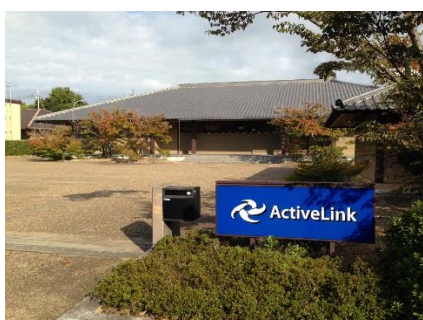
アクティブリンク株式会社

代表取締役社長： 藤本弘道

所在地：奈良県奈良市左京 6-5-2

主たる事業： パワーアシストスーツの開発。

これまでに腰補助用をはじめ様々なパワーアシストスーツを開発。





①板継ぎ裏直し

主に使用する工具：

- ガウジングトーチ (約 2kg)、
- 溶接トーチ (約 2kg)、
- グラインダー (約 3kg)
- チッパー (約 1.8kg)

作業内容：

板継ぎ自動溶接の際発生する溶接欠陥部を上向きで直す作業

1回あたりの作業時間：

約 30 分～1 時間



⑥ぎょう鉄

主に使用する工具：

- ガスバーナー (約 1.8kg)

作業内容：

鋼板を炙ったり冷やしたりしながら曲げる作業

1回あたりの作業時間：約 15 分

(加工完了まで平均 6～7 時間作業)



②吊りピース溶接

主に使用する工具：

- 溶接トーチ (約 2kg)、チッパー (約 1.8kg)



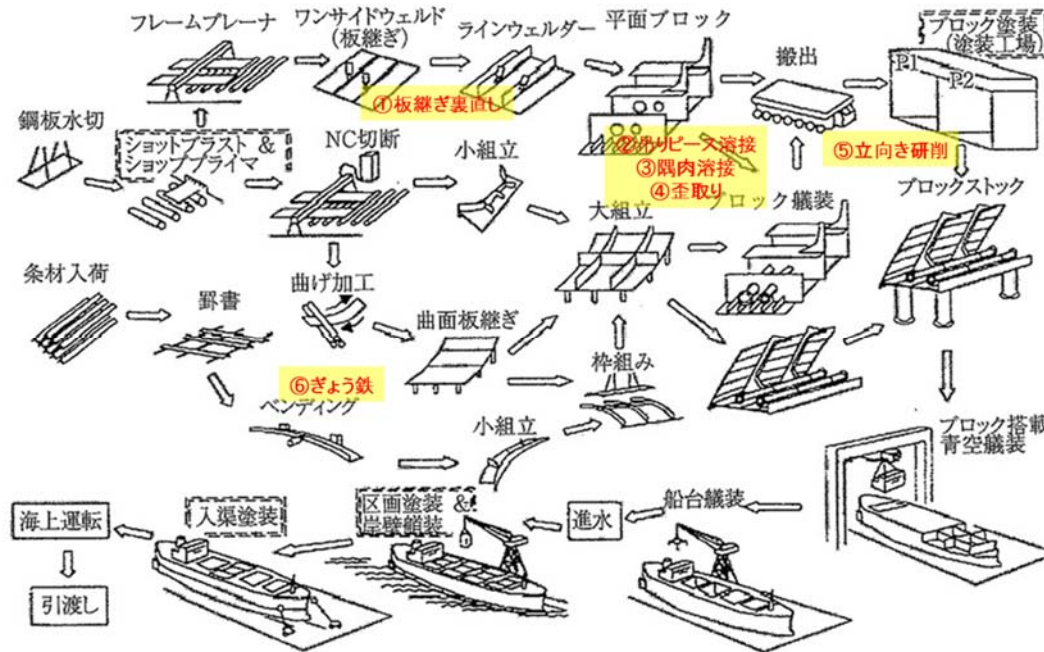
③隅肉溶接

作業内容：

上向きの隅肉溶接作業

1回あたりの作業時間：

約 30 分～1 時間



造船工程の全体と、作業用アシストスーツの導入が期待される工程
(イラスト出典：船舶海洋工学シリーズ⑨造船工作法 (成山堂書店) より)



④歪取り

主に使用する工具：

- ガスバーナー (約 1.8kg)

作業内容：

上向きで鋼板を炙り歪みを取る作業

1回あたりの作業時間：

約 30～60 分

(加工完了まで平均 2～3 時間作業)



⑤立向き研削

主に使用する工具：

- グラインダー (約 3kg)

作業内容：

吊りピースをガス切断した跡を研削する作業

1回あたりの作業時間：約 30 分