

13. 疲労軽減ウェア職人 DARWING の開発

株式会社竹中工務店 永田 幸平

1. はじめに

近年、建設業界では労務不足が課題となっており、その一因として、労務職の「きつい・汚い・危険」という、いわゆる 3K イメージがあり、若手の建設技能労働者が入職しない原因、離職する原因で多いのが「仕事のきつさ」である。また、腰痛を抱える建設技能工も多く、個人でコルセットなどのサポーターを購入、着用して作業しているのが一般的である。スポーツ分野では、筋肉の疲労を抑えるためにスポーツメーカーが様々なコンプレッションウェアを開発し、広く一般的に認知されてきた。建設現場においても、そのコンプレッションウェアを建設技能工が着用して作業する光景も増えてきている。

このような背景から、建設技能工の「きつさ」の低減を図ることを目的に、作業性、機能性を備えた専用疲労軽減ウェアを開発した。本稿では、疲労軽減ウェア「職人 DARWING」の概要及び疲労軽減効果について述べる。

2. 職人 DARWING (男性用) の概要

開発した疲労軽減ウェア「職人 DARWING」(図-1, 図-2) は、主に整骨院用品などのサポーターメーカーであるダイヤ工業株式会社(岡山県岡山市)と共同で実施した研究開発成果である。当ウェアは、スポーツ用に普及の進むコンプレッションウェアの一種であり、建設作業員がおこなっている作業動作、日常的に疲労や痛みを感じる箇所を調査・分析し¹⁾、サポートすべき作業姿勢や筋肉部位を定めた。それらの分析結果を踏まえ、上半身用を3タイプ、下半身は1タイプを開発した。上半身の製品タイプは、腰・背中をサポートする土工や左官工向けの T タイプ、肩をサポートする鳶工や大工向けの X タイプ、同じく肩をサポートする軽鉄ボード工や塗装工向けの Xβ タイプの3種類。上半身のウェアに加え、脚全般をサポートする下半身タイプ1種類で構成される。上下セットで着用することで、全身をサポートできる構造としている。

部位	サポート機能	該当部位	ラインイメージ	商品名
上半身	《腰・背中をサポート》 前かがみ・中腰作業 床面施工などが楽になる			職人 DARWING- T
	《肩をサポート》 ものを持ち上げる・支 える動作・壁面施工 などが楽になる			職人 DARWING- X
	《肩をサポート》 作業内容に応じてX タイプのサポート力を 調整できる			職人 DARWING- Xβ
下半身	《脚全般をサポート》 長時間の立ち仕事、 歩行、階段昇降、膝 の屈伸などが楽になる			共通

図-1 職人 DARWING (男性用) タイプ



図-2 職人 DARWING (男性用) 背面

当ウェアは表層パーツと深層パーツの2種類のサポートパーツで構成されている。人間の筋肉は大きく分けて、動作をサポートする表層筋と姿勢やバランスをサポートする深層筋で構成されているが、当ウェアのサポートパーツは伸縮生地 of 収縮力を利用してそれぞれの筋肉の特徴を模した構造としている。表層パーツは、パーツの両端のみをウェアに縫合し(図-3)、サポート方向に沿った部分はウェアから浮いている。このことにより、発生する収縮力を無駄なくターゲット部位に伝

えられる。深層パーツはウェアに組み込まれるように縫製され装着すると肌に密着する。深層パーツの背部肌面には滑り止め素材が配置されており、動作を制限するテーピング効果が働く。装着した際に上半身と下半身のウェアが重なる部分には素材同士が密着すると高い摩擦力が得られる素材を縫製しており、装着すると上下が結合され腰部を中心に全身をサポートが可能な仕様とした。

下半身は3タイプ共通(図-4)としており、コルセット機能による腰部サポートに加え、膝から腰にかけてのクロスサポートベルトにより、ハムストリングへのアシスト力が働く構造とした。これにより腰痛対策ができると共に、屈伸運動や階段の昇り降りをサポートする。また、股間部を前開き構造にすることで、ウェアを脱ぐことなくスムーズにトイレに行くことができる。

ウェア生地は、通気性と保湿性に優れた素材を使用し、体温の放出・保持機能を高めた。夏場は汗をかいて濡れてもすぐに乾いて体温の上昇を防ぎ、冬場には自らの体温で暖かさを保つ機能を有する。



図-3 表層パーツ



図-4 下半身ウェア

3. 職人 DARWING (女性用) の概要

「職人 DARWING 小町」(図-5)は、男性用「職人 DARWING」をベースとしながら、建設業に従事する女性特有のニーズと魅力を付加するために女性技術者・技能者による企画会議を重ね、新たに開発したものである。

近年、建設業で活躍する女性技術者・技能者に注目が集まるなかで2014年の8月には、官民挙げた取り組みとして「もっと女性が活躍できる建築業行動計画」²⁾が策定された。この計画では「女性技術者・技能者の5年以内倍増」を目標に掲げており、それに向けた制度・環境整備に官民一体となって取り組んでいる。当社としても、女性活躍の議論を活性化させるきっかけを作ると共に、女性技術者・技能者が働きやすい環境整備の一環として、今般の女性用負担軽減ウェアの開発に取り組んできた。開発した「職人 DARWING 小町」は、建設現場で働く女性が着用することで、仕事をよりラクに、プライベートもより楽しく活躍できるウェアとして、作業特性に合わせて上半身は2タイプ、下半身は作業特性に関わりなく1タイプとした(表-1)。またオーダーシートからネック仕様や、ステッチカラー、肩や膝を保護するパッドなど、オプションを自由に選べるセミオーダー式とし、個人専用のオリジナルウェアを作成できるようにした。実際に作業所で働く女性の声を反映した企画開発により、女性が着たくなる機能性・デザイン性を実現した。



図-5 職人 DARWING 小町

表-1 女性用タイプ

製品タイプ	サポート機能	該当部位	ラインイメージ
職人 DARWING 小町 Tタイプ	《腰・背中をサポート》前かがみ・中腰作業、床面施工などが楽になる		
職人 DARWING 小町 Xタイプ	《肩をサポート》ものを持ち上げる・支える動作、壁面施工などが楽になる		
下半身タイプ	《脚全般をサポート》長時間の立ち仕事、歩行、階段昇降、膝の屈伸などが楽になる		

男性用と同じく、コンプレッションによるスパッツ機能の深層筋（インナーマッスル）サポートと、表層筋（アウターマッスル）サポートを最適に組み合わせたダブルサポート構造で負担軽減に寄与する。また、女性特有の機能として、材料運搬時に肩の痛みを和らげる着脱可能な肩パッドや、床作業の際に膝を保護する膝パッドを採用した。装着することにより足が楽になる設計をしており、それぞれの作業員の抱える悩みをサポートできる仕様となっている。

サポートタイプ、袖長さ、ベースカラー、肩パッド、膝パッド、ネック、ステッチカラーなどが自由に選べるセミオーダー式を採用し、デザインに加えて、建設業特有の悩みを解決するオプションが自由に組合せできる（図-6）



図-6 オーダー例

4. 効果検証

ダイヤ工業株式会社、岡山大学保健学研究科との共同研究において成人男性 15 名、年齢は 25 歳～61 歳（うち 11～14 名で有効なデータの取得）の被験者に本ウェア装着・未装着の 2 条件で、3 種類の建設作業（①床左官作業・②壁配筋作業（結束作業）・③壁左官模擬作業）を模した動作を行い（写真-5）、全身の複数の筋肉の筋電位を計測した。床左官作業時には T タイプ、壁配筋作業時には X タイプ、壁左官作業時には Xβ タイプを装着し、各種建設作業動作を行った際の EMG（表面筋電位信号）を身体的負担の指標として計測し、建設動作を補助するウェアの着用時と非着用時との IEMG（積分筋電位信号）を比較することでウェアのサポート機能の評価を行った。IEMG とは計測した EMG（表面筋電位信号）に全波整流処理と平滑化処理を行った積分筋電位信号であり、IEMG によりどの筋がどの時点でどの程度活動したのかを知ることができる。床左官作業時の被験筋は、左右の僧帽筋、脊柱起立筋、大殿筋、ハムストリングス、壁配筋作業時の被験筋は、左右の三角筋、僧帽筋、上腕二頭筋、脊柱起立筋、壁左官作業時の被験筋は、非利き手側の上腕二頭筋、左右の僧帽筋、大殿筋、ハムストリングスとした。また、実作業に近い動作を模擬するため、実際に使用する工具（ハッカー、鋺等）、を用いて検証作業を実施した。

ウェア着用による IEMG の減少に有意水準 5% で有意差が認められれば「筋電位が統計的に優位に低下した（楽になった）」とし、ウェア着用による IEMG の減少に有意差は認められないが、非着用時の値に対して着用時の値が相対的に 5% 以上減少していれば「筋電位が低下傾向にある（楽になる傾向にある）」として、解析を実施した。結果として本ウェアを装着する事で、未装着の時よりサポートする筋肉の筋電位が「筋電位が統計的に優位に低下した（楽になった）」被験者と「筋電位が低下傾向にある（楽になる傾向にある）」とを合わせた割合が約 54～79% となり、本ウェアによって疲労が軽減される傾向が認められた。

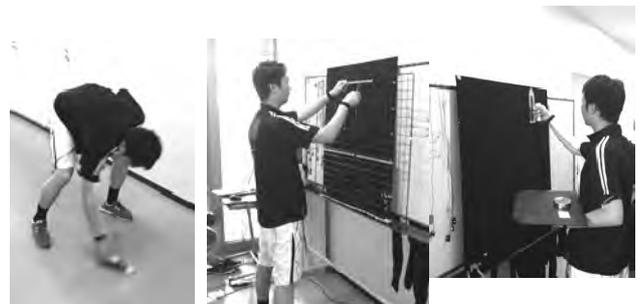


図-7 模擬作業実験

女性用ウェア職人 DARWING 小町についても男性用同様に、Tタイプでは床左官作業を模擬した検証（図-8）、Xタイプでは、壁配筋作業を模擬した検証（図-9）をそれぞれ実施した。その結果、筋電位データの解析により Tタイプでは、脊柱起立筋の使用量が15%減、Xタイプでは三角筋の使用量が16%減となり、疲労軽減傾向の効果が得られた。

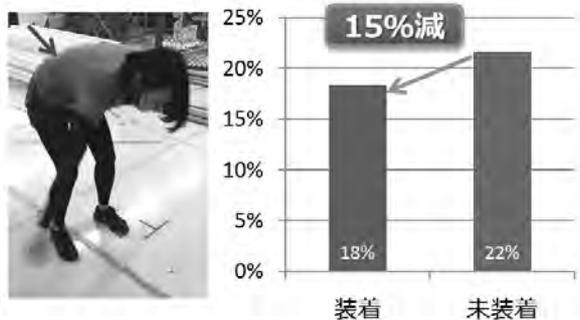


図-8 女性用Tタイプ検証結果

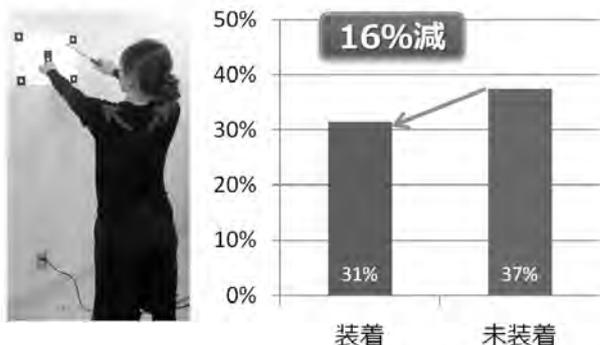


図-9 女性用Xタイプ検証結果

5. ヒアリング調査結果

建設技能工 23 歳～64 歳の被験者 150 名を対象に本ウェアを装着し作業現場において3週間通常作業を行い、その後ヒアリング調査を実施した。その結果、本ウェア着用により、「楽になった」と実感できた被験者が 43%～80%となった（図-10）。実感した理由として、「姿勢が良くなった」、「ふくらはぎの痛みが無くなった」、「階段の上り下りが楽になった」、「腕が引っ張られていて楽」などの回答を得た。なお、比較の実感効果の低かった Xタイプについては、表層パーツの生地を変えるなどの対策を施し、2015年1月製品化している。



図-10 ヒアリング結果

6. まとめ

男性用「職人 DARWING(ダークウイング)」は2015年1月に女性用「職人 DARWING 小町」は2015年3月に一般販売を開始し、様々なメディアに記載され、すでに1000着近く出荷している。現在は使用者からの改善や要望等を受け、生地の変更や製品レパートリーを増やすために様々な開発を実施しており、開発完了次第、随時リリースしていく予定である。

参考文献

- 1) 染谷俊介, 永田幸平, 福田克幸: 建設作業に伴う疲労箇所に関する研究, 2014年度日本建築学会大会
- 2) 国土交通省, もっと女性が活躍できる建設業へ向けた取組について, 平成26年8月22日