働く人の健康を考える

ワーク&ヘルス

広島市南区金屋町8－20　TEL　082－264－4110

郵便振替口座　　01310－9－42400

目次

◆ エンジンカバーの仮締め作業の上肢に関する実験の報告書　　シリーズ2

2012 年 3 月 1 日
広島大学医学部臨床教授
友和クリニック医師
宇土　博

◆ 安倍首相の前のめり　国のあり方根本から問う
憲法解釈で集団的自衛権行使容認

2014年　5月28日

第228号

広島労働安全衛生センター

エンジンカバーの仮締め作業の上肢に関する実験の報告書　シリーズ2

2012年3月1日
広島大学医学部臨床教授
友和クリニック医師
宇土　博

大手自動車会社下請け工場で働いていたYさんは、エンジンカバーの仮締め作業の上肢負担による手関節炎を引き起こし、労災請求を行ったが不支給となった。当然にも不服審査請求・再審査請求を行ったが棄却されたため、Yさんは、裁判所に処分取り消しの行政訴訟を提訴した。

裁判の証拠資料としてこの『報告書』が提出され採用された。その結果、Yさんの行政処分は取り消され、現在は監督署に対して控訴を行わないように要請している。以下、宇土医師による「実験の報告書」を要約して掲載する。

前号より

予備調査で、ボルトを摘まず手首を回内・回外すると手首の痛みは認められないが、ボルトを摘まんで回内・回外すると手首の尺骨頭周辺に痛みが出現する。これは、物を摘まんだ時に前腕の伸筋および屈筋の収縮が起こり、これにより、手関節が圧迫され、手関節の摩擦が強まるために、回内・回外に力が必要になるためと考えられる。背側橈尺骨靭帯および背側尺骨手根靭帯の圧痛がある。

靭帯性の痛みと考える。方形回内筋は掌側にあるため、筋肉の痛みではない。回内・回外運動により、尺骨と橈骨を結ぶ靭帯にストレスがかかり、炎症を起こし疼痛を生じていると考える。表1は、手関節の回内時と回外時の制限因子を示したものであり、ネジの仮締め作業では回内・回外の制限因子の靭帯にストレスがかかる。両者で共通するものは、橈尺靭帯、尺側側副靭帯、前腕骨間膜の最下部線維であり、ネジの仮締めの回外・回内運動でこれらの靭帯にストレスがかかり、炎症を起こす原因になると考えられる。

また、ボルトの尖端の接着剤により、ねじ込む際に抵抗がある。この接着剤はインパクトでねじ込むと溶けて接着効果を発揮するものである。

表1．手関節の回外、回内運動の制限因子（徒手筋力検査法：東京　協同医書出版社）

	回外運動	回内運動
運動を制限する因子	手関節の掌側橈尺靭帯、尺側側副靭帯の緊張	背側橈尺靭帯、尺側側副靭帯と背側橈骨手根靭帯の緊張
	前腕骨間膜の斜索及び最下部線維の緊張	前腕骨膜間最下部線維の緊張
	前腕回内筋群の緊張	

2．ボルトの仮締め作業の実験

I. スタットボルトの仮締め作業時のピンチ力の測定

１）実験方法： スタットボルトの仮締め作業の手指負担を調べるため、４名の男性(平均年齢 46.5±10.4)にボルトにピンチメーターを装着し、母指―示指で摘ませ、接着剤の付着側（接着剤方向）と非付着側（非接着剤方向）にそれぞれ 10 秒ごとに 10 回続けてねじ込ませ、その時の最大ピンチ力を測定した。

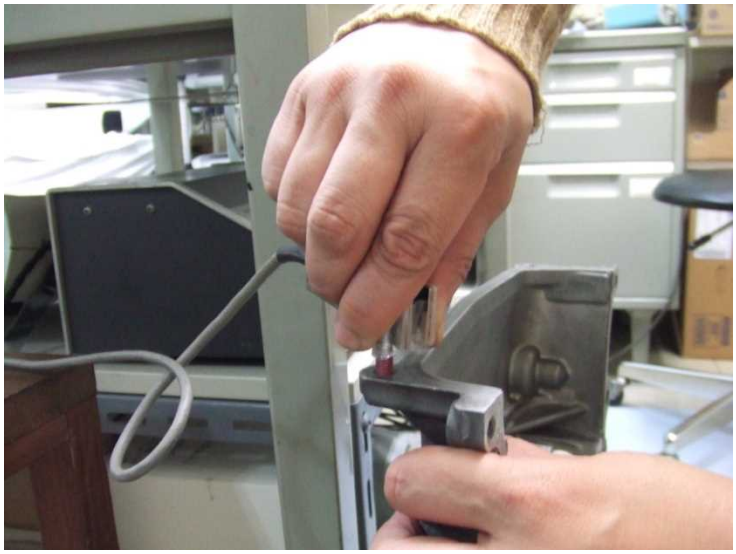

写真７． 仮締め作業のピンチ力測定

２）実験結果

表２．接着剤方向と非接着剤方向のスタットボルトの仮締め時のピンチ力

	n	接着剤方向	非接着剤方向
ピンチ力（平均±SD）kg	40	3.33 ± 0.88 **	1.78 ± 0.34

** p<0.01, 両群で有意の差を認める。(t 検定)

表３．接着剤方向と非接着剤方向のスタットボルトの仮締め時のピンチ力の最大ピンチ力に対する比（随意最大筋力比）

	n	接着剤方向	非接着方向
随意最大筋力比（平均±SD）	40	0.502 ± 0.142 **	0.268 ± 0.053

** p<0.01, 両群で有意の差を認める。(t 検定)

表４．接着剤方向と非接着剤方向のスタットボルトの仮締め時の随意最大筋力比の 60%以上および 50%以上の割合

	n	接着剤方向	非接着剤方向
60%以上の随意最大筋力比の割合（%）	40	30 **	0
50%以上の随意最大筋力比の割合（%）	40	50 ##	0

** p<0.01, 非接着剤方向に対して有意の差を認める。(Yates の補正の済の χ 二乗検定)

p<0.01, 非接着剤方向に対して有意の差を認める。(Yates の補正の済の χ 二乗検定)

表２は、接着剤方向と非接着剤方向のピンチ力を示したものである。接着剤方向は、平均 3.33 ㎏、非接着剤方向は、平均 1.78 ㎏であった。接着剤方向は、非接着剤方向に比して仮締め時のピンチ力は、1.87 倍高く、両群のピンチ力に有意差を認めた。

これは、接着剤方向では、ボルトに塗布された接着剤のために、仮締め時の摩擦抵抗が高くなることを示している。

表３は、接着剤方向と非接着剤方向のピンチ力の個人最大ピンチ力に対する比を示したものである。これを随意最大筋力比と言う。スタットボルトの仮締め作業は、ネジをピンチしてねじ込む作業で、手指から前腕の屈筋群と伸筋群について見ると短時間のピンチ動作という静的筋活動の繰り返し作業である。静的筋活動は、筋肉の緊張と弛緩が交互に変化する動的な筋活動に対して、静的な筋活動中の筋肉は弛緩せず高い緊張状態にある。動的活動に対して、強い静的労働を行うと、筋肉は血液から糖や酸素を取り込めず、筋肉内に残存している貯蔵量にたよらなければならない。また、老廃物は排出されない。溜まる一方で、逆に二酸化炭素や乳酸のような老廃物は局所疲労と呼ぶ急性の筋肉疲労による痛みの原因となる。このため、静的活動を長時間続けることは不可能であり、痛みのせいで仕事の中断を余儀なくされる。

静的活動中の血流は、筋肉の発揮する力に比例して減少する。労働が最大筋力の 60%に達すると血液はほぼ完全に中断される。労働が最大筋力の 15～25%以下の時は、血流はほぼ正常になる。使われる筋力比が最大筋力の 50%を超える静的な筋作業は 1 分以上持続できず、また 20%以下なら、筋収縮はもっと長時間持続できるようになる。一般的な経験から、筋力が最大筋力の８％以下であるなら、疲労症状もなく、静的労働を数時間持続できる。（エティヌ・グランジャン：コンピューター化オフィスの人間工学、p117-122、啓学出版、1989. より）このように、強い筋収縮を伴う静的な筋作業は、収縮筋肉の筋疲労が出現しやすい。仮締め時のピンチ力の最大筋力に対する平均比をみると、非接着剤方向の 26.8%に対して、接着剤方向では、50.2%と大きく、血流の制限のために連続して 1 分以上持続できないほどの極めて大きな負担がかかることを示している。持続的な作業が可能な随意最大筋力比８％を大幅に超える 6.3 倍以上の負担があることを示している。

表４は、随意最大筋力比の 60%以上および 50%以上の出現頻度を示したものである。接着剤方向では、血流の完全に途絶する 60%以上の出現頻度は 30%であり、血流が大幅に低下する 50%以上の筋力比の出現頻度は 50%であり、接着剤方向の仮締め作業の手指、手関節、前腕の負担が極めて大きいことを示している。

II.スタットボルトの仮締め作業時の自覚症状、ピンチ力の推移

１）実験対象者

実験対象者の属性は、表 5 の通りである。実験は、接着剤による仮締め作業の負担の増加の有無を調べるため 2 つに分けて行った。即ち、スタットボルトに接着剤を塗っていない方向にねじ込む作業（逆方向ねじ込み実験）と接着剤を塗った方向にねじ込む作業（正方向ねじ込み実験）である。対象者は、35～52 歳の男性被検者を選んだ。一般的な体格の

作業者である。２つの群で、年齢、身長、体重で有意差を認めない。

表５．実験対象者の属性

	全　体	逆方向ねじ込み	正方向ねじ込み
n	8	4	4
年齢（平均±SD）yrs.	43.5 ± 5.4	44.2 ± 6.0	42.7 ± 5.6
身長（平均±SD）cm	169.5 ± 7.8	167.2 ± 9.0	171.7 ± 6.9
体重（平均±SD）kg	72.0 ± 11.0	74.0 ± 10.0	70.1 ± 13.1

t-検定で、両作業群の間で、何れも有意差を認めない。（$p>0.05$）

２）実験方法

写真８に示すように、高さ約 70 ㎝の台の上に、手前斜めにエンジンカバーを立て掛け、64 秒に１回、１本のボルトを摘まみ、ネジ穴に３回転でねじ込む作業を連続して２回繰り返し、これを 62 分 56 秒間にわたって行わせた。ボルトの抜き取りは、検査者が行った。そして、作業開始前および開始後 5 分 20 秒ごとに仮締め作業を行った直後に、手指から肘に関する疼痛自覚症状の程度を VAS スケール（最大の痛みを 10 点、全く痛みの無い状態を 0 点と評価する方法）を使用して聴取した。部位は、親指、示指、母指―示指間、手首背側橈尺靭帯、手背尺骨手根靭帯、手背背側々副靭帯、手首橈骨茎状突起部および上腕骨外果の８か所の疼痛の程度を聴取した。（写真９）

また、作業開始前と終了時に、つまみ力検査を行った。つまみ力検査は、つまみ力計を使用し、I-II, I-III, I-IV および I-V 指のつまみ力を検査した。

手関節の各靭帯部位の VAS スケールでは、母指、背側尺側手根靭帯、背側橈尺靭帯、背側尺側側副靭帯、橈骨茎状突起、上腕骨外果部の疼痛スコアが時間経過とともに増加し、実験後半では全ての部位において、非接着剤方向（逆方向）に対して接着剤方向（正方向）の疼痛スコアが高い傾向にあった。そして、母指、背側尺側手根靭帯、背側橈尺靭帯、背側尺側側副靭帯、橈骨茎状突起では、非接着剤方向（逆方向）に対して接着剤方向（正方向）では、有意に訴えが増加している。

母指―示指の摘み力は、接着剤方向の仮締めで作業では、ボルト締め側の手指で有意に摘み力が低下した。しかしボルト締めをしない反対側手指では有意の低下は認められなかった。

これらの結果から、接着剤方向の仮締め作業は、非接着剤方向に比して手指、手関節、肘の負担が強いことが明らかになった。

３．考察

エンジンカバーのスタットボルトの仮締め作業の手関節の靭帯等に対する負担を検討するために、２つの実験を行った。

第１実験は、4 名の男性にピンチメーターに装着したスタットボルトを非接着剤方向と接着剤方向での仮締め作業を行わせた。

第２実験では、8 名の男性を対象にして、4 名についてはスタットボルトの非接着剤方向

の仮締め、他の 4 名に対しては接着剤方向の仮締め作業を 64 秒に 1 回、1 本のボルトを摘まみ、ネジ穴に 3 回転でねじ込む作業を連続して 2 回繰り返し、これを 62 分 56 秒間にわたって行わせた。そして、作業開始前および開始後 5 分 20 秒ごとにねじ込みを行った直後に、手指から肘に関する疼痛自覚症状の程度を VAS スケールで聴取した。部位は、親指、示指、母指―示指間、手首背側橈尺靭帯、手背尺骨手根靭帯、手背背側々副靭帯、手首橈骨茎状突起部および上腕骨外果の 8 か所の疼痛の程度を聴取した。また、作業前後のピンチ力を測定した。

第 1 実験の結果から、接着剤方向は、非接着剤方向に比して仮締め時のピンチ力は、1.87 倍と高く、接着剤方向では、ボルトに塗布された接着剤のために、仮締め時の摩擦抵抗が高くなり、強いピンチ力を要することが明らかになった。

仮締め作業は、ネジをピンチして回転してねじ込む、短時間に繰り返す静的な筋作業である。仮締め時のピンチ力の最大筋力に対する平均比をみると、非接着剤方向の 26.8%に対して、接着剤方向では、50.2%と大きく、血流の制限のために連続して 1 分以上持続できないほどの極めて大きな負担がかかることを示している。持続的な作業が可能な随意最大筋力比８％を大幅に超える 6.3 倍以上の負担があることを示している。

随意最大筋力比の 60%以上および 50%以上の出現頻度をみると、接着剤方向では、血流の完全に途絶する 60%以上の出現頻度は 30%であり、血流が大幅に低下する 50%以上の筋力比の出現頻度は 50%であり、接着剤方向の仮締め作業ではピンチ力に係る手指、手関節、前腕の負担が極めて大きいことを示している。

第 2 実験から、手指、手関節の疼痛レベル（ＶＡＳ）は、時間経過とともに、非接着剤方向に対して接着剤方向では、有意に訴えが増加する。母指―示指の摘み力は、接着剤方向では有意に摘み力が低下することが明らかになった。

これらの結果から、約 1 時間の仮締め作業でも、接着剤方向のねじ込みでは手関節の疼痛レベルが上昇し、母指―示指のピンチ力が低下したことから、スタットボルトの接着剤方向のねじ込み作業は、手指および手関節に大きな負担がかかることが明らかになった。この要因としては、接着剤によりボルトのねじ込み時の摩擦力が高まり、ネジ込み作業時の強いピンチ力が必要となることが挙げられる。

ねじ込み作業で手関節の疼痛が生じる機序としては、以下のように考えられる。ねじ込み作業時に接着剤方向ではネジの回転時に強くスタットボルトを摘まむ必要があるが、その時に手指～肘を結ぶ手指の屈筋群および伸筋群を強く収縮する。これらの筋群の収縮により、手関節に強い圧縮力が加わり手首の摩擦力が高まる。そして、強い摩擦力に抗して強い力で手首を回内、回外させるために、手首の靭帯に強い力が加わり、これを繰り返すことによって疼痛を引き起こすと考えられる。その点は、Y 氏にスタットボルトを摘まんで手首を回外・回外させる場合と、スタットボルト無しで手首を回外・回内させる場合の両方の作業を行わせたところ、明らかに手関節の疼痛の出現状況が異なり、スタットボルトを摘まんだ場合の方が速やかに疼痛の出現したことからも裏付けられる。

接着剤方向のボルトの仮締め作業は、通常一勤務で 10～11 時間にわたって行われるが、今回の実験では通常作業の仮締め作業のペースで約 1 時間という比較的短時間（通常作業の約 1/10 から 1/11 の時間）の作業を行わせたが、比較的短時間でもかなり強い手関節の疼痛が生じ、負担が大きな作業であることが明らかになった。その要因としては、通常のボルトの仮締めに比較して接着剤の摩擦係数が高く手指および手関節の負担が強いことが明らかになった。

仮締め作業は、会社の作業データから 64 秒ごとに、1 本 3 回転×2 本の仮締めが行われる。最初に（2004 年 7 月 23 日）に加藤病院で、両手関節腱鞘炎の診断された 2004 年～2006 年の時点での定時作業時間は 10 時であり、これに残業時 1 時間を加えた 11 時間作業で行われていた。これから計算すると 1 日で延べ 3,375 回から 3,712.5 回のネジの回転作業が行われる。平均すると 10.6 秒に 1 回の回転作業を行われている。通常継続的に繰り返す作業では、運動器障害の発症を予防するためには、使用する筋群の発揮力を随意最大筋力の 8%以下にすべきであることが広く認められている。今回の実験では、接着剤方向の仮締めでは、随意最大筋力比は、平均 50.2%であり、それを大きく上回っている。これらの観点からみると、スタットボルトの仮締め作業は極めて負担が大きく、手関節炎の発症リスクが高いと言えよう。

Y 氏は、当初は手関節炎と診断されていたが、最終的には尺骨突き上げ症候群と診断され、尺骨の短縮骨切術を右手関節 1 回、左手関節 2 回に渡って受けているが、未だに回復に至っていないこと。また Y 氏の診察所見からは、背側尺側手根靭帯、背側橈尺靭帯、背側側副靭帯、橈骨茎状突起、上腕骨外果部など尺骨部に限局しない広範囲な疼痛部位を認め、尺骨関節周囲に限局した疼痛を来たす尺骨突き上げ症候群では、症状の説明ができないことから、尺骨突き上げ症候群の診断は妥当性がないと考える。

また、エンジンカバーの検査の仕事に就くまでは、手関節炎の既往歴は認めず、この作業に就いて初めて手関節炎を発症していること。今回のスタットボルトの仮締め作業の実験から、健常者においても、スタットボルトの 1 時間という比較的短時間の仮締め作業の負担により、Y 氏に認められる手関節、橈骨茎状突起および肘部の疼痛部位に一致して疼痛が生じており、Y 氏の手関節炎の発症原因としてはスタットボルトの仮締め作業の負担が主たる原因であると考えるのが妥当であろう。尺骨と三角骨の間に存在する三角線維複合体は、三角線維軟骨固有部、半月様軟骨、尺側側副靭帯、背側橈尺靭帯、掌側橈尺靭帯などで構成されているが、これまで反復する機械的刺激（手関節の橈屈・尺屈や回内・

回外動作の繰り返し）による炎症や変性などによる慢性障害を生じることが指摘されており、Y 氏の場合、スタットボルトの仮締めの回内・回外動作の反復により発症したことを支持するものである。また、本人が同僚の間で最も長期に渡ってこの作業に従事してきたことも、症状を重症化、慢性化させたものと考えられる。

現在は、仮締め作業をロボットで行うラインが立ち上がっている。人間工学の原則は、人の指をペンチの代わりに使ってはいけないということであり、機械に代行させるべき作

業を人に行わせてきたことが大きな問題であろう。

４．結論

エンジンカバーのスタットボルトの仮締め作業の実験を行った結果、仮締め作業は、スタットボルトの接着剤のために摩擦力が高まり、それをねじ込む際には、最大筋力の 50%もの強いピンチ力を要し、手指、手関節、肘部への過大な負担をかけることが明らかになった。Y氏の手関節、橈骨茎状突起および肘の疼痛部位は、仮締め作業実験での疼痛出現部位に一致しており、長年にわたるスタットボルトの仮締め作業の負担がＹ氏の手関節炎の発症原因となったと考えるのが妥当である。

安倍首相の前のめり　国のあり方根本から問う
憲法解釈で集団的自衛権行使容認

いま日本は大変な曲がり角に差し掛かっています。その理由は、戦後、平和憲法の下で６９年間戦争に巻き込まれることはありませんでした。しかし、昨今では北朝鮮問題や中・韓国間での戦後補償をめぐっての歴史問題、中国の海洋進出をめぐる尖閣諸島問題に見られるように、国民の間にはこれらの国に対する不信と不安が渦巻いているのも事実です。こうした政治情勢を捉え安倍政権は、憲法９条を中心とした「改憲」を主張してきました。しかし、国民の抵抗が大きいと判断すると、首相の私的諮問機関である「安全保障の法的基盤の再構築に関する懇談会」（安保法制懇）を通じて、「集団的自衛権」行使容認に路を開こうとしています。

安保法制懇が報告書を提出した当日、安倍首相は会見を開きました。会見の場で首相は次のように述べました。「湾岸戦争やイラク戦争で行った自衛隊の派兵は行わない」「戦争に巻き込まれるといった誤解があるが、これからもそのようなことはあり得ない」と云いきりました。

しかしこれは自己矛盾に満ちています。そもそも「集団的自衛権」とは他国の戦争に自国の兵隊を送る事が目的です。首相の狙いは「集団的自衛権の行使容認は限定するから」理解してください。と云いたかったのでしょう。しかしこれはペテンです。一端、「集団的自衛権」行使に路を開けば、限定的であっても後にはその箍は取り払われます。これが権力者の常套手段です。

時の一政権が憲法解釈によって「集団的自衛権」行使を容認すれば、憲法は有って無いに等しい状況がつくられます。戦後日本の国のあり方を根本から変えるのであれば、国民と真正面から向き合って議論すべきです。そうしてこそ歴史に耐えられる憲法改正といえます。

広島労働安全衛生センターは、個人会員・団体・賛助会員で構成されています。そしてその会の活動は、会員の会費によって運営されています。

私たちは、働く人たちが心も、元気で働くことのできる快適な職場作りの情報を提供します。

あなたも会員・読者に

◆　会費　（月）

◆　個人　　１口　４００円

団体　　１口　２０００円　　〔尚、会費は本誌購読料を含みます〕

ホーム・ページはこちら

hiroshima-raec@leaf.ocn.ne.jp

http://www.10.ocn.jp./^hicenter/