

高温の許容基準

提案理由

1983(S.58)年度

高温熱環境に適応し、作業に習熟した、健康な成年男子作業者が夏期の普通の作業服装をして、適当の水分・塩分を補給しながら作業する時、継続1時間作業および断続2時間作業を基本として、健康で安全にかつ能率の低下をきたすことのない工場・鉱山などの作業場の条件を示したものである。

1. 許容基準

温熱ストレスによる好ましくない生理的反応はあってはならないことを前提として、高温の許容基準を次のように定める。

表7. 高温の許容基準

| 作業の強さ | 許容温度条件 | |
|---------------|-----------|-----------------|
| | WBGT (°C) | CET (°C) 換算値 |
| RMR~1 (極軽作業) | 32.5 | 31.6 |
| RMR~2 (軽作業) | 30.5 | 30.0 |
| RMR~3 (中等度作業) | 29.0 | 28.8 |
| RMR~4 (中等度作業) | 27.5 | 27.6 |
| RMR~5 (重作業) | 26.5 | 27.0 |

2. 用語の説明と適用

高温熱環境とは、環境の気温・温度・熱輻射および気流の総合された温度条件によって起こる人の体温調節機構のうち、主として蒸発による体温調節機構が行われる環境をいう。

適応とは、高温熱環境下で作業することによって引き起こされた作業者の代償性の生理的変化の効果のことである。

この温熱条件による適応の効果は、高温熱下で通常1週間作業することによって得られるものである。高温熱曝露が終れば適応効果は、最初すみやかに失われ、通常2週間ではほとんど消失する。したがって、高温熱環境下で作業する場合には適応効果が十分成立していない期間は勿論のこと、2日ないしそれ以上の期間、作業から離れ、再び作業に就くような時には、作業者の状態に注意することが必要である。

好ましくない生理的反応とは、心拍数の増加、体温の上昇、水分喪失量の増加などの生理的負担が増大を続けるような状態のことである。

したがって、高温熱環境下で作業者の生理的負担が増大を続けるような作業にあっては、温熱ストレスを軽減するための工学的な対策、あるいは防熱服の着用、更にまた作業者の作業負担の軽減などが実行されなければならない。人の受ける温熱負荷は環境の温熱と代謝による体の産生熱とともに、温熱環境への曝露時間も大きな要因である。したがって、高温熱環境での作業時には、作業の強さに応じた一定時間の曝露を考慮した許容基準を設定することが必要である。

作業の強さとは、作業者の労作時に消費される代謝エ

ネルギーである。その程度をRMRで表わし、次の5段階とした。

| 作業の強さ | 代謝エネルギー (kcal/h) |
|---------------|------------------|
| RMR~1 (極軽作業) | ~130 |
| RMR~2 (軽作業) | ~190 |
| RMR~3 (中等度作業) | ~250 |
| RMR~4 (中等度作業) | ~310 |
| RMR~5 (重作業) | ~370 |

表8に一般的な動作別のRMRを示してある。作業の強さの推定にはこの表が参考となる。

通常の産業現場では、平均RMRが1.0前後の継続作業が多く、手作業が主である。そのため作業の強さはほとんどRMRが2までの作業である。しかしRMR4までの作業は継続作業が可能であるため、RMR4までの作業は継続1時間作業を基本とした。更にRMR4をこえる作業が存在することも考慮し、RMR4以上の作業は継続1時間作業は困難であるため、断続作業を基本とした。

したがって、ここにいう作業時間については、作業形態を継続作業と断続作業とに分け、継続作業とは、1時間連続して曝露を受ける作業とし、正常な8時間作業中の1時間で評価できるようにした。断続作業とは、2時間内に断続して曝露を受ける作業とし、同様に2時間の断続作業で評価できるようにした。それは、産業現場の実態に、できるだけ合致するように配慮したことと、短時間で評価できるように配慮したためである。

3. 温熱指標と作業の強さの算出法

温熱環境の評価には、温熱ストレスによる生理的反応に対応する環境の温熱条件の指標で行なうこととした。現在最もよい方法としてWBGT (Wet-Bulb Globe Temperature Index: 湿球黒球温度指標) が簡便であり、実用的であるため、温熱条件の指標として、WBGTを用いた。しかし、現在WBGTによる温熱環境の評価は、わが国の産業現場で普遍的に行なわれていないので、参考のためCET (Corrected Effective Temperature: 修正実効温度) でも示すこととした。許容温度条件に示してあるCETは、Brief等の換算式を利用して、WBGTをCETに換算したものである。Briefの換算式は次のとおりである。

$$CET = 0.786WBGT + 17.7 \text{ (°F)}$$

$$CET = 0.786WBGT + 6.0 \text{ (°C)}$$

温熱指標の算出法

温熱条件の測定法については別に示してあるが、許容基準に示されているWBGTおよびCETの算出は次のようにして行なう。

WBGTの算出

- (1) 室内もしくは室外で日光照射のない場合

$$WBGT = 0.7NWB + 0.3GT$$

- (2) 室外で日光照射のある場合

$$WBGT = 0.7NWB + 0.2GT + 0.1DB$$

NWB (natural wet-bulb temperature): 自然気流に曝露したままで測定された湿球温 (強制通気せず、熱輻射を防ぐための球部の囲いはしない)。

GT (globe thermometer temperature): 径6イン

表8. 動作別のRMRの分類

| 主となる動作部位 | 動かし方 | 作業者の訴え | 第3者の感じ | RMR | 作業例 |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------|--|
| 手先 | 機械的に動かす | 手首が疲れるが馴ればそれほどでもない | 見ていて疲労感などまったく考えられない | 0~0.5 | 電話応待(座位) 0.4, 記帳0.5, 計器監視(座位) 0.5 |
| | 意識的に動かす | 長時間では局所疲労がある | 同上 | 0.5~1.0 | キーパンチ0.6, ひずみとり(ハンマーで軽く, 98回/分) 0.9, 自動車運転1.0 |
| 手先の動作が上皮まで及ぶ | 手先の動きが前腕まで及ぶ | あまり疲れない。仕事としては軽いと思う | 同上 | 1.0~2.0 | 旋盤(ベアリング, 0.83分/個) 1.1, 監視ボタン操作(立位) 1.2, 平地歩行(ゆっくり, 45m/分) 1.5 |
| | 手先の動きが上腕まで及ぶ | 時々休みたくなる | 仕事は反射的でないからいわゆる仕事をしている感じが出る筋的な作業としては小さい | 2.0~3.0 | (普通, 71m/分) 2.1, (速足, 95m/分) 3.5, コンクリートみがき(軽く) 2.0, 丸のこ2.5 |
| 上肢 | 普通の動かし方 | 大した苦にならないが最初馴れないと苦しい | 動作が全身に及ばない程度でモーションはやや大きい力がは入らない | 3.0~4.0 | 懸垂グラインダー(150kg部品削り, 6分/個) 3.0, 自転車(平地, 170m/分) 3.4, やすりかけ(36cmやすり, 150回/分) 4.2 |
| | 動作が比較的大きく力も入る | 局所の疲労を感じ馴れても長くは続けられない | 上肢全体を使いとくに上肢に力が入っていることがわかる | 4.0~5.5 | びょう打ち(1.3本/分) 4.2, 荒のこ5.0 |
| 全身 抱き上げる, まわす, 引く, 押す, 投げる, 上下動, かきよせる | 普通の動かし方 | 続けて仕事をしようと思えばできるが, 30分~40分で一休みする | 息がはずんでくるのがわかる | 5.5~6.5 | タップ(デレッキ7kg, 16~20回/分) 5.7, ショベル(6kg, 18回/分) 6.5, 階段歩行(昇り, 45m/分) 6.5, (降り, 50m/分) 2.6 |
| | 動作が比較的大きく力を平均に入れる | 20分続けると胸苦しくなる。しかし軽い仕事なら続けてやれる | 息がはずみ顔色が変わる, 汗が出る | 6.5~8.0 | ハンマー(6.8kg, 26回/分) 7.8 |
| | とくに瞬間的に全身に力を集中する | 5~6分この仕事をするとその後はどんな作業でもやれない | 10分もこの作業を続けると呼吸がはずみ, 汗が出, 顔色も苦しそうで無口となる | 8.0~9.5 | 積み上げ(15kg, 10回/分) 9.0 |
| 全身 (同上) | 激しい作業ではあるが心でいくらかゆとりがある。ある時間は続けられる | 時々仕事上の話をしながら仕事をやるが5分とは続けられない | 仕事をして間もなく呼吸が荒くなり顔色が変わり汗が出てくる | 10.0~12.0 | 全力で車押し10.0 つるはし(コンクリート破り) 10.5 ショベル(72回/分) 11.0 |
| 職業的重筋労働者たとえば, 土建労働者の作業 | 全身に力を集中し1分以内しかたえられない | 心にゆとりなどまったくなくほとんど夢中で仕事する | ムットとした状態で仕事し話しかけても答えられない。呼吸が荒く顔色も変化し疲労感がわかる | 12.0~ | ハンマー(4.5kg, 29回/分) 19.3 |

手の黒球温度計示度

DB (dry-bulb temperature) : 熱輻射源からの直接の影響を防ぎ, 自然気流はそこなわれないように, 球部を囲ったもので測定された乾球温

CETの算出

黒球温と湿球温と風速の測定値から, 正常スケールによるCET図表を用いて算出する。この場合の湿球温は強制通気をし, 熱輻射を防いだ形で測定された湿球の読みである。

測定に当っては自然の温熱条件と職場での温熱発生条件との結果生ずる温熱負荷の実態を熟知することに心掛けることが重要である。その実態と作業者の実態すなわち作業位置, 作業強度, 温熱曝露の時間と頻度などを熟知することが必要である。その作業実態の推定は次のよ

うにして行なう。

1 時間継続曝露作業の場合, 1 日作業時間中の最も高い温熱に曝露されている1 時間作業時のWBGTないしはCETをもって, その作業場所の温熱条件とする。

2 時間継続曝露作業の場合, 曝露ごとの作業時間によって, 2 時間荷重平均で求めたWBGTないしはCETをもって, その作業場所の温熱条件とする。

$$2 \text{ 時間荷重平均WBGT} = (\text{WBGT}_1 \times t_1 + \text{WBGT}_2 \times t_2 + \dots + \text{WBGT}_n \times t_n) / 120 \text{分}$$

WBGT₁, WBGT₂, ..., WBGT_n: 個々の作業時, 休憩時のWBGT

t₁, t₂, ..., t_n: 個々の作業時, 休憩時の時間(分)

2 時間継続作業時の作業の強さの算出方法は次のようにして行なう。

1時間以上重作業、中等度作業の場合は重作業、中等度作業とする。

1時間以上軽作業で残り中等作業の場合は軽作業とする。

1時間以上軽作業で残り重作業の場合は中等度作業とする。

個々の作業の強さが問題となる時には次のようにして、2時間荷重平均の作業の強さを求める。

$$2 \text{ 時間荷重平均作業の強さ} = (WL_1 \times t_1 + WL_2 \times t_2 + \dots + WL_n \times t_n) / 120 \text{ 分}$$

WL_1, WL_2, \dots, WL_n : 個々の作業時、休憩時の作業の強さ

t_1, t_2, \dots, t_n : 個々の作業時、休憩時の時間(分)

(産業医学25巻4号297~299頁)