

作業道の法面施工作業における 作業者の労働強度について

山本俊明・沼田邦彦・吉村哲彦・スチャ ガンダスチャ

はじめに

近年農山村においては、労働力の流出、労働力の高齢化、人件費の高騰などにより、高度な技術と体力を持った若い作業員を確保することは非常に難しく、作業の実行が困難な状態になりつつある。また、最近の若い人の中では、3K（きつい、汚い、危険）と云われている仕事は嫌われる傾向にある。森林作業もこの3Kの中に入っている状態である。

そこで筆者は、森林作業が働く人の立場からどの程度の労働強度であるかを調査してきた。今回は、その一環として、作業道開設作業における法面保護作業について調査する機会を得たのでその結果について報告する。

調査地の概要及び調査方法

調査地は、奈良県吉野郡上北山にある岡橋林業（株）所有の山林である。この山林は、紀伊半島の中央部に位置し、面積450ha、（経営有効面積250ha）年間降水量3,000mm以上で斜面勾配は35度以上を越えるところが大部分を占めている非常に条件のきびしい山林である。現在この山林においては、作業員5名で各種作業が行われている。また、作業道については、幅員2.5mの作業道22,970m開設されている。

調査は1992年12月8日におこなった。バックホーで作業道の法面を拡幅し、その場所に直径15~20cmヒノキ間伐材を3~4段積み上げ法面を保護する法面保護作業（写真-1-2-3参照）に従事する作業員2名（バックホー運転者、丸太積み作業員各1名）を対象に、要素作業頻度と時間および作業中の作業員の生理負担について測定した。

作業工程は、作業開始から作業終了までのバックホー運転者と、丸太積み作業員各々を対象に、作業中に出現した要素作業及び時間をストップウォッチで10秒単位で記録した。

作業員の作業中の労働強度は、心拍数を指標とし、作業員にハートメモリーを装着し作業開始から作業終了まで全作業時間の心拍数を10秒単位で記録した。作業員の作業中の心拍数は踏台昇降運動（ステップテスト）により物理的仕事量に換算した。また、平川の式により法面保護作業におけるバックホー運転作業と丸太積み作業の作業全体及び要素作業別のエネルギー代謝量

(Kcal/分)を求めた。求められたエネルギー代謝量を体重1kgあたり毎分のエネルギー量に換算し、沼尻により求められた活動代謝への換算式²⁾を用いてR, M, R (作業強度)を推定した。



写真-1 バックホーによる法面拡幅作業



写真-2 丸太積作業



写真-3 完成した法面

$$Y = 0.0198 + 0.0177X \quad X = R, M, R$$

$$Y = \text{Kcal}/\text{体重} \cdot 1 \text{ kg}/\text{分}$$

作業者の詳細とステップテストの結果は、表-1に示すとおりである。

表-1 作業者のデータ

作業者	機械運転者	補助者
年齢	39才	42才
身長	168cm	170cm
体重	60kg	62kg

ステップ回数 (X) と心拍数 (Y) との回帰式
 機械運転者: $Y = 1.86X - 78$ ($r = 0.927$)
 補助者: $Y = 1.94X + 68.4$ ($r = 0.953$)

調査結果

1 作業工程について

法面保護作業におけるバックホー運転作業、丸太積作業の要素作業別時間とその構成比を示したのが、表-2、表-3、図-1~2である。

表-2 法面保護作業の要素作業別時間とその構成比 (バックホー運転操作)

要素作業	時間(分)	構成比%
移動歩行	42.50	16.20
補助者へ手伝(玉切他)	49.33	18.80
作業待ち	11.00	4.19
バックホー操作	106.83	40.72
バックホー修理	48.67	18.55
その他(給油他)	4.00	1.52
合計	262.33	100.00

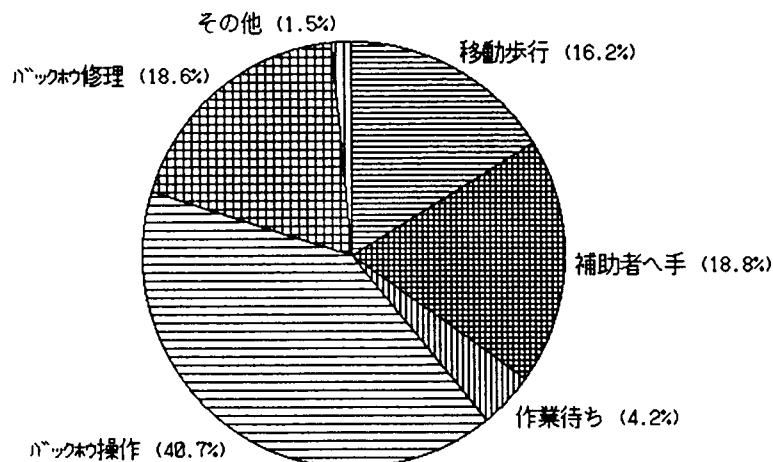


図-1 法面保護要素作業頻度 (バックホー運転操作)

表-3 法面保護作業の要素作業別時間とその構成比(丸太積作業)

要素作業	時間(分)	構成比%
移動歩行	28.17	10.79
ツルハシ法裏込め	13.50	5.17
ツルハシ穴掘	12.67	4.85
作業待ち	17.17	6.58
丸太玉切り(チェーンソー)	29.33	11.24
釘打ち(30センチ)	35.33	13.54
横材置き	28.33	10.85
丸太運び(人力)	7.83	3.00
丸太引出し(トラック)	6.50	2.49
作業機運転	21.67	8.30
バックホー修理	46.33	17.75
その他(給油他雑)	14.16	5.43
合計	260.99	100.00

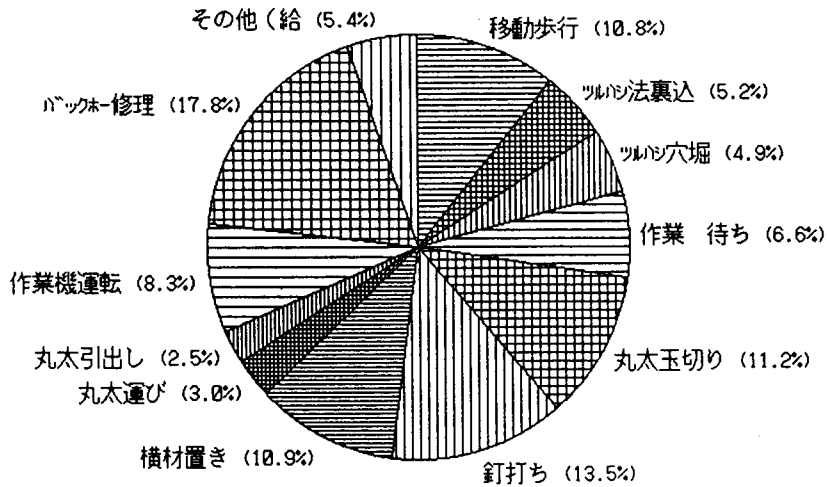


図-2 法面保護要素作業頻度(丸太積作業)

まず、バックホー運転作業についてみると、その主な作業はバックホー運転操作、チェーンソーによる丸太玉切り、丸太固定のための釘打ち、丸太積作業手伝い及び移動歩行であった。今回の場合、突発的にバックホーが故障したためその修理にかなりの時間を要した。

つぎに、丸太積作業についてみると、主な作業は、積んだ丸太を固定するための釘打ち、チェーンソーによる丸太玉切り、横材置き及び移動歩行であった。この他、ツルハシによる穴掘り・裏込め、トラック、人力による丸太運び、給油等の作業が行われた。また、バックホー運転作業の場合と同様、突発的な機械の故障による修理にかなりの時間を要した。

2 作業者の作業中の労働強度

バックホー運転作業及び丸太積作業の要素作業別平均心拍数、毎分当りのステップ回数、エネルギー消費量、体重1Kg当りの毎分のエネルギー消費量及び平均R, M, R(エネルギー代謝率)を示したのが表-4、表-5、図-3~8である。

1) 作業中の心拍数の変動

バックホー運転作業についての要素作業別平均心拍数の変動は、丸太積作業への手伝い 平均126.6拍/分、移動歩行 平均119.2拍/分、その他(給油等雑)平均115.9拍/分、

表-4 法面保護作業の要素作業別心拍数、エネルギー消費量、R, M, R (バックホー運転操作)

要素作業	平均心拍数	最大	最小	ステップ回数	消費エネルギー Kcal/Min	全消費エネルギー Kcal	消費エネルギー Kcal/kg/Min	R.M.R
移動歩行	119.2	159.0	84.0	22.2	9.87	419.27	0.164	8.2
補助者へ手伝(玉切他)	126.6	156.0	84.0	26.1	11.42	563.43	0.190	9.6
作業待ち	102.5	162.0	78.0	13.2	6.35	69.88	0.106	4.9
バックホー操作	92.3	120.0	78.0	7.7	4.22	450.62	0.070	2.9
バックホー修理	107.4	162.0	78.0	15.8	7.38	359.35	0.123	5.8
その他(給油他)	115.9	138.0	96.0	20.4	9.17	36.68	0.153	7.5
全体	110.7	162.0	78.0	17.6	8.07	2116.68	0.134	6.5

表-5 法面保護作業の要素作業別心拍数、エネルギー消費量、R, M, R (丸太積作業)

要素作業	平均心拍数	最大	最小	ステップ回数	消費エネルギー Kcal/Min	全消費エネルギー Kcal	消費エネルギー Kcal/kg/Min	R.M.R
移動歩行	105.7	138.0	78.0	19.2	8.97	252.75	0.145	7.1
ツルハシ法裏込め	110.0	132.0	84.0	21.4	9.87	133.22	0.159	7.9
ツルハシ穴掘	117.9	132.0	108.0	25.5	11.51	145.89	0.186	9.4
作業待ち	99.3	132.0	72.0	15.9	7.64	131.16	0.123	5.8
丸太玉切り(チェーンソー)	111.7	132.0	90.0	22.3	10.22	299.83	0.165	8.2
釘打ち(30センチ)	121.5	138.0	90.0	27.4	12.26	433.31	0.198	10.1
横材置き	115.7	132.0	96.0	24.4	11.06	313.22	0.178	9.0
丸太運び(人力)	117.6	144.0	96.0	25.4	11.45	89.67	0.185	9.3
丸太引出し(トラック)	117.8	138.0	96.0	25.5	11.49	74.71	0.185	9.4
作業機運転	87.2	120.0	72.0	9.7	5.12	110.89	0.083	3.5
バックホー修理	104.1	132.0	78.0	18.4	8.64	400.24	0.139	6.8
その他(給油他雑)	104.6	126.0	66.0	18.7	8.74	123.80	0.141	6.8
全体	109.4	144.0	66.0	21.1	9.75	2544.24	0.157	7.8

バックホー修理 平均107拍/分、作業待ち 平均102.5拍/分、バックホー運転操作 平均92.3拍/分であった。最も高い値を示したのが、丸太積作業への手伝いで、156拍/分～84拍/分 平均126.6拍/分、最も低い値を示したのが、バックホー運転操作で120拍/分～78拍/分 平均92.3拍/分、全体としては、162拍/分～48拍/分 平均110.7拍/分であった。

つぎに、丸太積作業についての要素作業別平均心拍数の変動は、積み上げた丸太を固定するための釘打ち作業 平均121.5拍/分、トラック・人力での丸太運び・ツルハシによる穴掘り作業 平均117.6拍/分～117.9拍/分、ツルハシによる法裏込め作業 平均110.0拍/分、移動歩行・バックホー修理・その他(給油他雑) 平均104.1拍/分～105.7拍/分、作業待ち 平均99.3拍/分、作業機(トラクター)運転 平均87.2拍/分であった。

最も高い値を示したのが、丸太を固定するための釘打ち作業で138拍/分～90拍/分 平均121.5拍/分、低い値を示したのが作業機運転で120拍/分～72拍/分 平均87.

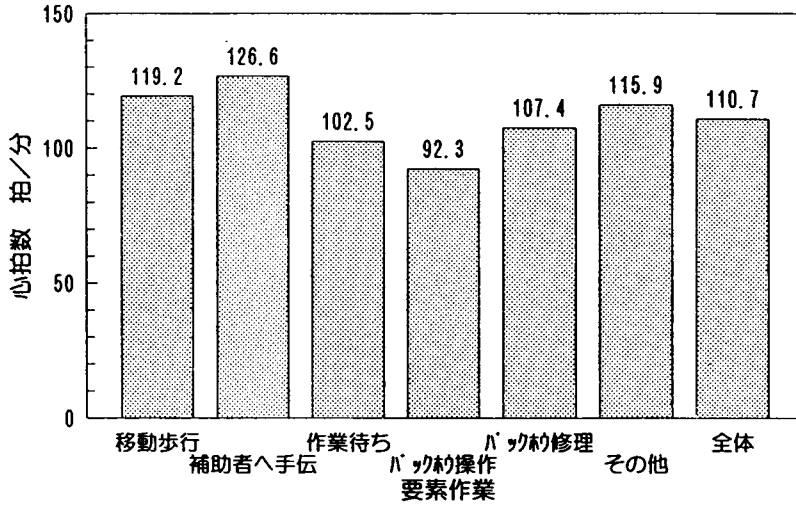


図-3 法面保護作業要素作業別心拍数 (バックホー運転操作)

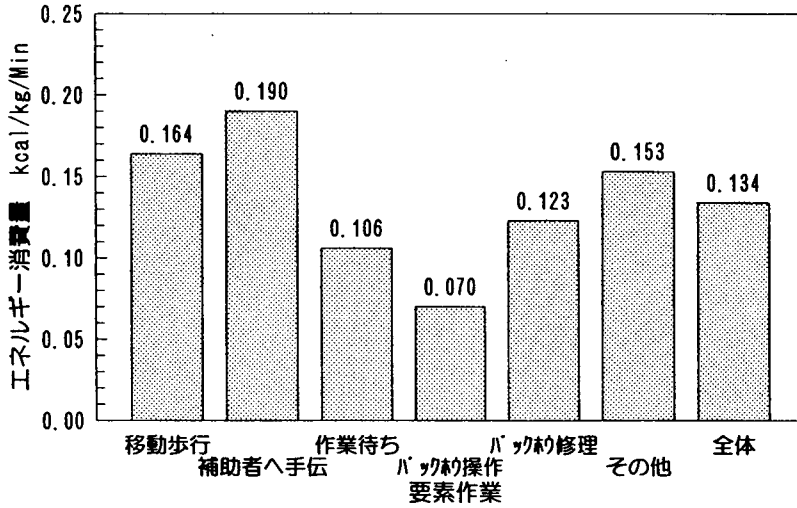


図-4 法面保護作業要素作業別エネルギー消費量 (バックホー運転操作)

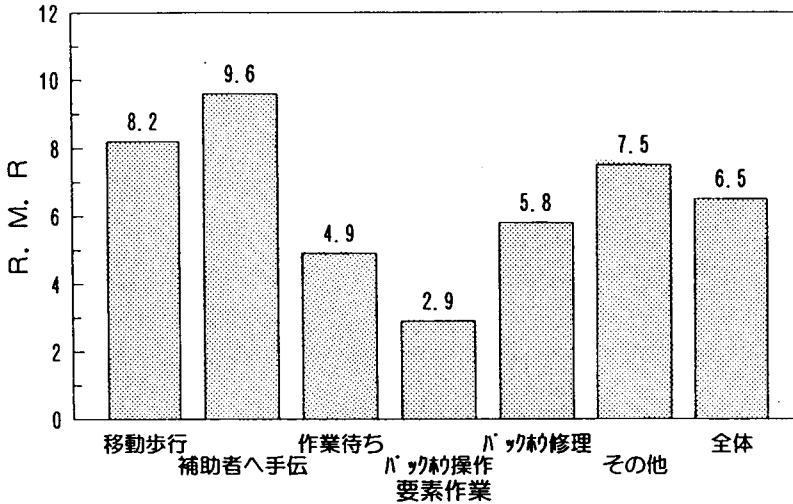


図-5 法面保護作業要素作業別R.M.R. (バックホー運転操作)

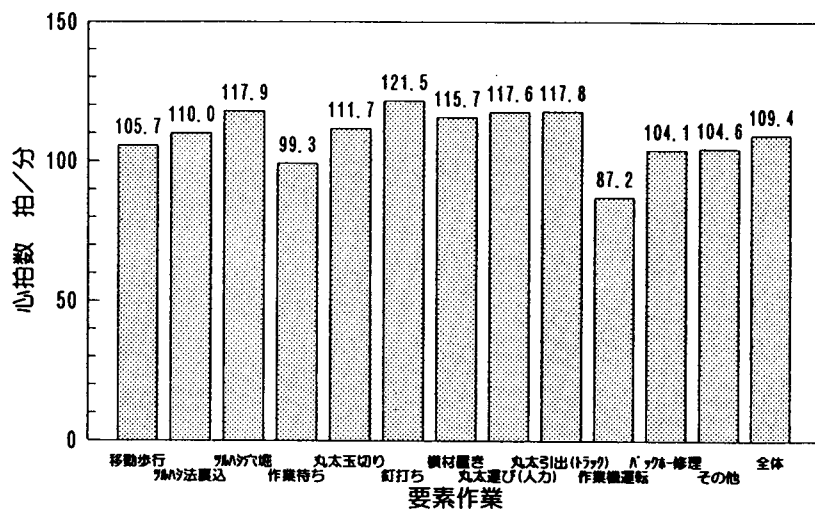


図-6 法面保護作業要素作業別心拍数 (丸太積み作業)

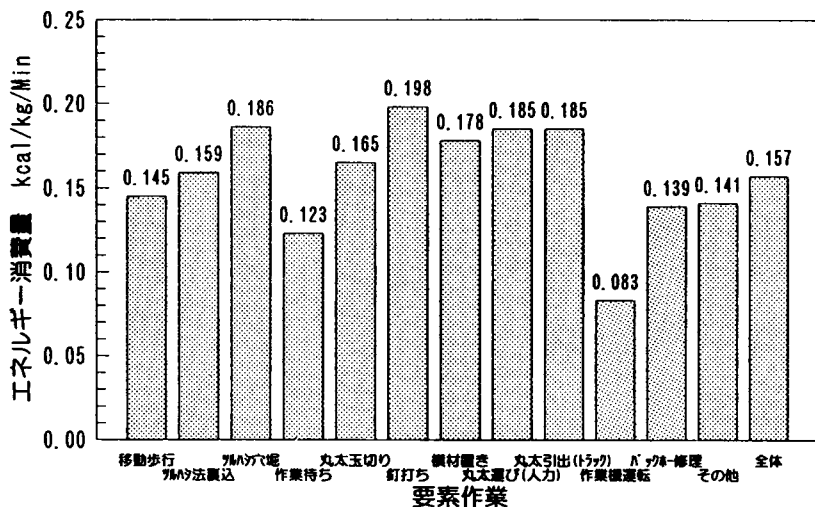


図-7 法面保護作業要素作業別エネルギー消費量 (丸太積み作業)

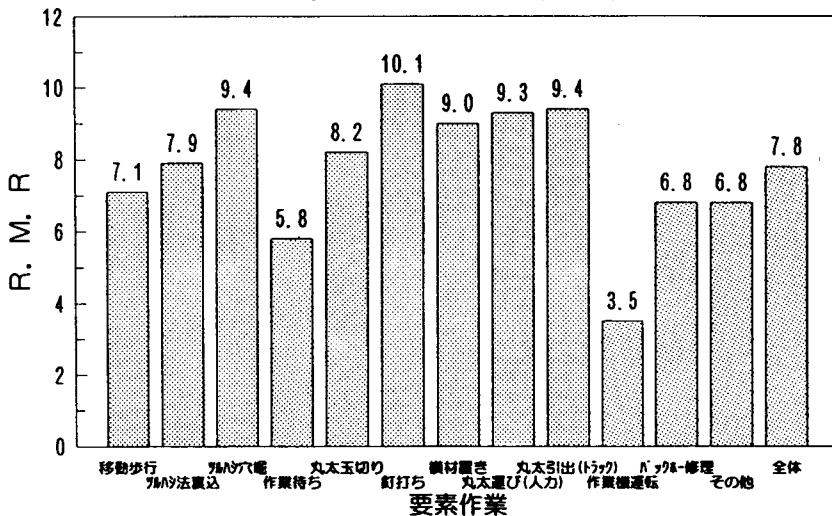


図-8 法面保護作業要素作業別R. M. R (丸太積み作業)

2拍/分, 全体としては, 144拍/分~66拍/分 平均109.4拍/分であった。

2) エネルギー代謝量と労働強度

バックホー運転操作の要素作業別エネルギー代謝量及び労働強度(R, M, R)は, 表-4右側, 図-4~5に示す通りである。

まず, 毎分体重1kg当りの消費エネルギーは, 心拍数の場合と同様丸太玉切り等丸太積み作業への手伝い 0.190Kcal/Kg/分, 移動歩行 0.164Kcal/Kg/分, その他(給油他雑) 0.153Kcal/Kg/分等が高い値を示し, 全体として0.190Kcal/Kg/分~0.070Kcal/Kg/分の範囲で 平均0.134Kcal/Kg/分であった。また, R, M, Rによる労働強度については, 丸太積み作業への手伝い・移動歩行・その他(給油他雑)等が, 7.0/分以上と高い強度を示し, 全体として2.9/分~9.6/分 平均6.5/分であった。

以上の結果を, 辻ら³⁾により分類されたエネルギー代謝量による労働の等級区分をもとに分類してみると, 激労作業~中等作業の範囲で平均重労作業に属し, 特に, バックホー運転操作だけについてみると中等作業に属していることになる。

つぎに, 丸太積み作業については, 表-5右側, 図-7~8に示す通りである。

まず, 毎分体重1kg当りの消費エネルギーは, 丸太固定のための釘うち作業 0.198Kcal/Kg/分, ツルハシでの穴掘り作業 0.186Kcal/Kg/分, トラック・人力による丸太運び 0.185Kcal/Kg/分, 横材置き・チェーンソーによる丸太玉切り作業・ツルハシによる法裏込め作業 0.178Kcal/Kg/分~0.159Kcal/Kg/分, 移動歩行 0.145Kcal/Kg/分等が高い値を示し, 全体としては, 0.198Kcal/Kg/分~0.083Kcal/Kg/分の範囲で 平均 0.157Kcal/Kg/分であった。

R, M, R による労働強度については, その他(給油他雑)・バックホー修理 6.8/分, 作業待ち 5.8/分を除いてほとんどの要素作業において, 7.0/分以上と高い強度を示し, 全体として10.1/分~3.5/分, 平均 7.8/分であった。

バックホー運転操作の場合と同様に, 結果をエネルギー代謝量による労働等級区分をもとに分類してみると, 激労作業~中等作業の範囲で平均激労作業に属し, バックホー運転操作の場合より人力作業が多いだけに高い強度を示している。

おわりに

本調査を行うに当たり, 被検者として協力戴いた岡橋林業の職員方々をはじめ調査協力して戴いた林業工学研究室の諸氏に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 平川和文(1983) 踏台昇降運動時エネルギー代謝量の推定. 体力科学. 32. 285-292.
- 2) 沼尻幸吉(1977) エネルギー代謝率と活動代謝について. 新労働衛生ハンドブック(増補編). 82-84.
- 3) 辻隆道・渡部庄三郎(1965) 林業作業測定を進め方. 地球出版(株). 16-17.