

日本電信電話公社

同

同

使田 容大

正員 鶴田 秀典

鳥海 一政

1. まえがき

近年土木工事において機械化はめざましいものがある。しかし依然として人力に頼った方が効率が良い。あるいは機械と入力との組合せて大きな労力を必要とするいわゆる完全機械化ができない作業が多く残っている。ランマーによる転圧、さく岩機による破壊作業等はその代表的なものである。本文は、振動を多く伴う機械を用いて作業する場合、作業者がどのような影響を受けるかを身近なランマーを例にとり、電電公社職員が考案したランマー引綱緩衝装置の効果測定を通じて報告するものである。

2. ランマーによる転圧

電電公社では、電話ケーブルを収容する管路を埋設する通信土木工事において、46年度巨長4⁵km、47年度5²kmの道路掘さくをしている。掘さく巾は管路の条数により異なるが平均80cmとあまり広くない。国、県、市、町、村道の占用に際しては、安全、住民感情、道路管理者の占用条件等を考慮し電電公社では転圧方法の検討を重ねると共に、現在転圧を十分にするため、埋戻しを20cm行いうちに転圧を繰り返すよう内部指導している。転圧機械にはいろいろなものがあるが、ランマーは手軽に使えることもあって土木工事には必ず使われると言っても過言ではない。

3. ランマー引綱緩衝装置

比較的狭い掘さく溝内でランマーにより転圧をする場合、特に水平移動に労力を必要とするので通常二人一組で引綱によりこれを助けることが多い。この時、ランマーにはオペレータに伝わる衝撃を後らげる緩衝装置が付いているが、引手者には引綱を介して直接衝撃が伝わるため後者の疲労も大きい。土木工事に直接従事する電電公社職員がこれに注目し、素朴な発想ではあるがバネによりその衝撃を吸収する緩衝装置を考案、試作し効果を確認した。衝撃を $\frac{1}{2}$ に後らげる良い結果が出た。

図-1にランマー引綱緩衝装置の概略を示す。表-1に使用したバネの寸法、図-2に張力変位の関係を示す。

図-3、図-4に引綱長 $l=1.7, 3.5$ mの場合の衝撃 T (張力差 $T=T_{max}-T_{min}$)を示す。なお $l=1.7$ mは標準的なランマーを引く時、引手者が一番引き易い長さの平均値である。

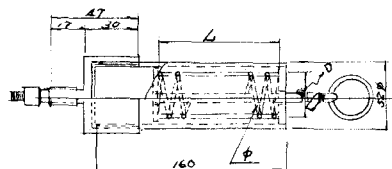


図-1 ランマー引綱緩衝装置

表-1 緩衝装置バネ寸法

	φ	L	D
バネⅠ	3.5 ^m	120 ^{mm}	35.0 ^{mm}
バネⅡ	4.0 ^m	117 ^{mm}	34.5 ^{mm}
バネⅢ	5.0 ^m	120 ^{mm}	34.5 ^{mm}

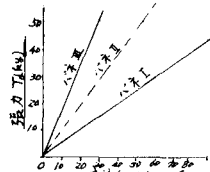


図-2 バネ張力変位

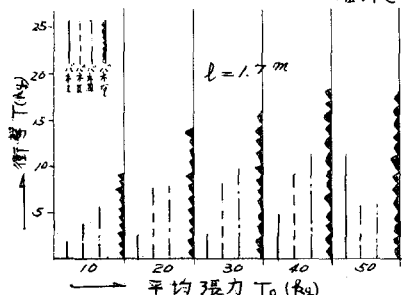
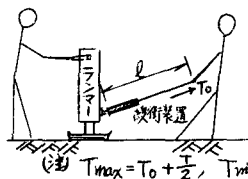


図-3

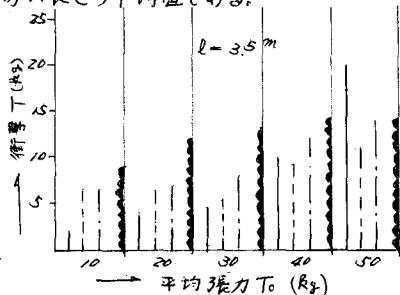


図-4

以上の結果より、作業者が普通に引く場合の引網張力20kg前後では、パネIで緩衝装置なしと比較すると衝撃を約1/2に小さくし、大きな効果が有ることがわかる。また、引網長さ $l=1.7m$ の約2倍の $l=3.5m$ と $l=1.7m$ の衝撃吸収率を比較すると $l=3.5m$ の方が緩衝効果が悪くなっており、引網は適当に短くした方がよい。

4. 疲労度測定

いろいろな作業のウェイト付けをする手法に、R. M. R (Relative Metabolic Rate, エネルギー代謝率)を用いる手法がある。

$$R. M. R = \frac{\text{energy requirement of work}}{\text{basal metabolism}}$$

この手法は、単位時間内に行う労働の激しさが体内で消費されるエネルギーに比例することから、標準的な人間に色々な作業を行わせて、そのR. M. R値で作業の激しさを区分する手法で、産業労働のエネルギー代謝率として科学技術庁より種々な業種についてR. M. R値が発表されている。電電公社ではこの手法を安全な地下配線作業の組立てに導入しようとしているが、今回はこれを離れて作業者の手に振動(衝撃)が加わる場合、主に手先にどのような影響が現われるかを調査した。

4-1 被験者

被験者は電電公社において、土木工事に直接従事する若い職員の中から10人を選出した。これらの職員は作業における専門は決ってなく全ての作業に携わり、また同一時期で寝食を共にするなど生活環境条件が非常に似かよっている。

表-2 被験者調査

項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
年齢(年)	23	21	22	21	25	24	24	25	30	34
身長(cm)	176	168	165	170	178	178	166	169	170	173
体重(kg)	65	65	56	65	58	69	56	60	62	75
胸囲(cm)	110	93	84	91	94	90	86	88	88	98

4-2 同一振源に張力を加えた時の作業者の握力変化

垂直、水平方向振中それぞれ13mm、300回分の振動体に1mの引網を介し20kgで牽引した時、被験者の握力がどのようにに変化するか測定した。なお予備実験において被験者が引網張力を20kgコンスタントに意識的に維持できるのは約10分間が限度であることがわかったので、測定時間を9分間とした。

図-5に0, 3, 6, 9分後の握力変化を示す。握力変化は個人差があり例外的被験者が見られるが、平均すると時間と共に直線的に握力が低下することがわかる。しかし、被験者の筋力の限界を越えると急速に握力が落ち、ほとんどどの者が握力計を握れない状態、3~5kgの握力になった。なお振中を10mm、15mm、周期を180回分、240回分と同様な測定をしたがほぼ同じ結果であった。次に体力差のある別の被験者二人を選出し、緩衝装置パネI, II, なしの比較を行った結果を図-6, 図-7に示す。緩衝装置の効果は十分であり特に4分後において差が現われ、手のみならず被験者の話で体全体の疲労度に大きな差があることがわかった。

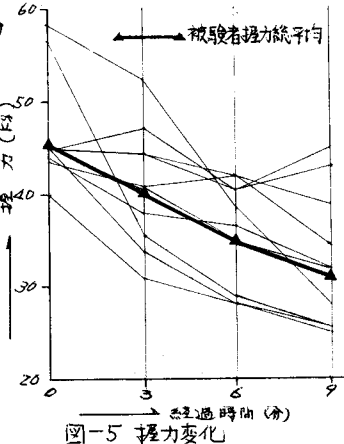


図-5 握力変化

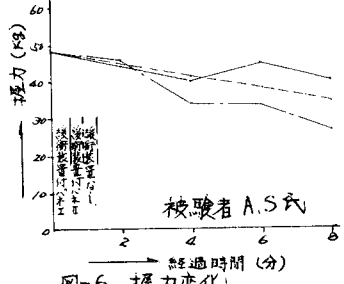


図-6 握力変化

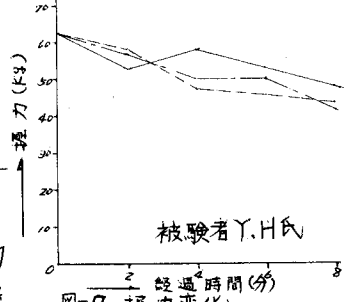


図-7 握力変化

しかし、被験者の筋力の限界を越えると急速に握力が落ち、ほとんどどの者が握力計を握れない状態、3~5kgの握力になった。なお振中を10mm、15mm、周期を180回分、240回分と同様な測定をしたがほぼ同じ結果であった。次に体力差のある別の被験者二人を選出し、緩衝装置パネI, II, なしの比較を行った結果を図-6, 図-7に示す。緩衝装置の効果は十分であり特に4分後において差が現われ、手のみならず被験者の話で体全体の疲労度に大きな差があることがわかった。

5. あとがき

表-3は大豆を一定距離まで一分間に移動させた個数を示すもので、作業前後では平均して11.7個の差が見られ、握力と同様顕著な被験者の機能低下を表すものである。これらは安全、作業能率等に密着するものであり、前述の緩衝装置のようなものによる作業の軽減、さらには完全機械化を目指した機械の開発など、まだ検討の余地が残っていると思われる。

表-3

項目	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
5分後	48	56	48	47	54	44	47	47	62	51
9分後	29	43	35	47	47	31	35	44	42	34
差	19	13	13	0	7	13	12	3	20	17