

廃棄ホースを使用した軟弱地用マットの開発について

三観広域行政組合消防本部（香川県） 礒野 孝樹
石川 和樹

1 はじめに

近年、気候変動が原因と考えられている大雨により土砂災害が日本各地で頻発しています。平成30年の豪雨災害で緊急消防援助隊として出動、現場では土石流に見舞われた一家の救出にあたりました。活動中、水を含んだ土砂で幾度も足をとられ、足が抜けなくなったこともありました。土砂を掘ること、また、搬送することが難しく感じたのを覚えています。

令和3年、当消防本部に車両系建設機械（以下「重機」という。）が総務省消防庁から貸与されました。重機の操作訓練時、多量の雨が降り、地面がぬかるむと片方のクローラが空転する事象が起き満足に走行できないことがありました。人力による土砂災害対応訓練でも地盤が安定せず、ショベルで掘ることもままなりませんでした。このことと、先の緊急消防援助隊の活動経験から、廃棄ホースを用いた軟弱地用マットを作成しました。

2 軟弱地に対する処置の現状と問題点

- (1) なにも対策しない
- (2) 現場の木材等を敷く
- (3) コンクリートパネル（コンパネ）を敷く
- (4) 既製の不整地マットを敷く

以上がこれまでの現場活動及び訓練で実際行ってきた対応です。（1）は言うまでもなく、十分な活動ができません。（2）は木材を探す必要がある上、接地面が広がらないと、地面に埋没してしまいます。（3）は接地面が広く埋没することはないが、一般的なコンパネのサイズは約180cm×90cmで定形であるため、狭あいな場所や瓦礫の混じった凹凸のある不整地では使用できません。長距離の搬送は隊員2名が必要となり、土砂がコンパネ上に乗ると滑りやすいといった問題点もあります。（4）

も性質は（３）と同じで、１枚の重量は２１kg、こちらも搬送に２名必要となります。価格面を見ると１枚あたり約５万円と高価です。

3 開発したマットの概要

開発に際して私達が重要視したのは、マットの高耐久性と、柔軟でありながら堅さを有すること、搬送及び積載が容易であることです。以上をふまえ、廃棄する消防用ホースを材料としました。作成したマット１枚のサイズは約１８０cm×１５０cm、これを４枚作成しました。サイズについては自由度が高く、今回は当消防本部の所有する軽トラックの荷台のサイズに合わせて決定しました。

作成にあたりボルト、ナット及びワッシャーを購入し、費用はマット１枚当たり約２，５００円です。

4 作成方法

(1) 準備物（マット１枚あたり）

- ・ 廃棄ホース４本（今回５０mmホースを使用）
- ・ ボルトM4 ２５mm、ワッシャー、ナット２個 １４０組
- ・ 工具類：ハンダゴテ、はさみ、メジャー、電動ドライバー、ディスクグラインダー等

(2) 作成方法

廃棄ホースを２mごとに切断していきます。１本の２０mホースから９本とることができます。今回作成するマットは縦１８本と横１５本の計３３本を用意しました。（図１参照）

縦、横を格子状に編み込んでいきます。このとき末端は２０cm残しません。（図１参照）

残した末端の長さを揃えて折り返します。折り返し部分は搬送用の取っ手、連結用として使用します。３本のホースが重なる位置にハンダゴテを用いて貫通する穴を２ヶ所あけ、ボルト、ナット及びワッシャーで固定していきます。これを四辺すべてに施します。四角のホースが４本重なる部分は４箇所ボルト止めをします。（図２参照）

電動ドライバーでボルトを本締めし、裏に突き出たネジ部はディスクグラインダーで切断後、負傷防止のために研磨して完成です。

5 検証内容

検証は模擬的にぬかるみ及び傾斜地を作成し行いました。以下の地面状況時、開発したマットが隊員の歩行と重機へ及ぼす効果、また搬送及び積載性能について測ることを目的としました。

以下の方法で隊員5人（一部を除く）が実施し、ぬかるみについては重機を用いて地面下約60cmを掘削しながら散水して作成しました。

(1) 平坦地8mの歩行時間を測定

(2) ぬかるみ（平坦地）での検証

ア ぬかるみでの下肢の埋没深さ 隊員1名

イ 開発したマット上での埋没深さ 隊員1名

ウ 8mの歩行時間

エ 開発したマット上、8mの歩行時間

(3) ぬかるみ（傾斜地）での検証

底辺7.7m、斜辺8m、高さ2m、傾斜角14度の斜面を作成

ア 8mの歩行時間

イ 開発したマット上、8mの歩行時間

(4) ぬかるみに重機を停止させたときのクローラの埋没深さ

(5) 搬送及び積載性能

ア 4つ折りにしたときのサイズ

イ ロールにしたときのサイズ

ウ 重量

6 結果

(1) 平坦地8mの歩行時間の平均値は7.30秒でした。（表1参照）

(2) ぬかるみ（平坦地）では下肢は埋没し、深さは最大35cmでしたが、同箇所にマットを設定した場合では下肢は埋没することなく、マットがわずかに沈みました。（表2、図3・4参照）

ぬかるみの歩行時間の平均値はマットの使用により51.9%短縮しました。（表2、図5参照）

(3) ぬかるみ（傾斜地）の歩行時間の平均値はマットの使用により51.5%短縮しました。（表3、図6参照）

(4) ぬかるみに重機を停止させたときのクローラの埋没深さは40cmでクローラ上端付近まで埋没しました。マットを使用するとマット全体に20cm程度沈みがみられましたが、クローラは土砂に埋没しませんでした。（表4、図7参照）

(5) マットは柔軟性を有し、より小さいサイズにすることができました。1枚あたりの重量は19kg。（表5、図8参照）

各検証の結果を見ると、隊員の歩行に関して大幅な時間短縮という結果が得られ、また下肢の埋没を防げるため疲労の軽減にもなります。重機を用いた検証においても、クローラ自体は土砂に埋まらなかったことから駆動部のトラブル、損傷を防げるものと考えています。マットは小さくすることで車両の積載スペースの隙間に積むことができ、コンパネより大きなものを1人で搬送することができます。

7 その他の利点と活用

- ・廃棄ホースを使用しているため、安価に作成することができます
- ・変形することで窓等の狭所への搬入及び設定が可能
- ・破損部のホースを交換するだけで修理できます
- ・折り返し部分にロープを通すことで連結が可能
- ・安全領域を示すマットとして使用可能で、さらに反射塗料を塗れば夜間作業の安全性が高まります
- ・軟弱地において隊員や資機材の集結場所として機能
- ・格子状に編んでいるため、小さい穴が複数箇所あり、その穴から水分や砂が排出されます
- ・応急担架として使用可能
- ・草むらや水辺の滑りやすい地点の経路確保と転倒防止として使用可能

（図9、10参照）

8 まとめ

このマットにより以前は活動の障害となっていた地面を安定化することができ、隊員の作業効率の向上、疲労軽減及び安全確保に大きな効果を発揮するものと確信しています。土砂災害現場に対応するマットとして構想が始まりましたが、検証を行う中で適応する場面は多岐にわたることが分かりました。このマットを敷くことが現場活動の第一歩となり要救助者の一刻も早い救出につながります。

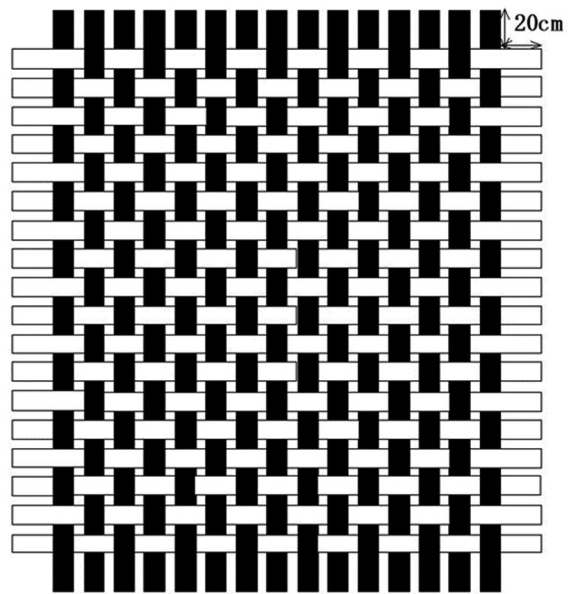


図1 格子編みをし、末端を20cm残す



図2 開発したマット



図3 ぬかるみ（平坦地）での下肢の埋没の様子



図4 ぬかるみ（平坦地）にマットを設定したときの様子



図5 ぬかるみ（平坦地）（写真左）と
マットの上を5人が歩行した後の様子（写真右）



図6 ぬかるみ（傾斜地）（写真左）とマットの上を5人が歩行した後の様子（写真右）



図7 ぬかるみに重機を停止させた様子（写真左）と
マットの上に重機を停車させた様子（写真右）



図8 左からロール（直径25 cm×長さ150 cm）
通常サイズ（180 cm×150 cm）
4つ折り（80 cm×70 cm×高さ20 cm）



図9 草むらでの使用の様子



図10 水辺での使用の様子

(表1) (1) 平坦地 8mの歩行時間 (秒)

隊員A	隊員B	隊員C	隊員D	隊員E	平均値
6.87	7.75	7.32	7.99	6.57	7.30

(表2) (2) むかるみ (平坦地) での検証結果

	隊員A	隊員B	隊員C	隊員D	隊員E	平均値
ア 下肢の埋没深さ (cm)	35	—	—	—	—	—
イ マット上での埋没深さ (cm)	0	—	—	—	—	—
ウ 歩行時間 (秒)	18.55	17.97	19.14	19.87	18.22	18.75
エ マット上歩行時間 (秒)	7.29	9.27	9.96	9.42	9.13	9.01

(表3) (3) むかるみ (傾斜地) での検証結果

	隊員A	隊員B	隊員C	隊員D	隊員E	平均値
ア 歩行時間 (秒)	19.78	18.39	20.55	20.80	20.64	20.03
イ マット上歩行時間 (秒)	8.48	8.95	10.23	11.9	9.02	9.72

(表4) (4) むかるみ (平坦地) で重機を停止させた場合のクローラの埋没深さ

マットなし (cm)	40
マットあり (cm)	20

(表5) 搬送及び積載性の検証結果

ア 4つ折りサイズ (cm)	たて80×よこ70×高さ20
イ ロールサイズ (cm)	直径25×長さ150
ウ 重量 (kg)	19