

ロープを引く力の検証

石崎 大河*, 坂本 佑介*, 湯浅 弘章**

概 要

人力によるロープ展張時の展張力を測定するとともに、手すりが支点として使用でき得るか検討することを目的として検証した。

結果として、1人当たりの展張力は自己体重の1.3倍程度になること、3倍力システムで3人で展張すると展張方向によっては800kgf近い展張力となること、手すりはブリッジ線等の支点としては強度が十分ではないことが分かった。

1 はじめに

救助活動現場では要救助者救出時や資器材の搬送、救助隊員の確保等、様々な場面でロープが活用されており、ロープを使用した救助方法は数多く存在する。高所から低所に要救助者を救出する際に用いられる救助方法として、斜めブリッジ救出法が知られているが、この救出方法では高所から低所にブリッジ線を展張する必要があり、徒手により行う場合は、倍力システムを活用して展張する。支点には強固な建物躯体や地物を選定する必要があるが、状況によっては手すりを支点として使用せざるを得ない場合も考えられる。そこで、本検証では人力によるロープ展張時の張力を測定するとともに、手すりが支点として使用でき得るか検討することを目的とする。

2 検証方法

写真1、写真2に示すように地物を支点として直径12mmの三つ打ちナイロンロープ(以下「ロープ」という。)を2本1組で設定し、現場での展張を想定した動作にて徒手でロープを展張した際の最大展張力を測定した。測定した各展張条件は表1に示すとおりである。なお、床面はアスファルトである。



写真1 水平方向に展張した様子 (条件①)



写真2 斜め方向に展張した様子 (条件⑩)

表1 測定した各展張条件

条件	展張方向	展張人数	被験者	倍力システム
①	水平	1人	A~E	なし
②				3倍力(カラビナ)
③				3倍力(滑車)
④		2人	A+B	3倍力(カラビナ)
⑤				3倍力(滑車)
⑥				3倍力(カラビナ)
⑦	3人	A+B+C	3倍力(滑車)	
⑧	斜め	1人	A	3倍力(滑車)
⑨		2人	A+B	
⑩		3人	A+B+C	

3 検証結果及び考察

(1) 1人当たりの展張力 (条件①~③)

倍力システムを使わない条件①でロープを展張した場合、最大で101kgfの展張力となり、被験者A~Eの体重に対する展張力倍率は平均で1.3倍となった。(図1、表2)

3倍力システムを使った条件②及び条件③でロープを展張した場合、条件①の展張力と比較すると、カラビナ使用の条件②は平均で1.3倍、滑車使用の条件③は平均で2.2倍となった。(表3)

展張力が3倍にならなかった要因として、カラビナとロープの接触部に生じる摩擦抵抗、滑車と軸の接触部に生じる摩擦抵抗、折り返しロープの接触による摩擦抵抗等が考えられる。

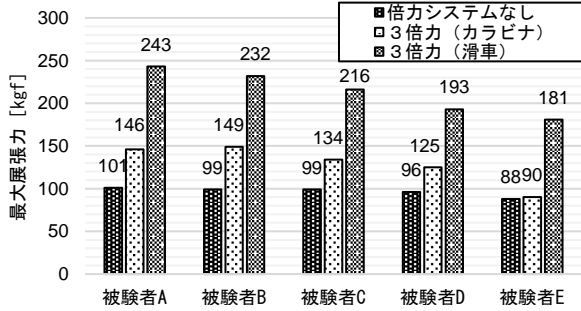


図1 各被験者の水平方向展張時の最大展張力

表2 水平方向展張力の体重に対する倍率

被験者	A	B	C	D	E	平均
体重 [kg]	71.8	75.75	76.05	73.45	63.25	
倍力システムなしの最大展張力 [kgf]	101	99	99	96	88	
体重に対する倍率	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3

表3 水平方向展張力の3倍力システムによる倍率

被験者	A	B	C	D	E	平均
倍力システムなし	1	1	1	1	1	
3倍力(カラビナ)	1.4	1.5	1.4	1.3	1.0	1.3
3倍力(滑車)	2.4	2.3	2.2	2.0	2.1	2.2

(2) 複数人での展張力 (条件④～⑦)

複数人での水平方向展張時の最大展張力を図2に示す。複数人で同時に展張した場合、被験者個々の展張力の合計値に比べ、カラビナでは約10%、滑車では約30%展張力が減少した。(表4)

これは、ロープの展張方向が各被験者により異なること及び展張力のピークとなる初動のタイミングにばらつきがあったことが影響していると考えられる。

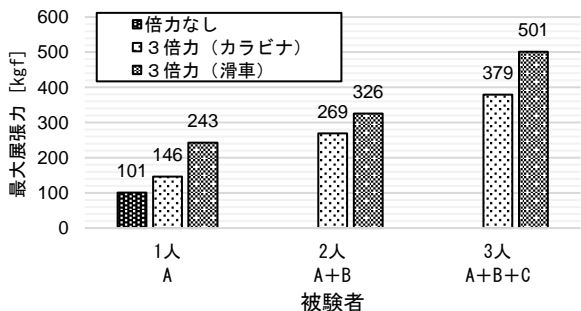


図2 複数人での水平方向展張時の最大展張力

表4 被験者個々の展張力合計と複数人での展張力 (展張人数2人)

	A、Bの各展張力の合計 I [kgf]	A、B2人での展張力 II [kgf]	Iに対するIIの減少率 [%]
3倍力(カラビナ)	295	269	9
3倍力(滑車)	475	326	31

表5 被験者個々の展張力合計と複数人での展張力 (展張人数3人)

	A、B、Cの各展張力の合計 III [kgf]	A、B、C3人での展張力 IV [kgf]	IIIに対するIVの減少率 [%]
3倍力(カラビナ)	429	379	12
3倍力(滑車)	691	501	27

(3) 展張方向による違い (条件⑧～⑦)

図3に示すように、同じ被験者でも水平方向より斜め方向に展張した方が、展張力が高くなった。これは、斜め方向に展張することにより、下半身で地面を下方方向に押す力が加わったためだと考えられる。

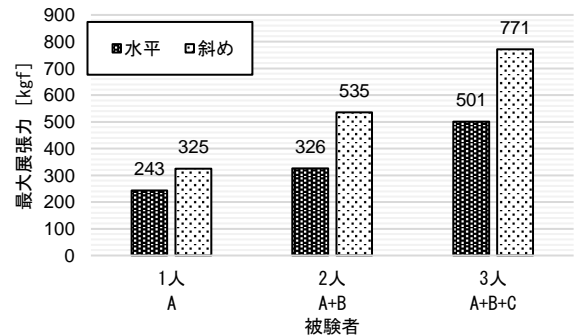


図3 各展張方向の最大展張力

4 手すり強度の指標

手すりに掛かる水平方向荷重の強度基準は建築基準法には定められておらず、様々な団体が独自で安全基準を設けている。(表6)

5 安全性を高めるための提案

- (1) 倍力システムを使わなくても1人当たりの展張力は自己体重の1.3倍程度になり得ることに留意して活動すること。
- (2) 3倍力システムで3人で展張すると、展張方向によっては800kgf近い高展張力となることから、慎重に支点を選択すること。
- (3) 手すりはブリッジ線等の支点としては強度が十分ではないことを認識して活動すること。

表6 手すりに掛かる水平方向荷重の強度基準

荷重 [kgf/m]	日本アルミ手摺工業会 基本強度 (2008)	ベターリビング (BL) 墜落防止手すり (2006)	日本建築学会 JASS13 金属工事 (1998)	日本金属工業協同組合 自主基準 (2007)
50	—	—	グレード2 (グレード1=個人住宅等と グレード3の間)	—
75	—	—		個人住宅 (廊下・バルコニー)
100	共同住宅のバルコニー、 廊下 (階段前除く)	—	グレード3 (集合住宅、事務所ビル等標準的建築物)	共同住宅の 共用廊下・避難階段
125	共同住宅の階段、 廊下 (階段前)	—		
150	—	廊下・バルコニー	グレード4 (グレード3と5の間)	商業施設・公共施設の通路、 共同住宅共用部、学校、 大規模オフィスビル避難経路 等
200	—	—	グレード5 (公共性が高く、かつ大地震 時でも機能を損なわない)	
300	—	廊下・バルコニー (共用廊下)		