

横方向力を受けるケーブルの耐荷挙動実験装置の開発

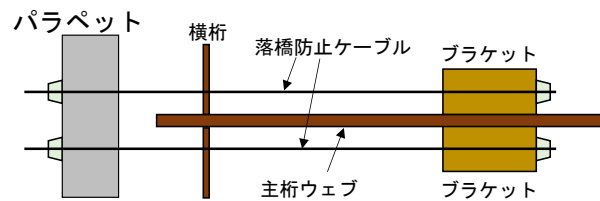
熊本高等専門学校 正会員 ○岩坪要 非会員 春日隆佑
熊本高等専門学校 非会員 橋本千乃 非会員 宮本憲隆

1. はじめに

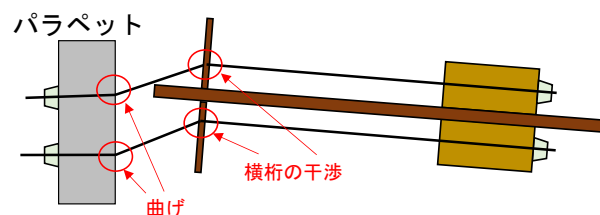
「2016 年熊本地震」は山間部の橋梁群に大きなダメージを与えた。これらの橋梁群は山間を縫うような旧道に代わる県道バイパスの一部として架設されていたため、100m 以上の比較的長スパンで高橋脚を有する橋梁群であった。その中でも曲線連続橋であった大切畑大橋では落橋こそ免れたものの、ゴム支承の破断と橋梁本体の横ずれ移動が発生し落橋防止ケーブルも破断していた。また「令和 2 年 7 月豪雨」で球磨川に架かる橋梁が流出する被害でも落橋防止ケーブルの破断が確認されている。地震力や河川増水に伴う流体力は橋軸直角方向に作用するため、横方向からの負荷に対しての検討が必要である。そこで著者らはこれまでに落橋防止ケーブルの破断に着目した研究を行ってきており、ケーブルの傷の影響と横方向からの加力の影響があったと考えて研究を進めている¹⁾。そこで本稿では、著者らが考案した実験装置を紹介すると共に、市販ケーブルを用いた耐荷実験の一部を示している。

2. 落橋防止ケーブルの引張挙動

文献²⁾では落橋防止ケーブルの引張試験が示されており、軸方向引張のみの試験と、途中にあて金具を設置した曲げ試験について紹介している。その結果、あて金具を用いる曲げ引張試験では、引張耐力よりも耐力が低下していることが分かっている。しかしながら、大切畑大橋の被害状況から推察すると、軸力が作用しながら横桁が干渉し、ケーブルに横方向に作用していたと考えられる。このような作用状態での耐力や引張挙動を調べるには、軸力を作用させながら横方向力を漸増させる実験装置が必要である。実際の落橋防止ケーブルを用いてこのような実験をすることは困難であるため、落橋防止ケーブルの代わりに市販のワイヤーロープを用い、油圧ジャッキ 2 台を用いる実験装置を考案した。図 2 に加力状態を示すが、軸方向の引張方向と横桁の干渉を想定した横方向の載荷を油圧ジャッキによって作用させた。



(a) 落橋防止ケーブルの設置状態



(b) 主桁移動時の落橋防止ケーブルの状態

図1 落橋防止ケーブルの状態イメージ図

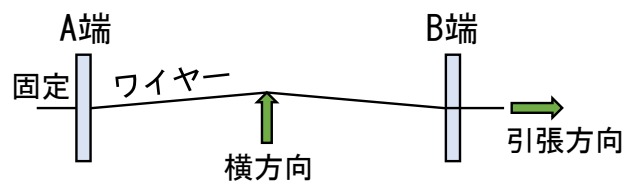


図2 実験装置の荷重作用状態

表1 実験供試体

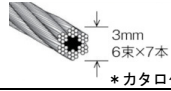
ケーブル	メッキ付きワイヤーロープ (TRUSCO 中山製)
構成	径: 3mm 炭素鋼, 6 束×7 本  *カタログより
強度	使用荷重: 784N (カタログ値 80kg) 破断荷重: 4.9kN (カタログ値 500kg)

表 1 に実験で用いたワイヤーケーブルの諸元を示し、図 3 に実験装置を示している。また、ワイヤーの傷が耐力に与える影響を調べる実験も同じ供試体を用いて実施する。

今回の装置で最も改良に時間を要した部位がワイヤーの留め具である。実際の落橋防止ケーブルでは楔型の留め具を用いて定着させているが、このタイプでは再利用ができないため、再利用ができる留め具を試行錯誤しながら設計を行った。図 4 に引張状態の履歴図の一例を示すが、黒線と赤線が B 端側の変位履歴線を示し、青線と緑線が A 端側のロードセルとケーブルの移動量を示して

いる。変位計の末尾が2がケーブルの移動量を示しているが、途中で僅かに滑りが生じているが大きな滑り量ではなく、結果の整理では滑り量を補正して伸び量とした。

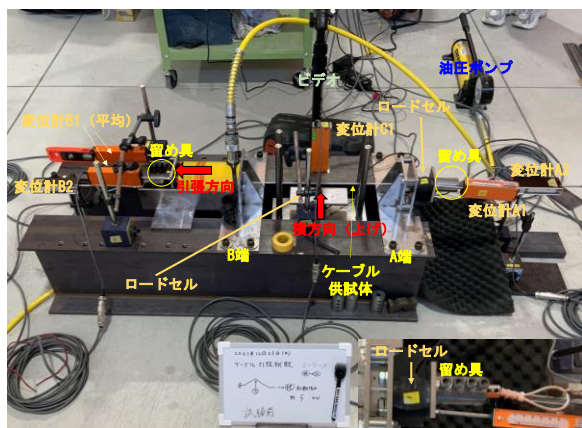


図3 実験装置

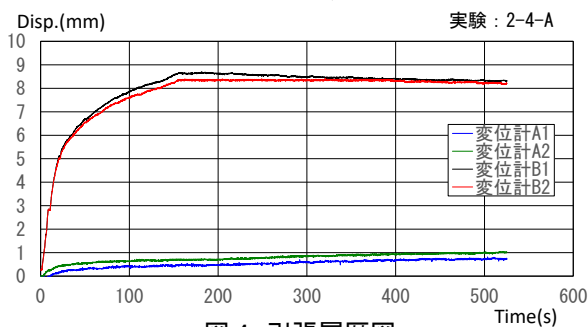


図4 引張履歴図

3. 実験結果

(1) 単純引張実験

図5に傷がない供試体(1-A)と傷がある供試体(1-B)を用いた引張実験の結果を示しており、横軸は補正後のワイヤーの伸び量を、縦軸には引張力を示している。

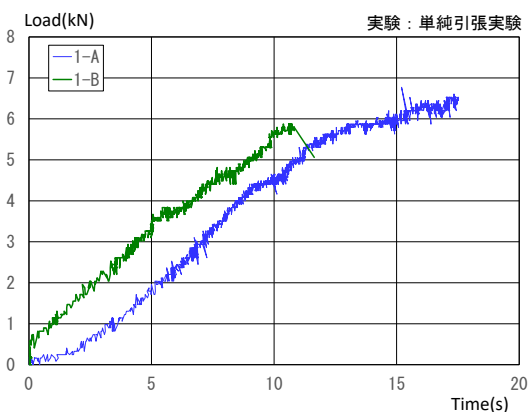


図5 荷重－伸び図

図5より、破断時の最大値はメーカーの破断強度を上回っているが、他の実験でも高めに出来たため、今回の実験装置が影響していると考え、特に問題にはしな

った。また、破断時の荷重は傷を与えたケーブルの方が86.7%の低下がみられた。

(2) 横方向力を作用させた実験

図6には、最初に軸力を4kN作用させた後、横方向（今回の実験では上昇方向）に鋼板（厚さ6mm）の充て具をケーブルが曲げるように作用させる実験結果を示している。青線がケーブルに導入した軸力を示し、赤線は充て具の荷重の時刻歴をそれぞれ示している。上昇力が作用すると共に、軸力が徐々に増加していることが分かる。ただし、最初導入した軸力が抜けている状態は確認できなかったため、本実験装置は目的の作用が出来ていることがわかる。ケーブルが破断した時の荷重は、軸方向引張力のみの載荷の86.7%低下しており、軸力と横方向力が作用した場合は破断強度も低下することが分かった。

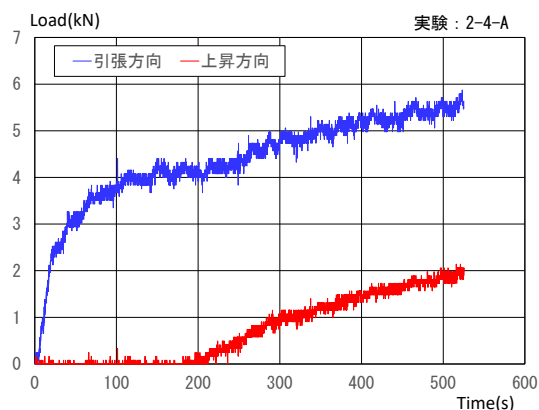


図6 荷重履歴図

4. 考察

本稿を執筆時は実験を継続している最中であるため、現時点での実験結果を表2にまとめている。開発した実験装置は、目的とした作用状態を確認することができる装置になったと考えられる。しかしながら、ケーブルの伸び量の補正の仕方など安定した結果を得るためには、留め具などの工夫が必要であると考えており、継続して研究を進めていく予定にしている。なお、本研究は科研費（基盤(C)19K04975）の研究の一部として実施した。

表2 実験結果のまとめ

実験 Case	破断荷重 (kN)	低下率 (%)	破断時 伸び (mm)	破断時 上げ量 (mm)
1-A	6.773	100%	17.52	—
1-B	5.875	86.7%	11.64	—
2-5-A	6.206	91.6%	11.22	37.16
2-4-A	5.875	86.7%	8.26	42.82

【参考文献】1) 吉村龍ほか：ケーブル破断を想定した鋼棒引張実験，平成30年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，I-017(pp.33-34)，2019. 2) 土木研究センター：落橋防止構造設計ガイドライン（案），2005. 3) 日本橋梁建設協会：落橋防止システム設計の手引き（改訂 第3版），2019.