

グラウトで充填された斜材ケーブルの切断時の挙動に関する実験

中日本高速道路	正会員	○小野 聖久
中日本高速道路	正会員	服部 雅史
中日本高速技術マーケティング	正会員	野島 昭二
中日本高速技術マーケティング	正会員	立松 秀之

1. はじめに

斜張橋等の斜材ケーブルは高密度ポリエチレン管等の保護管で被覆されており、外観の近接目視等だけでは内部の PC 鋼材の状況を確認することは困難なため、著者らは、斜材ケーブルは素線が破断すると張力が変化することに着目し、高次振動法を用いた張力測定により健全度評価を行う手法についての検討を行ってきた。しかし、保護管の内部に複数本の PC 鋼線（以下、素線という）が配置され、さらにグラウトが充填されているタイプの斜材ケーブルでは、素線が腐食し破断しても、グラウトを介して他の PC 鋼材に張力が伝達するため、グラウト充填されていない場合と比べ異なる張力変動となることが予想される。そこで、グラウトの有無が張力低下に与える影響について、実験により検討を行った。

2. 試験体

切断実験に使用した試験体は、斜張橋等の斜材の素線が 1 本ずつ破断していくことを想定し平行線ケーブル $\phi 7 \times 19$ ($P_u=1150\text{kN}$ $A=731\text{mm}^2$) を用いた。定着長約 6.6m のアバットに緊張力 $0.4P_u$ ($=460\text{kN}$) で定着し、緊張後に保護管内にグラウトを充填した。保護管は計測用のひずみゲージの設置のため、切断位置付近の中央部と端部では $\phi 76\text{mm}$ とし、中央部と端部の間では $\phi 114\text{mm}$ と径を変え、切断位置では保護管とグラウトに 100mm の切り欠を設けた。試験体の概要図を図-1 に示す。グラウトの仕様を表-1 に示す。また、比較のため図-1 と同様に平行線ケーブル $\phi 7 \times 19$ を用いてグラウト充填をしなかった試験体（以下、グラウト無という）についても同様の実験を行った。

3. 計測内容および切断方法

張力の計測は、固定側アンカー部にロードセルを挿入し素線破断による張力変化を計測した。

試験体のひずみについては、図-1 に示すように素線にひずみゲージを設置するとともに、ひずみゲージを 350mm ピッチに設置した緊張をしない鋼線 ($\phi 3.03\text{mm}$ (SWRH62B)) を保護管内に 3 箇所配置しグラウトと付着することで、グラウト内のひずみ分布を確認した。

PC 鋼線の破断には、電動工具を使用して、図-2 に示す順序で 1 本ずつ素線を切断した。切断状況はカメラで確認しながら、予定の素線以外は切らないように注意しながら行ったが、このうち、図-2 のハッチングの 2 本については実験後解体時に切断を確認したものであり、1 ~ 5 の素線切断時に刃が接触し切断したものと考えられた。本実験では、7 本目切断時に 5 ~ 6 本目が切断したものとして結果をまとめている。

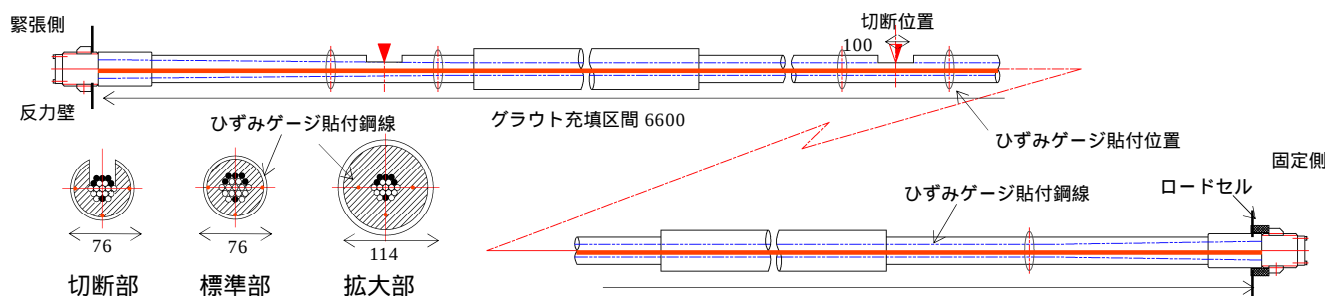


図-1 供試体

キーワード 斜張橋, 斜材, グラウト, 張力低下

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦 2-18-19 中日本高速道路（株） TEL 052-222-1243

4. 実験結果および考察

(1) ロードセルによる張力の変動

PC 鋼材素線を切断した時の、ロードセルによる張力測定値のグラウトの有無の比較結果を図-3 に示す。グラウト無試験体では、各素線を1本ずつ切断することが出来たが、グラウト有試験体では、合計7本の切断に対して、各素線の切断完了時点を確定することが出来なかった。このため、図中では1本目から4本目切断までの外観観察結果から切断を確認した時点を切断本数としてプロットしており、実際には図中の点より右側にシフトすると思われる。切断前の各素線は均等に張力を負担していたと仮定すれば、1本あたりの素線が負担していた張力はグラウト無が25.6kN、グラウト有が24.7kNである。グラウト無供試体では、各素線切断毎にこの値の97%に相当する24.8kNが低下している。一方でグラウト有り供試体では、7本切断後の張力低下量は105.6kNであり、切断前の7本で負担していた張力の61%であった。

(2) 素線のひずみ

ケーブルの切断により、内部の素線の応力状態がどのようなになっているかを確認するために、素線に設置したひずみについて確認した。中央部付近の上側(切断側)、下側、端部のひずみについて、切断ステップごとに測定した結果を図-4 に示す。切断部付近では鋼材のひずみは増加し、切断部から十分離れた箇所ではひずみが減少することが確認された。

(3) ケーブル内のひずみ分布

切断ステップ毎のケーブル内に配置したひずみゲージ貼付鋼棒のひずみ分布を図-5 に示す。素線に設置したひずみゲージの結果同様、切断部付近ではひずみが増加(引張)しており、端部付近ではひずみが減少(圧縮)した。ひずみは切断位置から1.0m付近で0となり、1.5m付近からはほぼ一様な結果となった。

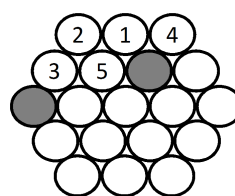
これらの結果から、グラウトが充填された斜材ケーブルは、切断部付近では鋼材のひずみは増加し、切断部から十分離れた箇所ではひずみが減少する。平行ケーブルでは内側の素線破断時にグラウトに定着されず、鋼材間でスリップして張力が解放されたものと考えられる。

5. おわりに

今回のような実験は過去に事例がなく実験方法の検討段階から試行錯誤しながらの実験であった。筆者らは、今後も継続してグラウト充填された斜材ケーブルの素線破断が、張力変動に及ぼす影響に関して検討を行う予定である。

表-2 グラウトの材料特性

使用材料	セメント	普通ポルトランドセメント
配合	水和剤	マスターフロー 151
	水セメント比	45%
	水和剤セメント比	1.2%
1 バッチあたり質量	セメント	25kg
	水	11.25kg
	水和剤	300kg
圧縮強度	材齢 28 日	43.7MPa



ハッチングした素線は、実験終了後に破断が確認されたPC鋼線

図-2 PC鋼線の切断順序

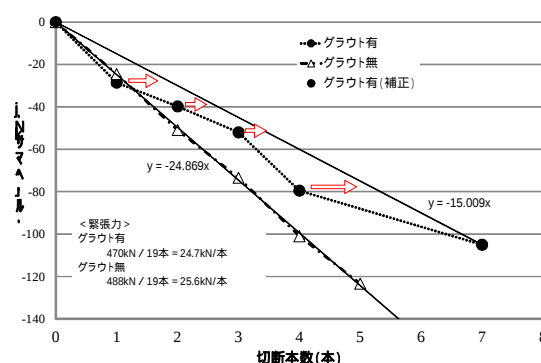


図-3 ロードセルの張力変化

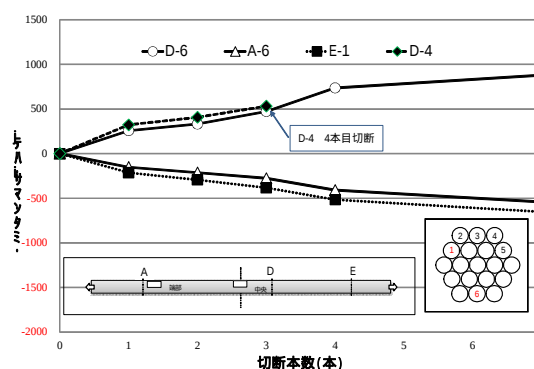


図-4 素線のひずみの変動

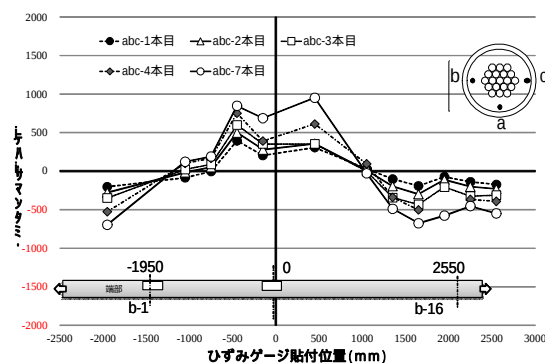


図-5 斜材のひずみの変動