

偏角つきマルチストランドケーブルの空力応答特性

九州工業大学大学院 学生員 ○田中 英之, 磯部 敏靖
九州工業大学 正 員 久保 喜延, 加藤九州男
(株)エスイー 正 員 及川 孝一

1. はじめに 本研究¹⁾では,これまでマルチストランド方式を採用した斜張橋ケーブルについて検討を行ってきた.その結果,風向に対し直角に配置したマルチストランドケーブルにおいて,良好な空力特性を有するストランド配置が確認された.また,周囲に螺旋状にケーブルを巻きつけた場合,その空力特性がさらに改善されるという結果も得られている.しかし,円形断面ケーブルでは偏角や傾斜がついた場合に振動が発生するという報告²⁾があるため,マルチストランドケーブルにおいてもその影響を確認する必要性が求められた.

そこで,本報告では模型を設置する際に偏角を持たせ,偏角がついた場合のマルチストランドケーブルの対風挙動を確認するため,その応答特性について検討を行なった.

2. 実験概要 供試模型には,既往の研究から良好な空力特性を有していた模型断面(図-1)を用いた.また,外周に螺旋状に巻き付けたストランド(以下, helical strand)の径は $\phi=0.15D$ とした.

応答実験は九州工業大学工学部建設社会工学科の空力弾性試験用風洞(ゲッチング型:測定断面 1780mm×910mm)を用い,一様流中で行った.模型は2本のコイルばねを介して鉛直に支持し,偏角 β を図-2のように変化させてたわみ1自由度応答実験を行なった.模型諸元は表-1に示す.尚,スクルートン数は $S_c=3.9\sim4.7$ と実ケーブルの1/3程度であり,模型が振動しやすい状態で実験を行なった.

表-1 模型諸元

代表長: $D(m)$	0.07
長さ: $l(m)$	0.90
質量: $m(kg/m)$	4.1~4.4
振動数: $f(Hz)$	3.5~3.6
構造減衰率: δ_s	0.0026~0.0030
スクルートン数: S_c	3.9~4.7

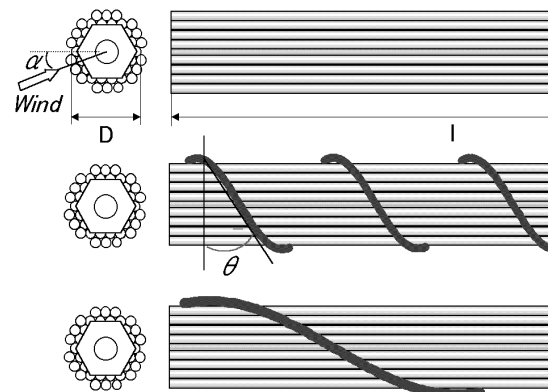


図-1 供試模型

3. 実験結果および考察 迎角 $\alpha=0^\circ$ について, helical strand を設置していない場合の応答図を図-3に示す.また, helical strand を $\theta=60^\circ$ で設置した場合の応答図を図-4に示す.

helical strand を設置していない図-3の場合,偏角 $\beta=0^\circ$ では,無次元倍振幅が $2A/D=0.6$ 程度の渦励振が発生しているが,偏角 $\beta=10^\circ\sim20^\circ$ では,渦励振は発生していない.しかし,偏角が $\beta=25^\circ\sim35^\circ$ とさらに大きくなった場合には,渦励振が発生している.また偏角 $\beta=20^\circ\sim35^\circ$ の範囲では,換算風速 $V_r=25$ 以上で振動が発生している.特に偏角 $\beta=35^\circ$ では発散振

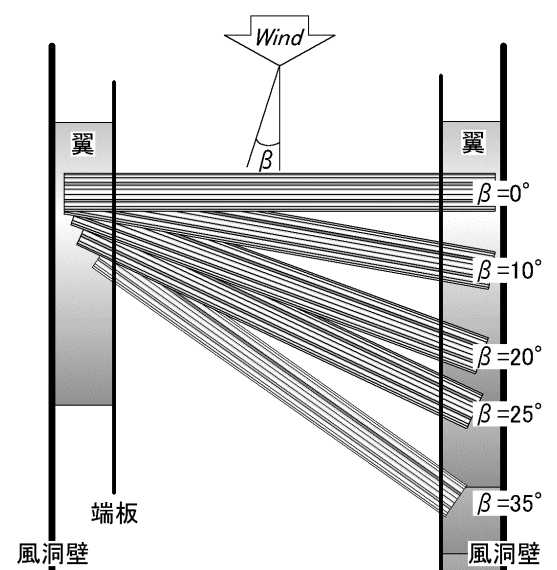


図-2 偏角 β の実験ケース

キーワード: 斜張橋用ケーブル, マルチストランドケーブル, ヘリカルストランド, 偏角, 応答特性
連絡先: 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel. (093) 884-3109 Fax. (093) 884-3100

動が発生していた．このような振動の発生要因のひとつとして軸方向流が報告されているが，ストランドケーブルでは，ストランド間の溝のためこの軸方向流の影響が強いと考えられる．

helical strandを $\theta=60^\circ$ で設置した場合では図-4より，偏角 $\beta=0^\circ$ で $2A/D=0.6$ 程度の渦励振が発生しており，その振動抑制効果は認められない．しかし，偏角 β が大きくなった場合には，helical strandを設置していない状態で発生していた振動は全く発生していない．これはhelical strandが軸方向流に大きく影響したことがその原因と考えられる．また，同様の結果がhelical strandを $\theta=30^\circ$ で設置した場合にも得られた．以上より，風向に対して斜めに配置したマルチストランドケーブルの応答特性の改善にもhelical strandが有効にはたらいっていることが確認できた．

helical strandによって得られる減衰率の付加効果について検討するため，図-5，図-6に偏角 $\beta=35^\circ$ での各実験ケースの空力減衰率と換算風速の関係を $2A/D=0.4$ の場合について示す．図-5はストランドケーブル模型の場合，図-6には比較のため，円柱模型($S_c=4.9\sim5.3$)の空力減衰率を示す．

図-5，図-6より，helical strandを設置していない場合，円柱模型に比べ，ストランドケーブル模型の発散力が高風速域でかなり大きくなっている．

しかし，helical strandを設置した場合，円柱模型よりもストランドケーブル模型において，減衰率の付加効果はかなり大きくなっている．また，どの偏角 β においても $\theta=60^\circ$ で設置した場合のほうが $\theta=30^\circ$ で設置した場合よりも付加する減衰効果は大きくなっていた．

4. まとめ

- (1)helical strand を設置しない場合，偏角の影響から，ケーブルは不安定な応答特性を示す．
- (2)偏角をつけた際に発生する振動が，helical strand を設置することで抑制できる．
- (3)円柱模型よりもストランドケーブル模型に helical strand を巻きつけた場合の方が減衰率の改善率が大きく，高風速域では空力減衰率 $\delta_a=0.02$ を超えるため，振動はほとんど発生しない．

参考文献

- ¹⁾田中，久保，及川ら：斜張橋用マルチストランドケーブルの空力安定性，第15回風工学シンポジウム論文集，pp533～538，1998
- ²⁾松本，白石，北沢ら：傾斜円柱の空力振動特性，第10回風工学シンポジウム論文集，pp139～144，1988

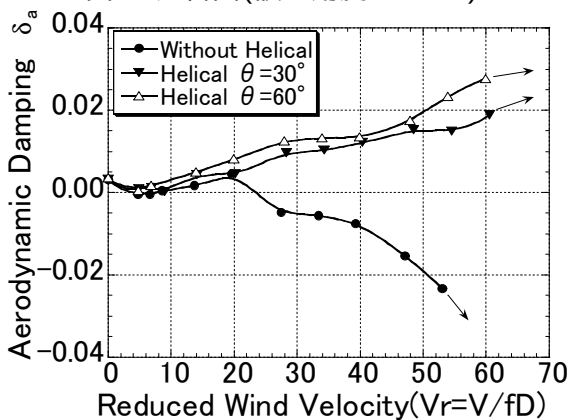
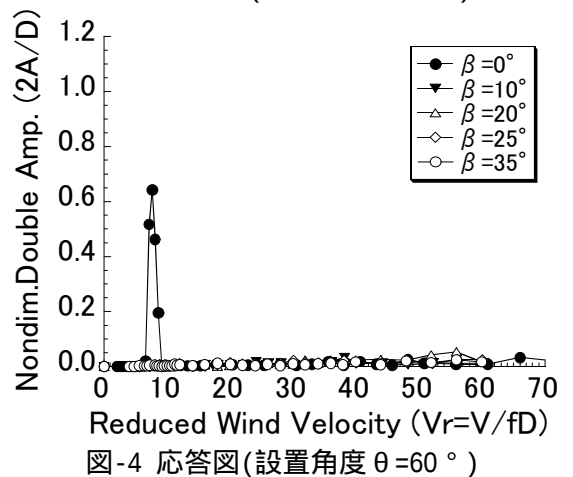
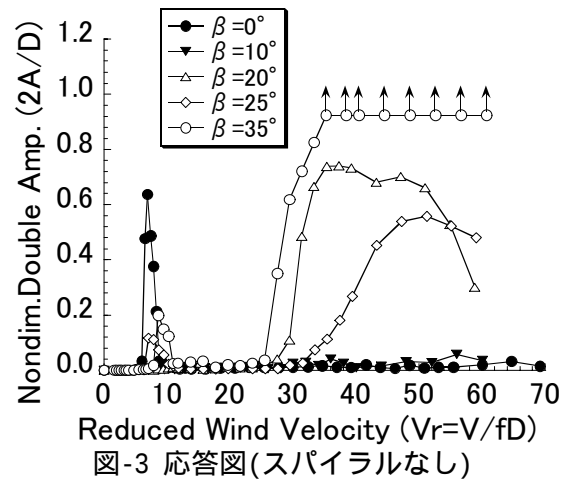


図-5 ストランドケーブル模型の空力減衰率 (偏角 $\beta=35^\circ$)

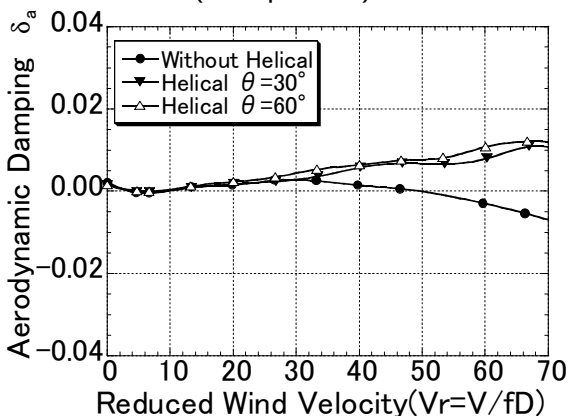


図-6 円柱模型の空力減衰率 (偏角 $\beta=35^\circ$)