

(株)神戸製鋼所 正員 中村 憲市
 “ “ 広中 邦弘
 “ “ 新家 徹

1. 概要

吊橋の主ケーブルは、多数の素線の集合体であるため、力学的挙動の明らかになっていない点が多い。その中でも、ケーブル強度に最も大きな影響を与えるものは、ケーブル糸の変形によって生じる断面内の不均一応力(2次応力)と考えられる。ところで、ケーブルは、ケーブル架設から吊橋完成後使用に供されるまでの間に大きく分けて、(I)ケーブル架設時のウリーハングの状態、(II)補剛桁架設時のケーブルバンドのみで懸付けられた状態、および、(III)補剛桁架設完了後から活荷重載荷時における、主として防錆のためのラッピングワイヤで纏付けられた状態の3種の拘束状態に置かれ、それぞれ全く異なる剛性を有している。この内、(I)の状態は、素線一本の独立した挙動とはほぼ一致するので、その2次応力特性は既知と考えてよい。したがって、2次応力解析の対象となるのは、(II)および(III)の状態である。ここで、(II)の状態は本質的に大変形の問題であり、(III)の状態は微小変形の範囲内の問題である。筆者等は、(II)の状態について既に2次応力の解明を行なった¹⁾。また、(III)の状態について活荷重載荷時における吊橋全体糸の変形は従来の慣用設計法で算定されるものとし、塔に隣接するパネルのケーブルに生じる2次応力を研究の対象として、Fig-1に示すようなケーブルモデルを考え、そのケーブル内部に生じる素線間のズリと撓みの連成を考慮して解析理論を誘導している²⁾。ここでは、別途実施している、張力を導入したラッドケーブルの2次応力室内実験と、先に本回公開の実験したケーブル2次応力に関する実橋実験の結果を用いて筆者等の誘導した理論の検証を行い、また、本理論による数値実験の結果とそれより得られるワイヤラップト平行ケーブルの2次応力特性について報告する。

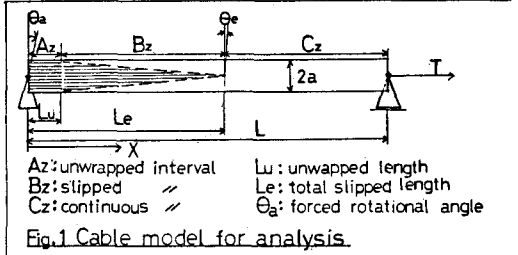


Fig.1 Cable model for analysis.

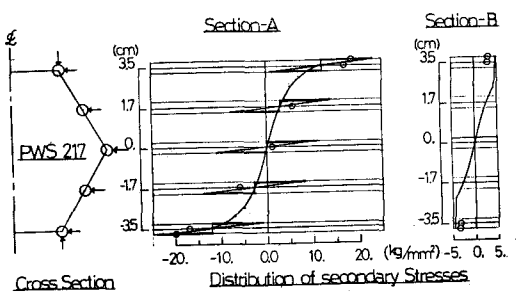
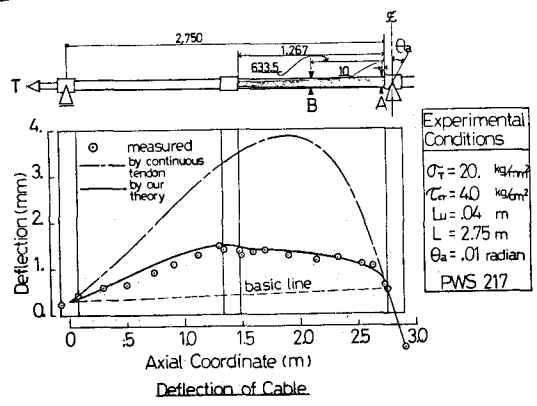


Fig.2 Experiments on the Model

2. 理論の検証

室内実験と実橋実験により、ワイヤラップト平行ケーブルの2次応力解析理論の妥当性を検証する。

2-1. 室内実験

実験の詳細は文献³⁾に譲る。Fig-2は、全体の撓み分布と、断面AとBにおける2次応力分布である。但し、計算ではズリを中間バンドの位置で止めている。撓みに関し、理論値は定性的にも定量的にも実験値を非常に良く説明している。2次応力も至

Table Values of I/O

case	Input					Output	
	De,m	Lu,m	$\tau_{cr}, \frac{t}{m^2}$	$G_r, \frac{kg}{mm^2}$	θ_a, radian	$\sigma_b^*, \frac{kg}{mm^2}$	L_e^*, m
*	1.0	3.0	30.	45.	.01	10.32	27.19
1	.5-1.0	De*3.0	30.	45.	.01		
2	1.0	1.-4.	30.	45.	.01		
3	1.0	3.0	10.-50.	45.	.01		
4	1.0	3.0	30.	20.-50.	.01		
5	1.0	3.0	30.	45.	.005-.015		

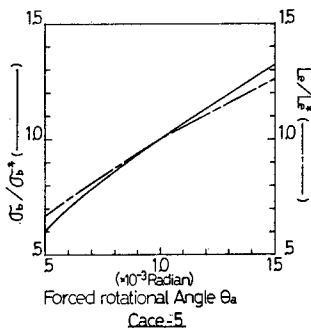
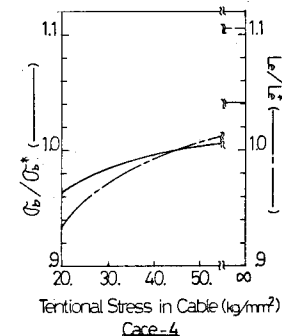
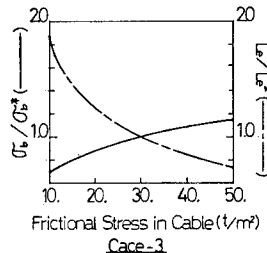
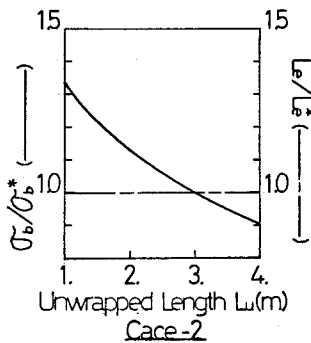
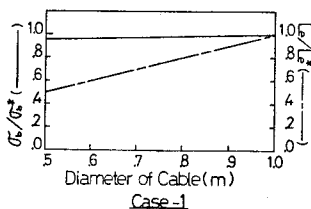
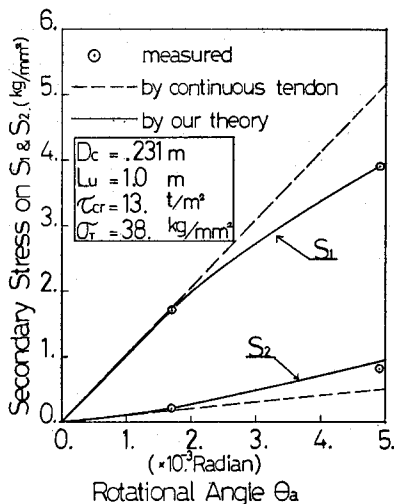
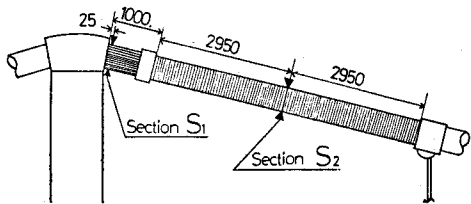


Fig.3 Experiments on The Bridge

ゲージの貼付位置の誤差特性等を含めれば理論値と実験値は良く一致していると言える。

2-2. 実験実験 実験の詳細は文献(4)に報告されている。Fig-3は文献(4)の実験実験の値と本解析理論による計算値との照合を行なったものである。図において、2次応力は、断面S1および断面S2における最外縁の2次応力である。断面が円形であり、ケーブル内の限界せん断応力のばらつきが少なく、理論上の仮定が良く満足されているものと思われる、理論値と計算値は非常に良く一致している。

このように、本理論による計算値は実験値と良く一致し妥当と認められる。

3. ワイヤラップと平行線ケーブルの2次応力特性 Fig-4は、本理論による解析手法を用いて表に示すような一種の数値実験を行なった結果をCase*を基準として、最大2次応力 σ_b (但し、曲率成分は除く)と送り区間長 L_e について整理したものである。Case-1より、アンラップと長Luとケーブル径Dとの比を一定にすれば、最大2次応力 σ_b はほとんど一定という興味ある結果が得られた。他の計算ケースについては講演当日説明する。

Fig.4 Numerical Experiments

謝辞 最後に、本研究にあたり、神戸大学西村昭教授をはじめとする土木学会ケーブル分科会の各位および本州四国連絡橋公園関係各位の御指導を得たことを付記し、感謝の意を表します。

参考文献 1) 西村新家・中村土居：吊橋架設途中における平行線ケーブルの変形と2次応力解析，土木学会論文報告集，#260号(1977年4月)
 2) 新家・中村土居：吊橋平行線ケーブルの2次応力解析(その3)，第31回土木学会年次学術講演会と講演紙要集，P.P.131~132.
 3) 新家・中村土居：吊橋平行線ケーブルの2次応力実験(その2)，#30回 b b d. P.P.427~428
 4) 北川・田島・沢井：ケーブル2次応力に関する実験について，#31回 b b d. P.P.133~134