

九州工業大学 正会員 ◯山本 宏
宮崎 県庁 正会員 大坪 憲男
九州工業大学 大学院 小口 忠史

1. まえがき 斜張橋においては、ケーブルにプレストレスを導入することによって主桁の曲げモーメントを平均化することができ、非常に有効である。しかしこのケーブルプレストレス導入によって桁には大きな軸力が加わり、固有振動数が低下するものと思われる。ここでは現在斜張橋に通していると思われる200~400mの中央スパンを持つ3径間連続斜張橋を対象に、主桁の曲げモーメント、固有振動数に与えるケーブルプレストレスの影響について検討を行った。なお道路橋においては死荷重による影響が大きいためこれを考慮して死荷重に対してプレストレス量を決定することとした。

2. 解析 静的に最適なプレストレス量の決定方針及び決定法については、文献(1)、(2)において述べているのでここでは省略し、固有振動数解析についての述べる。

固有振動解析にあたっては種々の方法が考えられるが、ここでは固有振動数の決定をより一般的に行えるよう伝達マトリックス法を採用した。また解析に際しては図-1に示すような斜張橋を図-2に示すような弾性支承を有する3径間連続橋にモデル化を行った。またケーブルに最適なプレストレスが導入

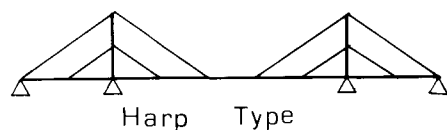
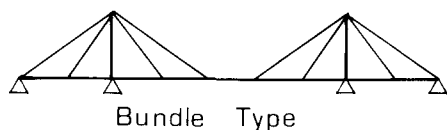


図-1

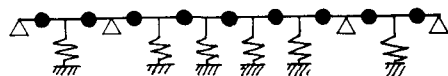


図-2

された場合、桁には大きな軸力が加わるため固有振動数がこの軸力によってどの程度影響を受けるかを検討することにした。伝達マトリックス法では格間伝達マトリックス、バネマトリックス、集点マトリックスなどを順次かけあわせて左端の未知状態量を右端まで伝達し、右端の境界条件より振動数方程式を得る。固有円振動数はこの振動数方程式を満足する根として得られる。このようにして固有円振動数が得られたならば、左端の未知状態量のうち1つを1と仮定してもう1つの未知状態量を求め、再び左端より右端まで伝達させながらそれぞれのポイントの状態量を求め固有モードを計算する。

3. 数値計算 数値計算は表-1に示すような200~400mのスパンを持つスパン比1:2.5:1の4種類の3径間連続斜張橋を、ケーブル本数(1塔当たり4~10本)、ケーブル張り渡し形状(Bundle型とHarp型 図-1参照)を変化させて、それぞれの型式についてプレストレス量の決定及び固有振動数解析、導入プレストレスによる主桁の曲げモーメント・固有振動数の変化について計算を行った。

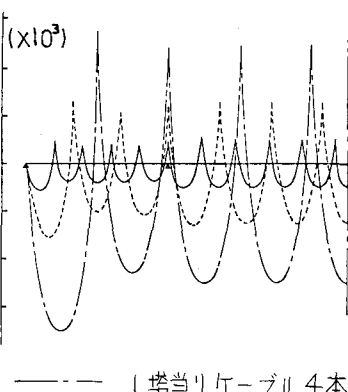
4. 計算結果 図-3はType 1の場合のケーブル本数を4、6、10本とした場合のプレストレス導

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
中央スパン長(m)	200	250	325	400
主桁1次モーメント(㎡)	0.5	1.4	2.8	3.0
主桁2次モーメント(㎡)	0.15	0.40	0.45	0.80
ケーブル断面積(㎡)	0.02	0.03	0.04	0.06
ケーブル本数(本)	1.6×10^7	1.6×10^7	2.0×10^7	2.0×10^7
死荷重強度(kN)	10	15	17	20
桁塔係数	2.1×10^7	2.1×10^7	2.1×10^7	2.1×10^7

表-1

入後の主桁の曲げモーメント図である。図-4はType 1のケーブル本数を1つの塔あたり6本張り渡した

場合の死荷重による曲げモーメントを示したものである。これらはType 2, 3, 4ともに傾向として大きな違いは見られなかった。表-2, 3はケーブルにプレストレスを導入した場合と導入しない場合の1次から3次の固有振動数を表わし (tm) である。



----- 1塔当りケーブル4本
 1塔当りケーブル6本
 ——— 1塔当りケーブル10本

図-3

以上をとりまとめると以下のよう
 に要約される。

・静的曲げモーメント

1. ケーブルプレストレスの導入により桁の曲げモーメントはかなりの均一化ができる。

2. ケーブルの張りわたし形状(Bundle型Harp型)によるプレストレス導入後の曲げモーメントにはほとんど差が見られなかった。

3. ケーブルの張りわたし本数が増加するとプレストレス導入後の主桁の曲げモーメントは、より小さく均一になる。

・固有振動数

先の決定方針に基づ

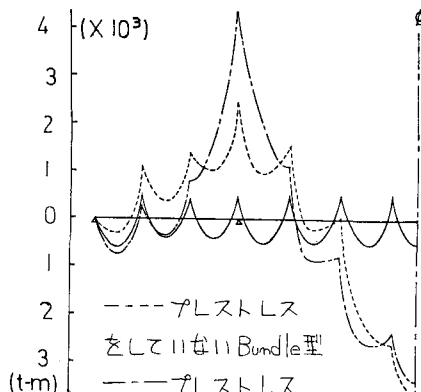
いて求めたプレストレスを導入した場合には

1. ケーブルの張りわたし形状による固有振動数は、Harp型の方がBundle型に比べて1次振動で10~15% 2次振動~4次振動で20~35%程小さい値となる。
2. ケーブル本数が増加すると固有振動数は高くなる。
3. プレストレス導入による1次の固有振動数への影響はほとんど見られない。
4. スパン長が増大しても傾向は変わらない。

5. 結論 先の決定方針に基づいたプレストレスを導入することは、桁の静的曲げモーメント分布状態の改善に有効であるが、動的には固有振動数への影響はほとんど見られない。

参考文献 (1) 山本宏：斜張橋のプレストレス量決定について、土木学会西部支部研究発表会議要集(昭和53年)

(2) 山本宏、大坪憲男：斜張橋のケーブルプレストレスに関する研究、同上(昭和56年)



----- プレストレス
 をしていないBundle型
 プレストレス
 をしていないHarp型
 ——— プレストレスをした
 Bundle型・Harp型

図-4

ケーブル 本数	振動 次数	Bundle		Harp	
		N	P	N	P
4	1	0.589	0.588	0.541	0.539
	2	0.989	0.978	0.820	0.804
	3	1.259	1.244	1.077	1.057
6	1	0.670	0.669	0.604	0.603
	2	1.133	1.124	0.903	0.889
	3	1.487	1.475	1.186	1.165
8	1	0.719	0.719	0.641	0.640
	2	1.209	1.201	0.944	0.931
	3	1.609	1.597	1.251	1.230
10	1	0.767	0.766	0.679	0.678
	2	1.274	1.266	0.980	0.967
	3	1.701	1.689	1.302	1.281

表-2

(Hz)

Type 1 の斜張橋の固有振動数

N: プレストレスをしていない時

P: 先の決定方針に基づいたプレストレスを導入した時

ケーブル 本数	振動 次数	Bundle		Harp	
		N	P	N	P
4	1	0.388	0.387	0.354	0.353
	2	0.594	0.585	0.428	0.413
	3	0.721	0.709	0.516	0.495
6	1	0.441	0.440	0.386	0.385
	2	0.686	0.678	0.474	0.461
	3	0.917	0.907	0.589	0.568
8	1	0.484	0.484	0.414	0.413
	2	0.747	0.740	0.501	0.488
	3	1.005	0.995	0.631	0.610
10	1	0.518	0.518	0.436	0.435
	2	0.792	0.785	0.518	0.506
	3	1.069	1.058	0.660	0.640

表-3

(Hz)

Type 4 の斜張橋の固有振動数