

I-A 308 四径間吊橋の活荷重載荷方法の検討

建設省土木研究所 正会員 岡田 淳
 建設省土木研究所 正会員 西川 和廣
 建設省土木研究所 正会員 村越 潤

1. まえがき

四径間吊橋は、架橋条件によっては三径間吊橋重連と比較した場合、下部工基数の軽減等の面から経済的に有利であると考えられている。しかし四径間吊橋の場合、中央塔の橋軸方向の剛性が相対的に低くなることから、活荷重影響線載荷（片側中央径間載荷）に対して、たわみ、断面力が非常に厳しいものとなる。また一方では、塔剛性と塔頂ケーブルの滑りに対する安全性をバランスさせる必要性があり、従来より構造的な面から検討が行われている。

ここでは見方を変え、外力としての活荷重に着目し、想定すべき載荷状態とそれに対する照査項目を検討することにより、四径間吊橋における適切な設計荷重を考察するものである。

2. 検討対象橋梁

図-1に検討対象とした四径間吊橋の一般図、表-1に構造諸元を示す。四径間吊橋の場合には、中央塔の設計が吊橋全体の構造特性を左右する。ここでは、中央塔の必要剛性を、塔頂でのケーブルの滑りに対する安全率の確保、耐風安定性の確保（中央塔の振り剛性が影響）を考慮して決めた。なお、ケーブルの許容応力度を100 kgf/mm²、ケーブルの滑りに対する安全率を1.5としている。

表-1 検討対象とした四径間吊橋の構造諸元

補剛桁	桁 幅	35.5 m	
	桁 高	6.0 m	
ケーブル	サグ比	1/10	
	ケーブル間隔	33.0 m	
	ケーブル断面積	0.282 m ² /cable	許容応力度 $\sigma_a = 100 \text{ kgf/mm}^2$
中央塔	塔頂断面	8m×11m	
	塔基部断面	15m×11m	曲げバネ定数 1,900 t/m/Br
	振りバネ定数	22,800 t/m/Br	
	副塔	塔頂断面 6m×6m 塔基部断面 12m×6m	死荷重 ケーブル 5.02 t/m/Br 吊り構造 19.73 t/m/Br 合 計 24.75 t/m/Br
死荷重	ケーブル	5.02 t/m/Br	
	吊り構造	19.73 t/m/Br	
	合 計	24.75 t/m/Br	舗装厚=50mm

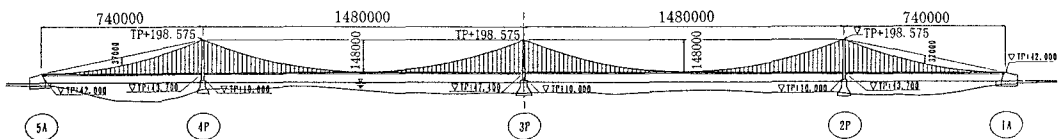


図-1 検討対象とした四径間吊橋の一般図

3. 活荷重載荷方法の検討

(1) 載荷ケース

次の4ケースについて検討を行った。表-2に車両列モデル、載荷状態を示す。

ケース1：現行の設計活荷重（等価し荷重）による最大たわみとなる載荷方法。

ケース2：現行の設計活荷重（等価し荷重）による満載方法。

ケース3：観光時期等の際に、乗用車により自然渋滞した状態を想定。

（2m間隔で2tfの大型乗用車を全径間に満載）

ケース4：乗用車とトラックを載荷し、さらにトラックの連行荷重を考慮した走行時のケース。

（車両間隔50mで2車線を20tfトラック混入率30%、4車線を20tfトラック混入率10%。）

(2) 検討結果および考察

検討結果を表-3に示す。検討項目は各部の死荷重+活荷重時および死荷重時の応力、ケーブルの滑りに対する安全率、縦断勾配、視距、補剛桁の活荷重たわみである。

ケース1は活荷重たわみが最大となるように影響線載荷したケースであり、例えば上下車線とも塔付近で

事故が発生し、斜線部分まで渋滞した状況と想定される。このような載荷状態が現実に起こりうる可能性は非常に小さく、設計で想定するにしても異常時の取り扱いができると考えられる。活荷重たわみは $L_c/209$ となっているが、十分な視距（417m）が確保されており、横断勾配（0.75%）も走行に支障となるレベルではないと考えられる。ケース2は等価し荷重を全径間に満載したケースである。活荷重たわみは $L_c/574$ であり、ケース1の偏載したケースに対し約36%となっている。従って、極端な偏載を考えず自然渋滞を想定した場合には、それほど大きなたわみは生じないといえる。全径間にわたる渋滞時を想定しているため、走行性を考慮する必要はないと考えられる。ケース3は実際の道路の利用状況を考慮して、観光時期の乗用車による渋滞を想定したケースである。荷重強度がケース2の50%程度となるため、 $L_c/1332$ となる。ケース4は通常の走行状態を想定したケースであり、走行性に配慮する必要があると考えられる。視距で473m、縦断勾配が0.11%となっており、走行に支障はないと考えられる。疲労に関しても、活荷重の発生応力から考えて問題ないレベルであると考えられる。ただし、二次部材、桁端部などについては別途照査が必要であると考えられる。

4. あとがき

非常に荒削りな検討であるが、今回の試算を通して四径間吊橋に影響線載荷（片側中央径間偏載）を適用することは現実的ではなく、不合理であることが分かった。その場合には、一つの方法として異常時として許容応力度の割り増しを考慮して、各部の耐力およびケーブルの滑動に対する安全率を照査することが考えられる。また活荷重たわみについては、それが生じることによる問題点を整理し、どのような載荷状態に対して何を照査すべきか（走行性、疲労等）整理する必要があると考えられる。ここでは走行性の面から評価したが、考慮すべき載荷状態、照査すべき項目および見込むべき安全率について、今後さらに検討していく必要があると思われる。

表-2 解析ケース

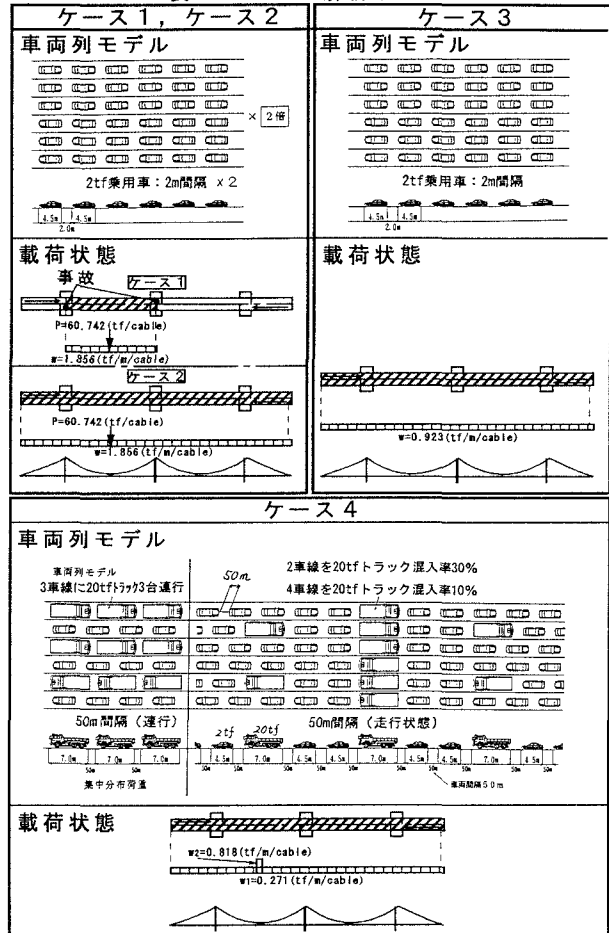


表-3 検討結果

		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
ケーブル応力 (kgf/mm^2)	D+L ¹⁾	96	99	93	89
	D ²⁾	9	12	6	2
中央塔基部応力 (kgf/cm^2)	D+L ¹⁾	2095	632	559	593
	D ²⁾	1561	98	26	59
副塔基部応力 (kgf/cm^2)	D+L ¹⁾	1609	1205	1032	969
	D ²⁾	562	88	25	32
補剛桁最大応力 (kgf/cm^2)	D+L ¹⁾	359	252	141	166
	D ²⁾	272	167	39	82
ケーブルの滑りに対する安全率		1.5	—	—	—
縦断勾配(%)		0.75	0.60	0.37	0.11
視距(m)		417	—	—	473
補剛桁活荷重たわみ $\delta/L_c^{3)}$		1/209	1/574	1/1332	1/2056

1) 活荷重+死荷重時 2) 死荷重時 3) L_c : 中央支間