

I-207 S e m i — R i g i d 連続桁の開発

㈱横河橋梁製作所 正員 寺尾 圭史

㈱横河橋梁製作所 正員 寺田 博昌

1. 開発の背景

道路橋の維持管理、車両走行性、地盤・空気振動問題等の観点から、伸縮装置や支承の存在は決して好ましいものではない。そのため、新設橋の場合には、多径間連続桁形式、埋込み桁構造など伸縮装置や可動支承のない橋梁構造が提案され、一部は実施工され効果をあげている。ところが既設橋では死荷重が既に載荷されており、大規模な構造系の変更は困難で、長期の交通制限の実施も難しい。そこで、伸縮装置のみをなくすノージョイント化工法が採られ、伸縮装置部で発生する振動・音の低減にある程度の効果をあげているが、より低周波のスパン振動には効果がない。試算結果より、スパン振動に対しては、主桁を連続させ見掛けの剛性を高めることが振動低減に有効であることがわかっており、既設橋で単純桁が多数続く場合にも、多径間連続桁の構造を適用できる工法の確立が望まれる。ただし、完全な連続桁とすると断面力の分布が変わり、とくに改造中間支点付近で断面補強が必要になる。そこで、死荷重はそのままで活荷重に対してのみ半剛性連続結合とすることで改造中間支点での断面力を制御して、断面補強することなく主桁端断面の耐荷力の余裕分を有効利用しつつ、完全連続桁と同様の振動低減効果をもたせる工法としてSemi-Rigid連続桁を提案する。ここでは、簡単な例題を用いて、数値計算により構造力学的にその可能性を検討したので報告する。

2. 計算の対象と計算方法

図-1に示すように、3主桁の活荷重単純合成桁橋が3径間続く構造を対象として計算した。本橋は、実際に架設されたものではなく文献1)からの引用による。各単純桁の遊間は100mmと仮定している。計算は格子桁計算でおこなひ、荷重は道路橋示方書に従って定め、活荷重としてTL-20を考へて断面力を算出した。半剛性連結の方法としてバネによる連結を考へているが、本報告では連結部の剛性を変えることで対応した。また、改造中間支点部の支点間隔を変えた場合、および弾性支承にした場合の影響についても検討した。

3. 計算結果と考察

本報告では外桁についての計算結果のみ述べるが、内桁も外桁と大差ない。主桁端断面の断面2次モーメントを I_0 、連結部の断

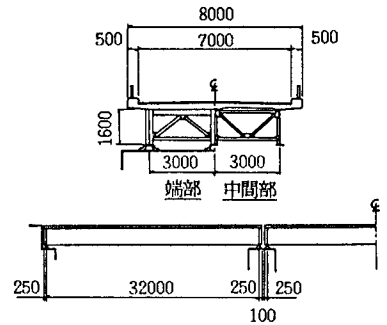


図-1. 対象とした構造

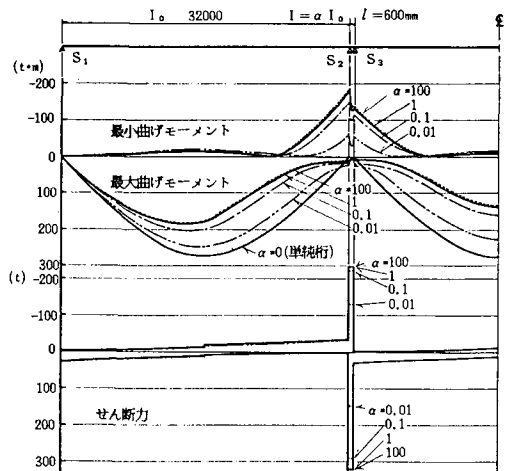


図-2. 中間支点部の断面2次モーメントを変えたときの活荷重による断面力

表-1. 支点反力(図-2に対応)

支点位置	S ₁		S ₂		S ₃	
活荷重	Max	min	Max	min	Max	min
$\alpha = 0$ (単純桁)	29	-1.3	29	-1.3	29	-1.3
$\alpha = 0.01$	28	-1.2	174	-132	156	-149
$\alpha = 0.1$	26	-1.0	322	-224	250	-294
$\alpha = 1$	26	-0.9	350	-233	260	-321
$\alpha = 10$	25	-0.9	353	-234	260	-323
$\alpha = 100$	25	-0.9	353	-234	260	-323

単位: ton (中間支点部 $I = \alpha I_0$, $l = 600\text{mm}$)

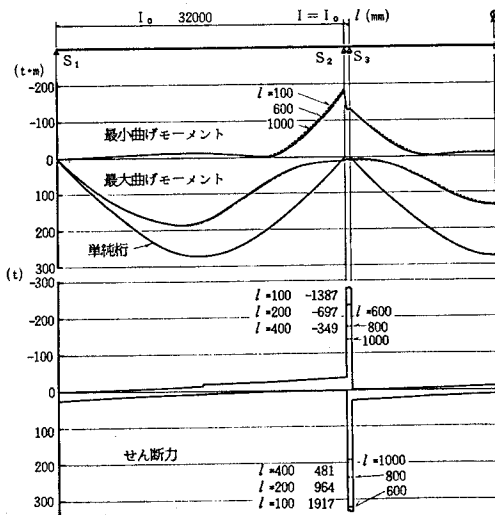


図-3. 中間支点部の支点間隔を変えたときの活荷重による断面力

表-2. 支点反力(図-3に対応)

支点位置	S ₁		S ₂		S ₃	
活荷重	Max	min	Max	min	Max	min
$l = 100\text{mm}$	25	-0.9	1950	-1390	1410	-1920
$l = 200$	25	-0.9	994	-698	725	-964
$l = 400$	25	-0.9	511	-350	376	-482
$l = 600$	26	-0.9	350	-233	260	-321
$l = 800$	26	-0.9	270	-175	202	-240
$l = 1000$	26	-0.9	221	-140	167	-192

単位: ton

(中間支点部 $l = l_0$)

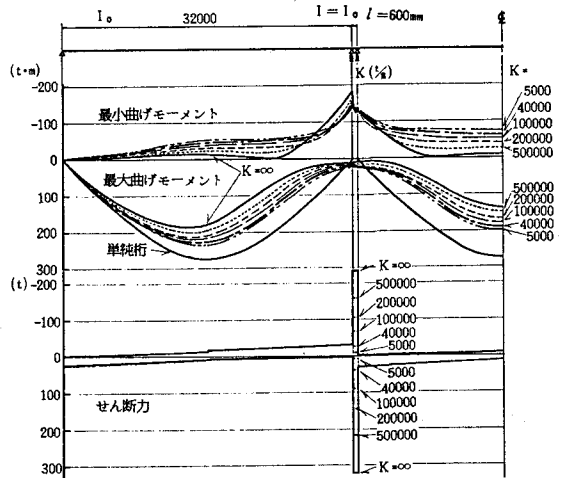


図-4. 中間支点部のバネ定数を変えたときの活荷重による断面力

表-3. 支点反力(図-4に対応)

支点位置	S ₁		S ₂		S ₃	
活荷重	Max	min	Max	min	Max	min
$K = 5000\text{t/m}$	28	-3.2	28	-2.0	27	-4.3
$K = 40000$	27	-2.8	65	-27	54	-37
$K = 100000$	27	-2.4	117	-67	93	-88
$K = 200000$	27	-1.9	171	-107	133	-142
$K = 500000$	26	-1.4	244	-159	186	-214
$K = \infty$	26	-0.9	350	-233	260	-321

単位: ton

(中間支点部 $l = l_0, l = 600\text{mm}$)

面2次モーメントを $l = \alpha l_0$ として α を変化させたときの活荷重によるせん断力・曲げモーメントを図-2に、支点反力を表-1に示す。 α を大きくしてもそれぞれほとんど変化しないが、 α を小さくすれば改造中間支点部の最小曲げモーメントのピークを下げられることがわかる。ただし支点反力・せん断力は、単純桁の場合に比べかなり大きな値となる。次に中間支点部の支点間隔を変化させた(図-3, 表-2)。支点間隔は、曲げモーメントには影響しないが、中間支点の支点反力・せん断力には大きく影響し、これらを低減するためには支点間隔を大きくした方がよいことがわかる。さらに、せん断の低減と下部工への水平力分散も考えて、中間支点の支承を弾性支承にした(図-4, 表-3)。一般には弾性支承としてゴム支承が用いられ、そのバネ定数 K は $40000\text{t/m} \sim 100000\text{t/m}$ 程度である。この実用範囲で中間支点部の最小曲げモーメントのピーク値はあまり変化しないが、支点反力・せん断力は単純桁の2倍程度以下になる。ただし、端断面の応力照査を行うと、無補強で十分であることが分かった。

4. まとめ

以上の計算結果から、①: 連結部の剛性を主桁の剛性に比較して小さくすれば中間支点での曲げモーメントを低減できる。②: 中間支点の間隔は曲げモーメントにはほとんど影響しないが、支点反力を低減するために間隔を大きくする方がよい。③: 単純桁を連結すると改造中間支点の支点反力がかなり大きな値となるが、支承を弾性支承にすることで低減できる。ことなどがわかり、連結方法を適当に選べば、ゴム支承の採用でSemi-Rigid連結桁は実現可能である。今後はさらにモデル実験により検証するとともに、温度応力や地震力への対応、新設橋への適用や実施工の具体的方法についても検討していく予定である。

参考文献 1) 島田, 高木: 合成桁の理論と設計, 山海堂。