

愛媛大学工学部 正 員 大久保 誠
愛媛大学大学院 学生員 山縣 延樹
愛媛大学大学院 学生員 〇真辺 静夫

1. まえがき

著者は、これまでに桁断面の *Suboptimization* 及び *SLP* 法、さらには図式解法により鋼I桁橋の最適設計をきわめて能率的に行なう方法を確立し、昭和47年度版「鋼道路橋原価計算表」にもとづく鋼I桁道路橋の各支間長における最も経済的な桁高、鋼種、断面変化位置、剛比、断面寸法、最小製作費などを図表により直接決定することができる最適設計図表を作成し発表した。ところで昨今我が国の経済状況の変動が激しく材料費と労務費の比率が変化することが予想される。そこで本研究は桁の製作費における材料費と労務費の比率の変化が、鋼I桁橋の最適設計の内容にどのように影響を及ぼすかについて研究を行なったものである。

2. 基本的考察

「鋼道路橋原価計算表」によれば鋼I桁の製作費 (TCOST) は次式より計算される。

$$TCOST = \sum_{i=1}^{NM} COST_i \times L_i \quad \left. \begin{array}{l} NM: \text{桁要素数} \quad L: \text{桁要素長} \end{array} \right\} (1)$$

$$COST = CM(SW, BP, SP, EX) + CFF(SW, CP) + CWF(WL, CP)$$

ここに、
CM: 鋼材費, BP: ベース価格 = 44000 (円/ton), SP: 規格料, EX: エキストラ料

CFF = 溶接以外の製作加工費, CWF = 溶接工の労務費

WL = 6 mm のすみ肉溶接換算総溶接延長

したがって桁の製作費は主として CP と BP の変動により大きな影響を受けることとなる。

ところで図式解法により桁要素の最適鋼種、断面二次モーメント (I) を決定する場合には、桁断面の *Suboptimization* より得られた I-RBM, I-COST 関係曲線を用いて、図-1 に示すごとくまず桁要素の最大曲げモーメントより各鋼種の桁断面が必要とする I を求め、次に I-COST 関係曲線より各 I における最小の製作費を求め、これらと比較することにより最適な鋼種 (A) および I を決定することができる。式 (1) の CP および BP が同一の比率で変化する場合には I-COST 関係曲線は単にその COST の大きさが変化するので各鋼種の I-COST 関係曲線の相対的な関係は変化せず、桁の最適解の内容も桁の製作費以外は変化しない。しかし CP と BP が異なった比率で変化する場合、I-RBM 関係曲線はほとんど変化しないが、I-COST 関係曲線の各鋼種の相対的な関係が変化し、図-1 の (B) に示すごとく異なった最適鋼種および I を選択することがあり得る。最適鋼種および I が変化すればそれにしたがって桁の最適断面変化位置も変化し最適解の内容が変化することとなる。以上の観点より本研究では BP, SP, EX を一定とし、CP を 3000, 3600 (47年度版), 5000 (円/×・日) と変化させた場合における鋼I桁橋の最適解を比較しその内容の検討を行なうこととした。

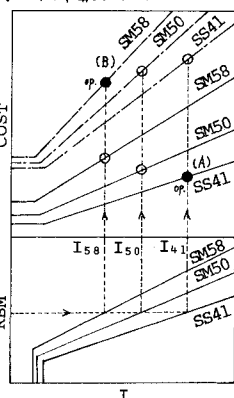


図 - 1

3. I-RBM, I-COST 関係曲線

CP の変化に対し、I-RBM 関係曲線

が全く変化しないのに対し I-COST 関係曲線は大きく変化する。図-2 は CP = 3600 (円/×・日) における桁断面の最小製作費 COST を基準とした場合の CP = 5000 および 3000 (円/×・日) の COST の比と I の関係を示したものである。この図より $COST_{CP=5000} / COST_{CP=3600}$ は I が増加するにしたがい、ゆるやかな 2 次曲線で減少または増加している。この変化は桁断面の製作費における材料費 (CM) の占める割合が I の増加にしたがい増加し、CP の桁断面の製作費に与える影響がわずかに減少するため生ずるものである。

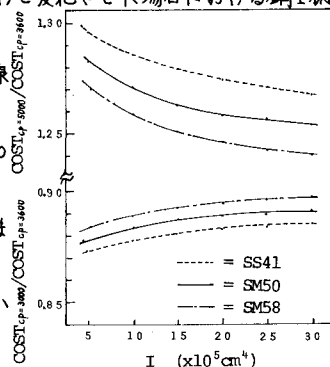


図 - 2

4. 最適鋼種、断面二次モーメント、断面変化位置と CP の関係

3.で求めたI-RBM, I-COST関係曲線を用い、文献1)で述べた図式解法により車道幅員8m, 支間長(SL)20~30mの単純桁の最適設計を行ない、各CPにおける最適鋼種(M), 断面2次モーメント比(I/I₀)および断面変化位置と(支間長/2)の比(L/SL/2)を求めたが、これらの結果を表-1に示す。この表より各支間長におけるM, I/I₀, L/SL/2はCPの変化に対してほとんど変化しないことが明らかとなった。また2, 3径間連続桁についても同様の比較を数多く行なったが、いずれも単純桁の場合と全く同様な結果を得た。このことより、著者らがこれまで求めてきた最適設計図表は広範囲のCPとBPの比の変化に対し十分な精度をもって適用できることが明らかとなった。なお表-1の支間長26mの例に示すごとくCP=3000および3600(円/人・日)における桁要素3で最適鋼種としてそれぞれSM50およびSM58と異なった鋼種を選択している。この例における各鋼種の最小製作費の関係を図-3に示す。2で述べたようにCPの変化により最適鋼種は異なるがSM50とSM58におけるCOSTの差はきわめて小さく、断面変化位置も全く変化していない。このような例は橋長90mの3径間連続桁の例においてもみられるがCP=3000~5000の範囲ではきわめて例外的な現象であった。

5. TCOSTとCPの関係

上記の単純桁、2・3径間連続桁の各支間長(SL)あるいは橋長(BL)における桁の製作費の比 $TCOST_{CP}/TCOST_{CP=3600}$ を図-4に示す。これらの製作費の比はSL(BL)に関してほぼ直線的に増加あるいは減少しているが、この理由は3.で述べたごとく、支間長が大きくなるにしたがい必要とするIが増大し、材料費のTCOSTに占める割合が増加するためである。なお図-4より各型式の橋の $TCOST_{CP=3600}$ を基準とした任意のCPにおけるTCOSTの算定式

$$TCOST_{CP}(SL) = [a(CP) \cdot SL + b(CP)] \times TCOST_{CP=3600}(SL) \quad (2)$$

を導入することができる。さらにBPをも種々変化させることにより、 $TCOST_{CP=3600}$, BP=44000を基準とした任意のCPおよびBPにおける桁の製作費の算定式を導入することができる。しかし実際に桁の最適設計を行なう見地からは、4.で述べた結果にもとづき、CP=3600(円/人・日), BP=44000(円/人・日)

における各型式の橋の最適設計図表より

各桁要素の最適鋼種、断面2次モーメント、断面変化位置、断面寸法を求め、式(4)よりTCOSTを計算することにより、より正確にTCOSTを算定することができる。なお、計算結果の詳細については講演当日発表致したい。

参考文献

- 1) 大久保・奥村 “図式解法による鋼I桁の最適設計” 土木学会論文報告集 (投稿中)
- 2) 大久保・奥村 “等断面鋼I桁道路橋の最適設計図表” 土木学会論文報告集 (投稿中)
- 3) 大久保・奥村 “変断面鋼I桁道路橋の最適設計図表” 土木学会論文報告集 (投稿中)

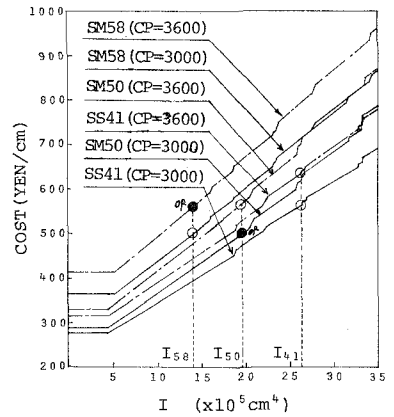


図 - 3

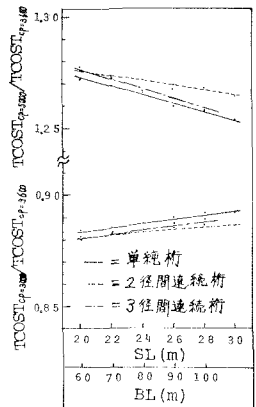


図 - 4

SL	CP	3000 (円/人・日)			3600 (円/人・日)			5000 (円/人・日)		
		SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50
20 (m)	M	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50
	I/I ₀	0.387	0.732	1.0	0.368	0.711	1.0	0.369	0.711	1.0
22 (m)	M	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50
	I/I ₀	0.386	0.724	1.0	0.372	0.714	1.0	0.370	0.727	1.0
24 (m)	M	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50
	I/I ₀	0.386	0.724	1.0	0.372	0.714	1.0	0.370	0.727	1.0
26 (m)	M	SM50	SM50	SM50	SM50	SM50	SM58	SM50	SM50	SM58
	I/I ₀	0.392	0.748	1.0	0.536	1.026	1.0	0.531	1.013	1.0
28 (m)	M	SM50	SM50	SM58	SM50	SM50	SM58	SM50	SM50	SM58
	I/I ₀	0.550	0.999	1.0	0.548	0.993	1.0	0.516	0.993	1.0
30 (m)	M	SM50	SM50	SM58	SM50	SM50	SM58	SM50	SM50	SM58
	I/I ₀	0.531	0.964	1.0	0.532	0.963	1.0	0.503	0.948	1.0
(m)	L/SL/2	0.220	0.458	1.0	0.221	0.457	1.0	0.206	0.446	1.0

表 - 1