

I-211 鉄筋コンクリート鉄道高架橋の自動経済設計

中央復建コンサルタント 正員 ○近藤 哲也
 同上 同上 岡 満吉
 信州大学工学部 同上 長 尚

§1 まえがき 最近の鉄道建設においては、土地の高度利用と、立体交差化の要求から、高架橋を採用することが次第に多くなってきている。したがって経済的な高架橋を設計して工費の節減を計ると同時に、設計スピードの向上と省力化が重要な課題となってきた。この問題は、理論的には非線形計画問題として定式化されるものであるが、非線形計画法の解法の限界および計算容量、時間等解決せねばならぬ問題点を多く有する現段階においては、この種の実用設計にこうした手法を適用することは困難である。そこで本文では、過去の実績と従来の研究成果をもとに、定性的ならびに定量的検討を加えて、厳密には設計変数と設計条件および工費との間には複雑な関係があるが、この中から、経済設計を可能にする、ごく基本的な条件を抽出した。そして最終設計を決定するまでの試行回数をできるだけ減らして、実用的な自動経済設計を試みた。

§2. 自動経済設計の方針⁽¹⁾ 河野博士の研究によれば、経済的な鉄道高架橋の構造形式は、両端に張り出し部を有するビームスラフ式ラーメンで、スパンは3スパン程度であるとしている。その後の小陽新幹線でも同様な形式が用いられており、ここでもこの結論を用いるものとする。すなわち、本文で対象として考えている鉄道高架橋のスケルトンは図-1に示すものである。東海道新幹線と小陽新幹線の実例について、スラフ、はり、柱および基礎の各部分の工費が、全体工費に占める率をみると、図-2のようである。これをみると、スラフの工費が他の部分の工費に比べて一着高く、25～45%を占めている。スラフは一般に、他の部分とは独立に切り離して計算されるものであり、しかも上述のようにスラフの工費の率が高いから、まずスラフ部分だけを取り出して、独立に経済化を計ることを考える。スラフに関連した設計変数はスラフ厚(h)、鉄筋量(A_s)および横断方向のスパン(l_c)とする。経済化は予想される範囲の h および l_c のすべての組み合わせを試み、最も安いものを見つけることにより行なう。次にラーメンに発生する曲げモーメントが均

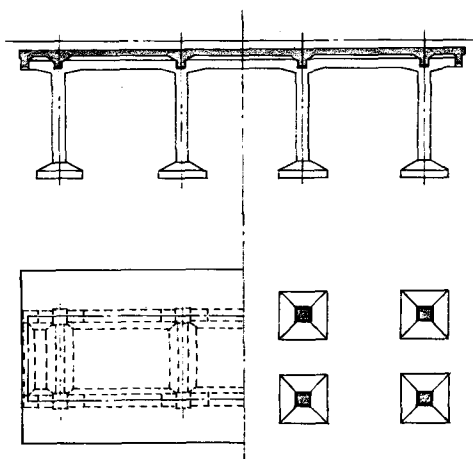


図 - 1

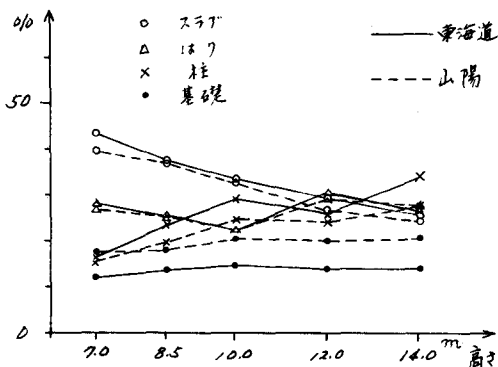


図 - 2

等化されるような各部の剛度を選んだとき、経済的な設計が得られる。

そのためには、すでに一部発表したように、ラーメンのはり、柱、基礎の剛度は次のように選ぶべきである。はり、はり高さを高くとり、できるだけ剛度を大きくし、柱の剛度の2倍以上とする。柱は断面寸法をできるだけ小さくし、はりに対する剛比を0.5以下とする。基礎の固定度(基礎の剛度/柱の剛度)を2以上とする。このような剛度を選ぶと、発生する曲げモーメントが均等化するばかりでなく、温度変化などによって発生する曲げモーメントが非常に小さくなる。この方針に従って経済設計を試みるとするならば、まず柱の断面寸法を仮定し、この剛度の2倍の剛度をもつはりの高さおよび基礎寸法を決め、柱頭の変位が許容変位内に入る最も小さい柱寸法を決める。これらの寸法により、与えられた設計条件を用いて応力、鉄筋量を求め、はり、柱、基礎の応力、配筋、地耐力が条件内に入るまで断面寸法を修正する。この過程を流れ図に示したのが図-3である。本設計における設計変数の主なものは、スラブ厚、横断方向スパン、はり高さ、柱寸法、基礎寸法、および各部の鉄筋量である。なお用いるデータは次のようなものである。単価(コンクリート、型枠、鉄筋)、弾性係数、反力係数、柱頭許容変位(制動時、地震時)、許容応力度、幅員、高さ、線路方向スパン、張出し長、軌道中心間隔、震度、自重以外の荷重、はりの幅、かぶり、許容応力度の割り増し率。

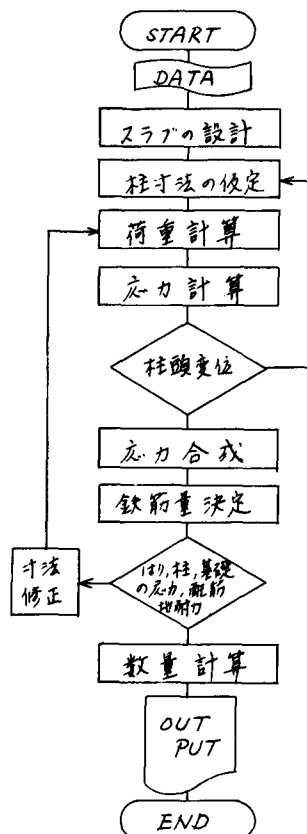


図-3

5.3 計算例 表-2に山陽新幹線の高さ7mの実施設計について計算した結果を示す。この例では断面寸法については実施設計と比較的よく合致しているが、はり、柱、基礎の鉄筋量にかなりの差がある。この点については目下検討中である。なお、この場合、施工その他の理由からスラブ厚と、横断方向スパンの下限値が指示されているので、自動設計の場合も表-2の備考欄のような条件を付加して計算した。最後に、協力を頂いた富士通ファコムKK木村成一氏に謝意を表す。(1) 河野

		実施設計			自動設計		
		断面寸法 ^(mm)	コンクリート 容積 ^(m³)	鉄筋重量 ^(kg)	断面寸法 ^(mm)	コンクリート 容積 ^(m³)	鉄筋重量 ^(kg)
ス ラ ブ	厚さ	28	110.6	11.6	28	110.5	11.0
	端はり	50×80			50×85		
	は り	支点	37.1	18.2	70×150	36.6	8.9
		中央			70×110		
		支点			70×125		
	横はり	70×100			70×85		
柱		80×80	33.7	7.7	80×80	33.6	3.9
基 礎	幅	380×380	89.9	7.3	415×415	68.9	2.7
	厚さ	60×60			50×0		
合計			271.2	44.8		249.6	26.4
備考		t=28mm, $\rho_c=5.6\%$ 指定			t≥28mm, $\rho_c=5.6\%$ $\rho_s=10\%/mm^2$		

表-2

通元：鉄筋コンクリート鉄道高架橋の経済的設計に関する研究，鉄道技術研究報告，N0.310

(2) 長 尚：基礎構造を考慮に入れたラーメンの解法，土木技術20巻12号，21巻1，2号。