

CS-138

橋梁のデザイン検討過程における最適構造形態情報の利用について

ハザマ 正会員 須田 清隆

○ ハザマ 正会員 内田 雅博

1. はじめに

橋梁は、土木構造物の中でも、最も景観性に富むとともに、ランドマークとして周囲の景観に与える影響の大きい構造物の一つである。

橋梁の計画・設計を行う場合、架橋地点の周辺環境を考慮して、その地点に最もふさわしく、美しい橋梁の形態を選択する作業が行われる。一般に、美しい形態を持った橋梁の条件として、以下の項目を満足することが求められる。

(1) 周辺の環境と調和した橋梁とするために、橋梁がその景観の中で果たす役割を明確化し、その造形に配慮すること。

(2) 橋梁を構成する部材の幾何学的形状は、バランスの取れた安定した形状とするとともに、構造物の全体的な力の流れを考慮した、単純・明解な構造とする。

世界的に美しい橋の一つとして評価されている橋梁に、スイスのガンタ橋がある。ガンタ橋は、その構造が、シンプルかつ明解なPC構造橋でありながら、素晴らしいアルプスの山並みの景観に溶け込んだ美しい橋梁である。このような例を見ると、力学的に安定の取れた、バランスの良い構造とすることは、景観的にも美しい構造物であるための最低条件であるとも言える。

本論文では、構造的な検討により得られる情報を、コンクリート道路高架橋のデザイン検討過程の中に有効に取り込んで利用する方法について述べる。

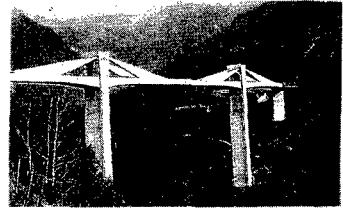


図 - 1 ガンタ橋 全景写真

2. コンクリート道路高架橋への最適構造形態解析結果の利用について

様々な荷重条件、構造物の支持条件の下で、バランスの良い橋梁の構造を得るための手法の一つに、均質化法（Homogenization method）による最適構造形態決定法がある。この方法を用いると、構造物に作用する荷重、構造物の支持条件、設計領域にある材料のうち構造体として使用できる材料の上限値を面積比で与えることによって、構造体として必要な部分が、材料の密度に比例した色の濃淡で表示される。その情報を用いて、構造的に最も有利な形態とするための、構造部材の配置、数量、形状等といった構造物のトポロジーを決定することができる。

上記の方法を用いて、高速道路高架橋下部工の構造形態を推定した例を以下に示す。

(1) 橋軸直角方向の形態検討

高速道路高架橋下における下部構造の形態検討にあたっては、様々な条件を考慮しなければならない。例えば、高架下の道路の運用条件として敷地の使用制限がある場合や、景観デザイン上の配慮により空間を確保したいなどが考えられる。

そのような条件を反映した形で最適構造の検討を行うために、ここでは、設計領域の下端の支持条件を変更することによって、上記の条件を満たした解析結果を得ることを試みた。

CASE-1 は、高架下の道路を全面使用できる場合の

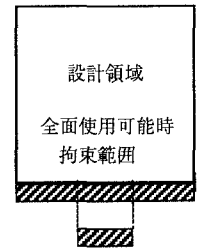
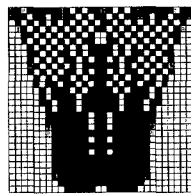
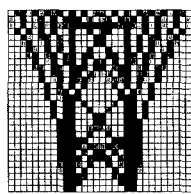


図 - 2 構造モデル図



材料の上限値 50% の場合



材料の上限値 30% の場合

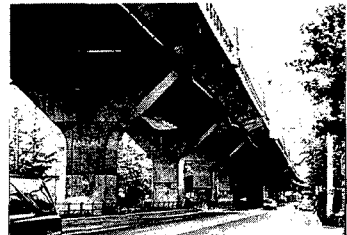


図 - 3 CASE-1 解析結果および類似形状既存構造物

最適形状解析結果である。

CASE-2は、高架下の道路中央部のみしか使用できない場合、あるいは高架下空間を確保したい場合の最適形状解析結果である。

（2）橋軸平行方向の形態検討

高速道路高架橋下部構造の橋軸平行方向の形態につ

いても、様々な条件を考慮した検討が必要となる。設計上の制約も形態の決定に当って大きな影響を与えるが、設計者の立場の違いによる影響も大きな制約条件となる。例えば、構造設計者という立場からは、太くてがっしりとした橋脚で構造安定性を高めるとともに、施工性も考慮して単純な形で画一的な形状にしたいという意向があるが、景観デザインという立場からは、橋脚による空間の占有をできるだけ減らし、桁下の空間を大きく確保したいという相反した意向がある。これらの意向を同時に満たす構造形態を求めるために、以下のようなモデルを用いた解析を行った。

均質化法による最適構造形態決定法による解析を行う際のパラメータである材料密度の初期値を、空間として確保したい領域についてはあらかじめ低減しておく。そうすることによって、その領域には構造部材が配置されにくくなる。この方法を用いることによって、景観デザインの意向を制約条件として取り込んだ形での構造形状最適化解析が可能となる。

3. まとめ

構造形状最適化解析により得られる結果を、コンクリート道路高架橋のデザイン検討過程の中に取り込んで利用できることを示した。デザイン段階で、構造的な要素を考慮して構造物の形状が決定されることによって、構造的に無理のない構造物のデザインが可能となり、構造設計段階において形状修正が発生することを防止するための有効な手段となることが確認できた。

参考文献

- (1) 土木学会構造工学委員会編：美しい橋のデザインマニュアル，1982
- (2) 鈴木，菊池，大坪：マイクロストラクチャーを用いた平板の最適化形状リフト設計：造船学会春期講演会論文集，1992
- (3) 須田，内田：構造形態決定過程における均質化法の応用について：構造工学論文集 Vol.39A，1993

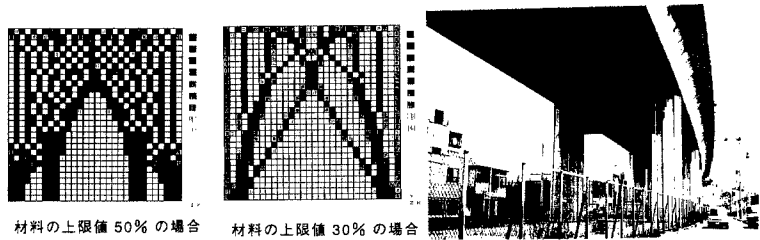


図-4 CASE-2 解析結果および類似形状既存構造物

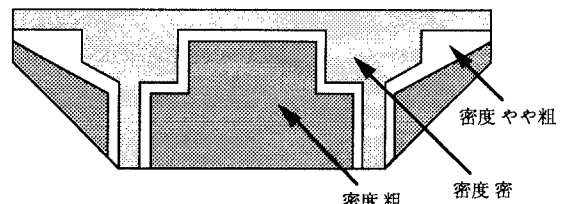


図-5 構造モデル図

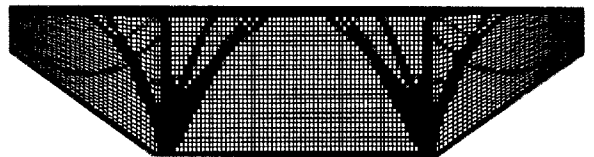


図-6 解析結果（占有空間の制限無し）

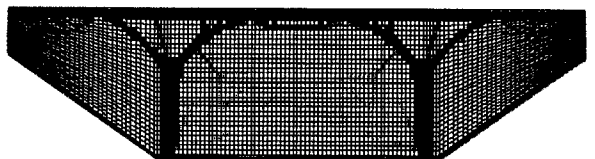


図-7 解析結果（占有空間の制限あり）