

張弦梁形式 PC 橋の局部応力の FEM 解析

熊本大学 工学部 学生員○石田貴顕 (株) ピー・エス 正 員 前田文男
 熊本大学 工学部 正 員 崎元達郎 熊本大学 工学部 正 員 渡辺 浩

1. まえがき：

フランスを始めとする PC 技術の先進国では、外ケーブルによる PC 橋の建設が盛んである。その要因として、経済性、工期短縮と省力化が挙げられる。日本において外ケーブル方式は、既設橋の補修、補強などに活用され、新設橋としては採用されることは少なかったが、多くの利点があることから近年検討がされ始めている。¹⁾ このような状況の中で、PC 橋（特に単純 PC 桁）として、支間 70~100m に適した構造がなく、この支間をカバーできる構造形式の開発が望まれている。この点に着目して、図-1 に示すようにストラットで支えられた外ケーブルで桁高以上に偏心量をとる形式の桁構造（ここでは、これを張弦梁形式の PC 橋と呼ぶ）を考え、一連の研究を進めている。^{2) 3)} この形式では、現在用いられている外ケーブル方式の PC 橋より偏心量を大きくとることができる為、曲げ抵抗の有効利用、内ケーブルの削減など経済的構造となる可能性がある。この形式を可能にするためには、種々の検討項目が考えられるが、ここではストラット部材の 3 次元 FEM 解析を行い、応力状態を明らかにすることを考える。特に、ケーブルが貫通するストラット下端部分の形状と応力集中の関係を明らかにし、補強のための配筋や、部分的なプレストレスの導入の要否等を検討することを目的とする。

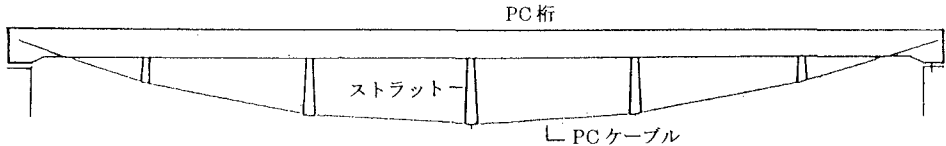


図-1 全体図

2. 解析方法：

1) 解析対象と使用した解析プログラム

図-2 に示す V 字形のストラットを 1 個取り出し、桁との接合部を固定として、片持状のものとして弾性解析した。使用した解析プログラムは NASTRAN であり、使用要素は 3 次元 solid 要素とした。ストラット下端部内側の形状を円弧とし、この半径 R をパラメーターとして、 $R=800\text{mm}$ から $R=1400\text{mm}$ まで変化させて検討を行う予定であるが、ここでは $R=1000\text{mm}$ の場合について報告する。この円弧の中央部分に引張の応力集中が生じる可能性があるため、図-2 に斜線で示す部分に着目した。

2) 荷重条件

ストラットには、ケーシングパイプまたは、サドルを通じて、ケーブルの張力の鉛直成分が作用する。その値は、個々のケースについて全体解析から求める必要があるが、ここでは計 100t の基準荷重を考え、一つのケーシングパイプにつきそれぞれ上部半円に 20tf の上向き節点荷重として、図-3 に示すように作用させた。この際、各節点が受け持つ領域を水平射影長（直径）の長さに換算し、その割合で荷重を分配した。

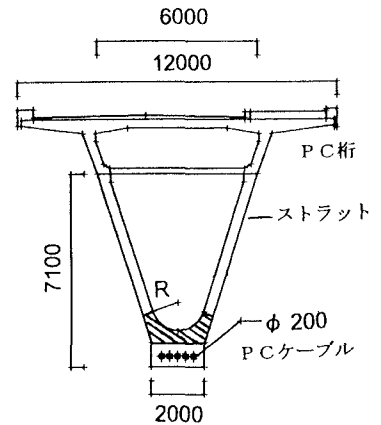


図-2 断面図

3. 分割数の検討

応力集中が生じると考えられる円弧部分の中央の節点 A の応力度 σ_A に着目し、円弧辺の分割数をパラメーターとして必要十分な分割数を検討した。図-4 に要素分割の一例を示す。なお、図-2 の斜線部以外（支柱とケーシングパイプ周辺）の要素の増減は、円弧部の節点の応力に影響を及ぼさないことが事前の解析により明らかになったので、その領域の分割数は一定とした。図-5 は着目節点 A の応力度 σ_A と円弧周辺の分割数との関係を示している。

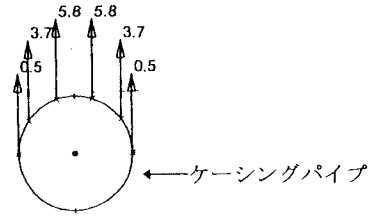


図-3 ケーシングパイプに作用させた節点荷重 (6 節点、20tf の場合)

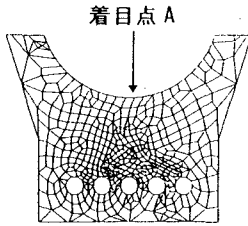


図-4 要素分割の例 (円弧 25 分割)

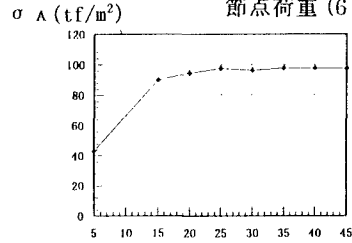


図-5 分割数と集中応力解析値の関係

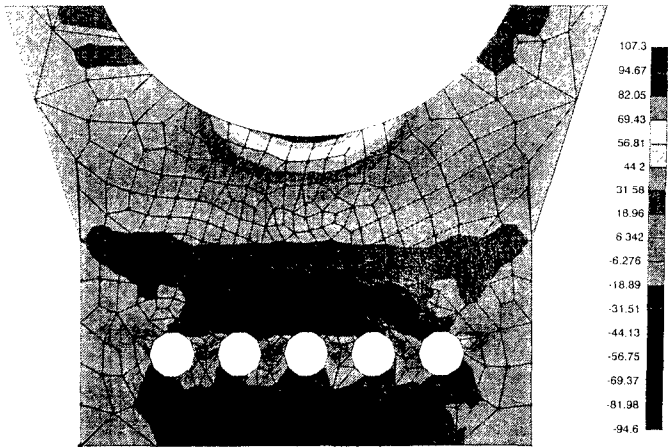


図-6 応力分布 (tf/m²)

表-1 力学的特性

ヤング率 (tf/m ²)	3.1×10^6
ポアソン比	0.17
引張許容応力度 (tf/m ²)	150
圧縮許容応力度 (tf/m ²)	1400

3. 考察

円弧辺 25 分割、100 tf、R=1000mm の解析結果では、図-6 で示される応力分布図を得た。やはり、円弧中央部分で 100 tf/m² (10Kgf/cm²) 程度の引張りの応力集中が起こっているのが確認されるが、許容応力度以内である。(表-1) しかし、R を小さくしていくと更に応力が集中する事が予測され、その結果によっては形状、配筋の変更または、横方向のプレストレスによる補強の検討を行う必要がある。逆に、R を大きくしていくと応力集中は軽減されると思われるが、それに伴う自重の増加によるケーブルへの負担、経済的な問題などが挙げられる。これら問題点を考慮して R をパラメーターとしてストラットの最適形状を検討する予定である。

【参考文献】1) 前田、崎元：中規模 PC 橋の構造形式に関する一提案、土木学会第 51 回年講 V-450, pp. H. 9. 3

2) 伊藤、前田、崎元：張弦 PC 橋の経済性を考えた構造緒言の検討、平成八年度土木学会西部支部研究発表会 H. 9. 3