

I-137 合成逆アーチの実験的研究

川田建設 正員 ○児島啓太郎
 宇都宮大学 正員 阿部英彦、中島章典
 宇都宮大学 村上通章

1. はじめに

合成逆アーチ橋は図1に示す様に、通常のアーチとは逆の形をした上路型式の橋である。自重や活荷重により逆アーチ形をした下弦材に引張力が働き、上弦材はアーチからの水平力（圧縮）の他に曲げモーメントを受け、また、吊材は圧縮力を受ける柱材となる。さらに、上弦材はコンクリート床版と鋼ガーダーとからなり、両者はスタッドで結合され、軸圧縮力と曲げモーメントに対して合成部材として抵抗する。合成逆アーチは、この様にアーチ橋に鋼材とコンクリート材料の特質を生かした合理的で、経済的な橋梁型式であると考えられる。本研究は模型による実験を行い、解析値と比較し、この様な構造の基本的な性状を検討したものである。

2. 実験概要

供試体の一例を図2に示す。上弦材の鋼梁部にかかる力をコンクリート床版に伝達させるために、スタッドを鋼梁上に取り付け、その配置は、鋼上弦材に一樣に分布する“分散型”と、格点に集中する“集中型”の2種類とした（図3）。スタッドの本数は、上弦材に加わるせん断力に着目し、コンクリート床版と鋼梁からなる合成桁として算出した。供試体は、スタッドの分布を集中（No.1）、分散（No.2,3）と、アーチライズ 600mm（No.1,3）、500mm（No.2）の組合せで計3体製作した。集中荷重をスパン中央点にある程度まで載荷した後、それを1/4点に移して、破壊に至らせた。

3. 解析方法

まず、合成逆アーチを剛結合の平面骨組構造とし、FEM解析により各部材力を算出した。ここでは、上弦材は床版と鋼弦材とが一体となっていると仮定し、コンクリート断面は鋼材に換算した。次に、スタッドが伝達するせん断力を求めるために、鋼とコンクリートの合成断面である上弦材部分のみについて剛体ばねモデルによる解析を行った。この時、鋼及び床版部分を梁要素、スタッドは継手ばね要素としてモデル化し、全体系との整合性がとれるように前段階のFEM解析において求められた部材力、及び荷重を所定の位置に外力として作用させた。ただし、吊材からの曲げモーメントは小さいので無視した。最後に、床版の応力分布を求めるために、2次元弾性のFEM解析を行った。アーチの上弦材上にはスタッドが複数、対になって並んでいるが、解析では、上弦材の中央線上にまとめて配置され、スタッドの位置には必ず節点がかかるようにして、前段階で求められたスタッドのせん断ばねの力を床版に作用させた。

4. 実験結果と解析との比較及び検討

- (1)たわみ： 図4に1/4点載荷時の格点のたわみを示す。実験値はアーチ部の格点で測定された鉛直方向の変位であるが、供試体が持つ構造的なゆがみのために実験値と解析値の間に差異が認められる。
- (2)ひびわれ： 図5は床版に発生したひびわれの例を示す。ひびわれ状況は3体とも似ており、最初に、中

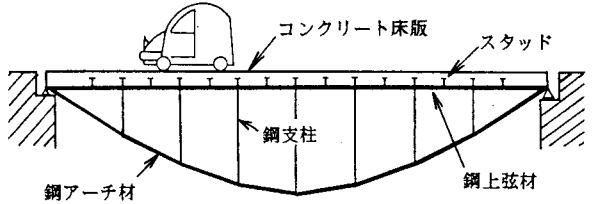


図1 合成逆アーチの概念

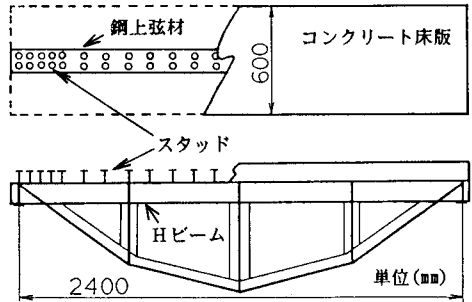


図2 合成逆アーチ供試体

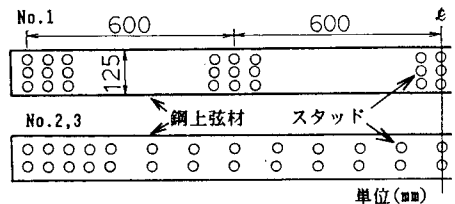


図3 スタッドの配置

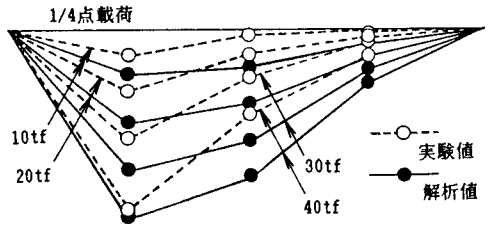


図4 たわみの分布形状（No.3）

中央点荷において、床版上面に縦びびわれが発生した。これは、スタッドが床版に作用するスプリット効果及びボアソン効果による引張力に起因するものであると考えられる。次に、1/4点の荷重において、荷重を加えていくと、床版下面に曲げびびわれが発生し、ついには載荷点寄りの支点付近にあるスタッドまわりのコンクリートがくずれ、終局状態に達した。これは、スタッドが床版に伝える力が増加するにつれて、スタッドが床版を引き裂くように作用し（スプリット効果）、その部分のコンクリートがくずれたものと考えられる。

(3)鋼上弦材と床版のずれ： 図6に、上弦材の格点における鋼部と床版との間の荷重－ずれ曲線を示す。載荷点及び中央点でのずれに比較して載荷点寄りの端部でのずれが大きく、この結果は前記のびびわれ状況の結果と合致する。

(4)スタッドの伝達せん断力の分布： 図7に解析で得られたスタッドのせん断力の分布形状を荷重10tf時について示す。1/4点載荷では、床版がくずれた位置において、その近辺のスタッドのせん断力の総和が特に大きくなっている。なお、スタッドに作用する力の分布を、アーチの水平分力（軸力）による影響と鉛直方向の力（曲げモーメント）による影響とに分けた結果、スタッドが伝える力の分布は軸力による影響よりも、曲げモーメントによるものが主体であることがわかった。

(5)床版の主応力分布とひずみ分布： 図8は、FEM解析により求められた床版の主応力分布の例である。また、図9は荷重10tfにおける橋軸方向のひずみの測定値と解析値の比較を示す。中央点載荷、1/4点載荷とも一部に値の差が見られるものの全体の傾向は類似していることがわかる。

5. 結論

- 1)床版の破壊は圧壊よりもむしろ割裂（スプリット効果）により生じた。
- 2)アーチの水平分力は、端部付近で分担量の大部分がコンクリートに導入され、かつその大きさは比較的小さい。
- 3)アーチライズが異なる場合（500mm, 600mm）でも、各部材断面が等しいので、600mmの方が当然各部の応力は小さく、耐力は大きい。しかし、この程度のプロポーシヨンの違いがたわみ、ひずみ等に及ぼす影響はあまりなく、構造的、経済的に有意な差は認められなかった。
- 4)今回の実験結果及び荷重が格点間にある場合をも考慮すると、スタッドの配置は集中型よりも分散型の方がより合理的であると判断できる。

なお、本研究は科学研究費（試験研究費（1）、No.628500 81）の補助を受けたことを付記する。

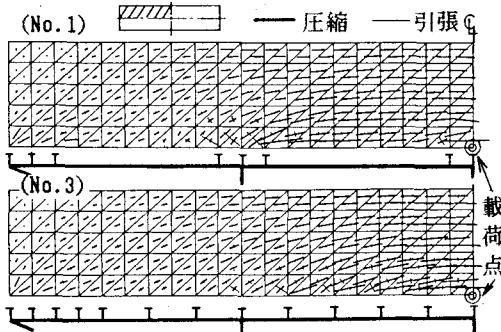


図8 床版の主応力分布（No.1,3）

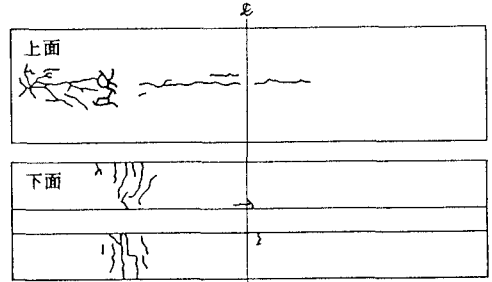


図5 床版のびびわれ状況（No.3）

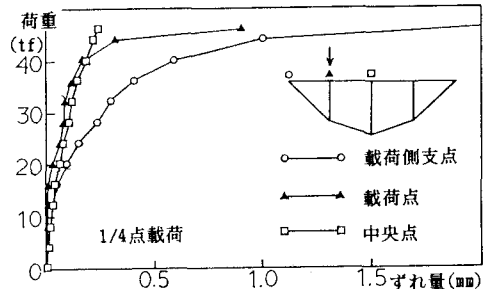


図6 荷重－ずれ曲線（No.2）

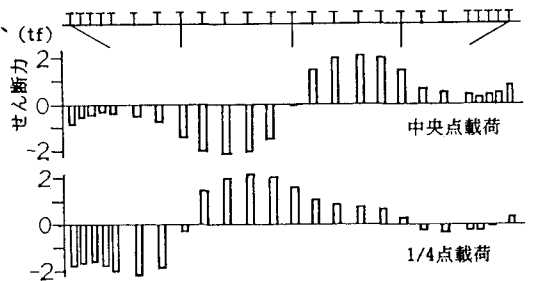


図7 スタッドの伝達力の分布（No.3）

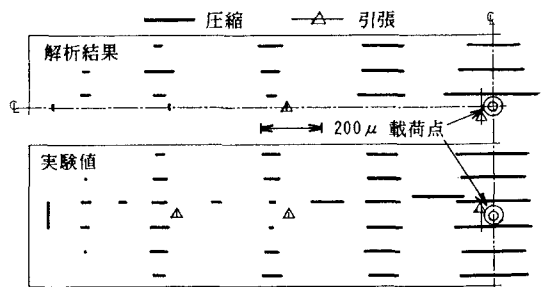


図9 床版内のひずみ分布（No.3）