

I - 13 支圧式 shear connector を有する 合成桁に関する研究

東北大学 学生員 ○瀧野 厚
東北大学 正 員 倉西 茂

1. まえがき

合成桁は、ずれ止め (shear connector) に働く集中的なせん断力のために、コンクリート下部に局所的な引張りが生じ、ひび割れを引き起こしやすいことが指摘されている。このようなひび割れを如何に最小限にとどめるかが今日のコンクリート合成桁における問題点である。そこで、本研究ではコンクリート床版と鋼桁の重ね梁を考え、両端を支圧板で圧縮することによりコンクリートに不利な引張応力を防ぎ、この支圧により桁端の相対的なずれを拘束し、合成作用を期待する構造を提案する。そして、このような構造物の現実性を論議するために、通常の設計で扱われる合成桁との応力、断面力の変化の比較からここで提案する構造物の基本的強度特性を調べた。

2. 解析手法

(1) 直接解法

支圧式合成桁は、外力に対してコンクリートと鋼が一体となって作用するが、コンクリートと鋼をそれぞれ独立の部材と考えれば、支圧板の圧縮作用により、内的に不静定構造となる。そこで、この構造物を一次不静定構造とし、コンクリート床版、鋼桁それぞれに作用する軸力を不静定力として解析する。この不静定軸力は、両部材のたわみ、曲率、端部接合点の水平変位の一致から求める。

(2) FEMによる解析

ここでは、支圧式合成桁の重ね梁区間にずれ止めを設置した場合を考え、全体をFEMで解析する。設置するずれ止めは柔なずれ止めを用い、図-1で示されるような「ばねモデル」に置き換えて考える。つまり、コンクリートと鋼の梁要素を連結するばね要素として考える。また、支圧板についてはコンクリートと鋼の重心を結ぶ梁と端部の接合点にばねを設置したものと仮定し、梁要素とばね要素を考える。但し、支圧板の要素剛性は他の部材の剛性よりも極力大きいものとする。

3. 結果および考察

支圧式合成桁の縁応力分布を、一般の設計で扱われる完全合成桁、非合成桁の縁応力分布と比較する。算定の対象となる断面を図-2に示し、スパン長として $\ell = 20m$ 、設計荷重として分布荷重 $w = 8.75kgf/cm$ を考える。また、モデル化した中間部に設置するずれ止めとして、単位長さ当りのばね剛性が $10^1, 10^5, 10^6 kgf/cm/cm$ である3種類のずれ止めを考える。

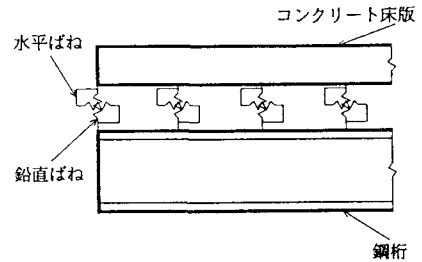


図-1 ずれ止めのばねモデル化

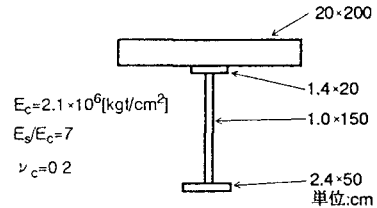


図-2 合成桁断面形状

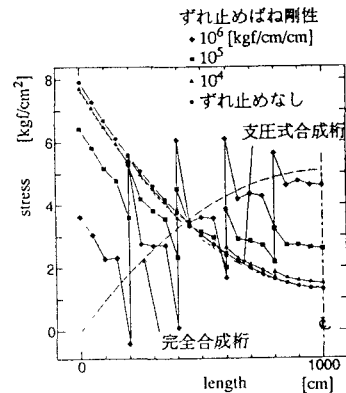


図-3 床版下面の縁応力 ($\alpha/b=1.0$)

(1) 縁応力分布の比較

算定の結果、応力分布に特徴が現われたのは床版下面の縁応力分布で、その結果を図-3に示す。図を見て分かるように支圧式合成桁の床版下面だけ他の合成桁の応力分布と異なり、支間中央に近づくにつれ圧縮応力が小さくなる。一般にコンクリートと鋼の重ね梁は、上から荷重が載荷された場合、曲げによりコンクリート上面には圧縮、下面には引張りが生じ、支間中央に近づくにつれ値が大きくなる。すなわち、支圧式合成桁の下部の応力においてはこの引張りが、支圧によりコンクリート床版に作用する軸圧縮を軽減するために支間中央に近づくにつれ値が小さくなり、他の合成桁と異なるものと考えられる。また、桁端では支圧板による圧縮作用のために、床版には圧縮応力が、鋼桁には引張応力が働いている。

(2) ずれ止めのばね剛性の影響

支圧式合成桁の中間部にずれ止めを設置した場合、支圧式合成桁の応力分布は、ずれ止めのばね剛性を高くするにつれ、完全合成桁の応力分布の傾向に近づくことが分かる。また、図-4に示したように、端部に支圧板を設置しない合成桁のずれ止めに作用するせん断力は、端部に支圧板を設置すると低下することが分かった。また、この低下はずれ止めのばね剛性が低いほど大きい。

(3) 有効幅の影響

支圧式合成桁において、支圧板幅が床版幅よりも小さい場合は、桁端付近の断面では、幅方向の分布は放物線状に分布する。この様に、床版幅が大きくなると、断面平面保持を仮定とした梁理論が成立しなくなる。そこで、床版を2次元問題として扱うことによって、支圧板幅が床版幅よりも小さいときの任意の断面で軸方向圧縮力による変位の幅方向の変位分布を均等にするような有効幅を提案し、桁端における有効幅の縮小を考慮して計算した。その結果、図-5と図-6に示されるように、床版の応力分布には顕著に現われるが、支圧板またはずれ止めに作用するせん断力分布には有効幅はほとんど影響しなかった。

4. 結論

支圧式合成桁のコンクリート下部の縁応力は、一般の合成桁の縁応力とは逆に、支間中央に近づくにつれ、圧縮応力が減少することが分かった。また、一般の合成桁の端部を支圧板で固定すると、ずれ止めに作用するせん断力は低下することが分かった。

参考文献

- 1) M.A.C Mohamed Anzar : Arrangement of shear connectors in composite arch bridge、土木学会第45回年次学術講演会概要集 第1部、pp532-pp533、1990
- 2) 岡本 舜三 鋼構造の研究、奥村敏恵教授還暦記念会、1977年
- 3) 小西 一郎、鋼橋 設計編I、丸善、1975年

○ ずれ止めを設置しないとき
支圧板に働くせん断力

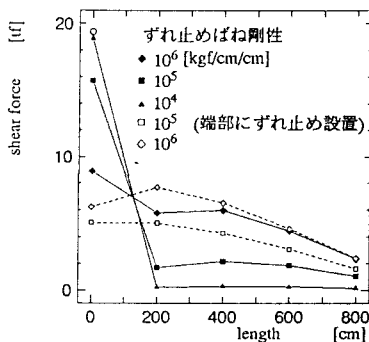


図-4 ずれ止めに働くせん断力の変化 ($a/b=1.0$)

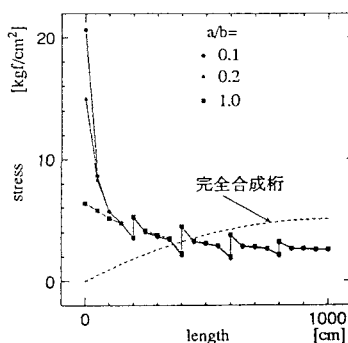


図-5 床版下面縁応力の有効幅の影響
 $C=10^5$ [kgf/cm/cm]

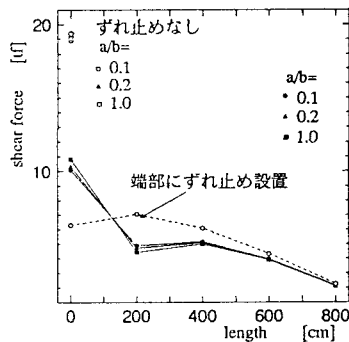


図-6 ずれ止めに働くせん断力
 $C=5 \cdot 10^5$ [kgf/cm/cm]