

スタッドの非線形性を考慮したP Cプレキャスト床版を有する合成2箱桁構造の解析的検討

日本道路公団中部支社豊田工事事務所

正会員 酒井 秀昭

上郷高架橋工事共同企業体（横河・住重・片山JV） 正会員 ○寺田 能通 正会員 白水 晃生

1. はじめに

第二東名・名神高速道路では合理化された様々な橋梁が建設されている。本橋はその1つでP Cプレキャスト床版を有する連続合成箱桁橋である。本橋の3車線部の有効幅員は14.64m、橋長640.0m、最大支間長103.5mを有する8径間連続箱桁である。プレキャスト床版を鋼桁と合成させるには、従来のスタッドより強度の大きなスタッドを用いているものの、その配置や本数は場所打ち床版に比べて制約を受ける。またスタッドには、本来負担するせん断力の他に引張力も作用することから、その設計には図1に示すような配慮が必要である。そこで床版に作用する応力とスタッドに作用する力をFEM解析により把握し設計に反映させることとした。

2. 解析モデル

解析モデルは、最大支間長を含む2径間を対象にした折り返し4径間連続橋のモデル化を図った。これを図2に示す。床版はソリッド要素、鋼主桁のフランジ、ウェブ、縦リブ、ダイヤフラムはシェル要素としてモデル化した。支点部は支承のバネを考慮してモデル化した。壁高欄、遮音壁は荷重のみを考慮した。その他補剛材、等は解析に対する影響が小さいと考え考慮しないものとした。着目部のスタッドは圧縮時にコンクリートの剛性を、せん断力及び引張力作用時はスタッドのみの剛性となるような非線形バネ要素とした。これを図3に示す。これは、実際の構造にはフランジと床版との間には付着があるものの、道示9.5.6にあるように考慮しない方が安全側と考えたからである。なお、スタッドのバネ剛性は員弁川橋の実験¹⁾を参考にした。

3. 荷重条件

本解析は、1)活荷重と舗装及び壁高欄などの後死荷重と2)走行レーン位置を考慮した疲労照査用のT荷重、および3)地震荷重を載荷した。なお、活荷重の載荷位置は、各着目点に強制変位を与えた時の影響面を求め、これにより着目部材に最も不利となる載荷状態とした。

4. 解析結果

1) 活荷重と舗装及び壁高欄などの後死荷重

スタッドに作用する引張力が最大となる状態は、活荷重が偏心載荷した場合の支間中央部の外側縁端部スタッド

キーワード：P Cプレキャスト床版、合成箱桁、スタッド

連絡先：〒551-0021 大阪府大阪市大正区南恩加島 6-2-21 TEL 06-6552-1235 FAX 06-6551-5648

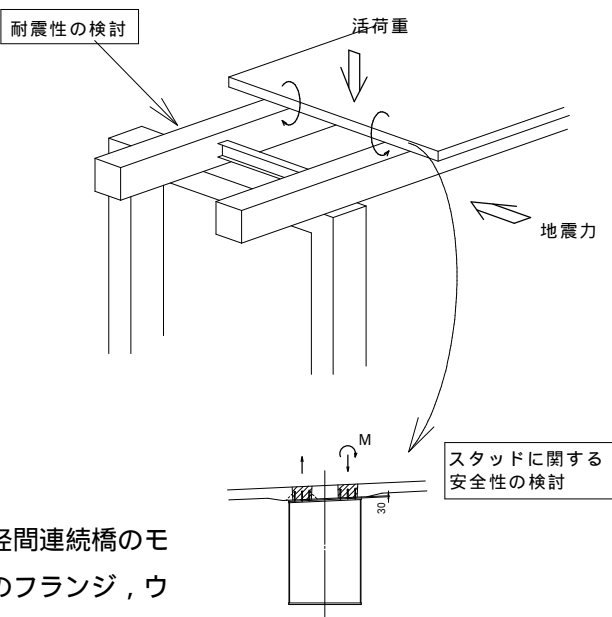


図1 検討の概念

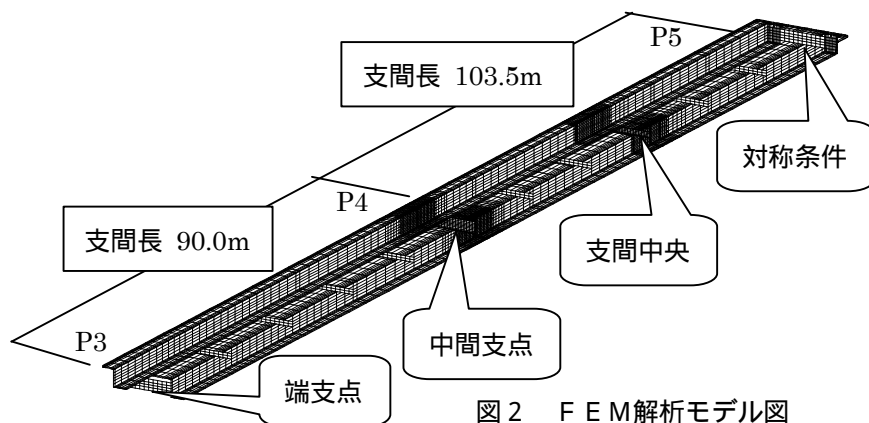


図2 FEM解析モデル図

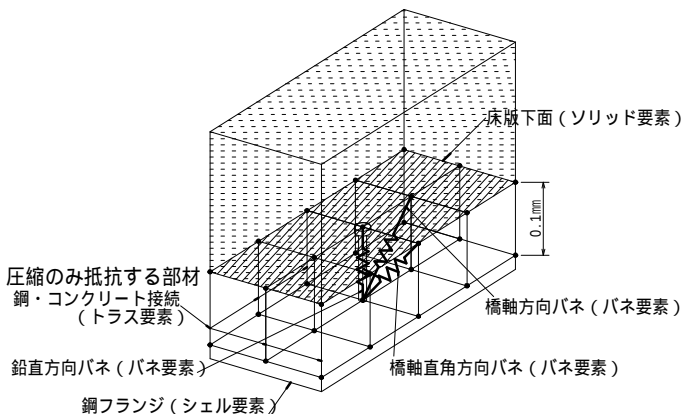


図3 スタッドのモデル化

である．これを図4に示す．着目スタッドの作用力（引張力最大）を表1に示す．着目部分で最大 29.1kN が作用する結果となった．その時の橋軸直角方向のせん断力は 2.5kN が作用している．せん断力と引張力が同時に作用した場合，耐力の低減を考慮する必要性がユーロコードや DIN では規定されている．しかしながら，今回の解析で発生する引張力が最大の場合のせん断力は十分小さい値となっており，文献 2)等によれば，引張とせん断の相互作用を考慮しても問題ないレベルであった．文献 2)のせん断と引張との相互作用を考慮した基準案を図5に示す．

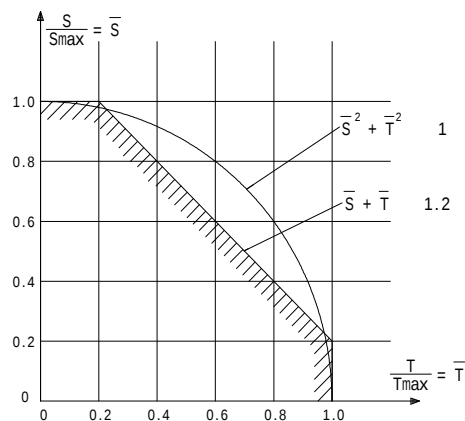


図5 せん断と引張との相関関係

2) 引張に対するスタッドの疲労

ここではスタッドの引張力について簡便な疲労照査を行うため，T 荷重を 3 倍した荷重を走行レーン位置に載荷した．スタッドに最大の引張力を与える荷重載荷状態は図4のような偏心載荷状態である．

こうして偏心載荷となるようなレーン位置に T 荷重を 3 倍した荷重を載荷した結果，スタッドの最大引張力は 5.3kN となり，振幅応力は 34.8MPa となった．JSSC の鋼構造物の疲労設計指針による強度等級では，「十字溶接継手・荷重伝達型・すみ肉及び部分溶込みすみ肉溶接」が F 等級となり，スタッドの引張に対する疲労強度がこれに相当すると考えれば，問題となるレベルではないと考える．

3) 地震荷重

地震時保有水平耐力法レベルの地震動(kh=0.50)に対して，スタッドの作用力及び支点上横桁の応力度を表2に示す．発生する作用力及び応力は降伏耐力以下となり，引張とせん断の相互作用を考慮しても問題ないレベルであった．

5. まとめ

PC プレキャスト床版と鋼桁とを接合するスタッドは，引張とせん断に関して全て負担すると仮定した条件で立体 FEM 解析を行った．実際の構造物には鋼桁と床版の間に付着が作用すると考えられるが，こうした解析を行っても PC プレキャスト床版を有する合成 2 箱桁構造の安全性について問題ないことを確認した．今後は，引張力が作用するもとのスタッドのせん断力の設計法の確立が課題となると考えられる．

〔参考文献〕

1) 小野辺良一,他：プレキャスト PC 床版用スタッドの静的強度特性に関する実験的検討 - 員弁川橋 -

(土木学会第 54 回年次学術講演会概要集，1999 年 9 月 -A156)

2) H. Bode und W. Hanenkamp; Zur Tragfähigkeit von Kopfbohlzendübel bei Zugbeanspruchung, Bauingenieur 60 (1985), pp.361-367

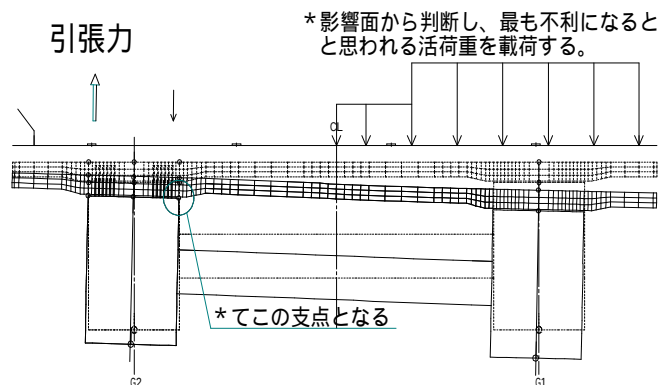


図4 スタッドの引張力作用状態

表1 着目スタッド作用力(引張力最大)
単位；kN

	解析結果	
	引張力	せん断力
着目スタッド	29.1	2.5

表2 地震時保有水平耐力法時の中間支点上横桁に作用する応力とスタッドへの作用力

	単位	解析結果	降伏耐力
支点上横桁応力度	N/mm ²	98	240
スタッドせん断力	kN	51.6	129
スタッド引張力	kN	21.6	221