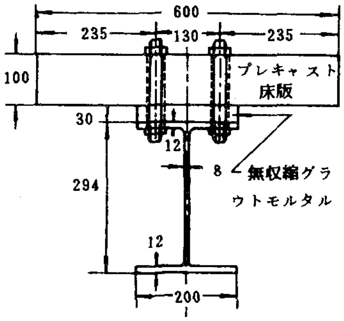
高力ボルトの緊張力による鋼主桁とコンクリート床版の合成について

九州産業大学　正会員　○山崎　竹博・宮川　邦彦
九州工業大学　正会員　　出光　隆
富士PSコンクリート（株）　正会員　村上　忠彦

1．まえがき

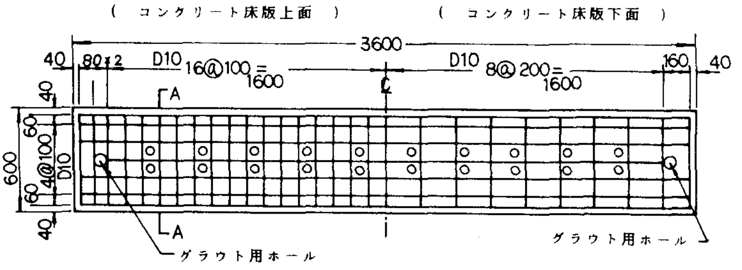
鋼主桁とコンクリート床版から成る合成桁は、一方向の曲げ荷重に対してコンクリートの圧縮特性を生かした合理的な構造部材であるが、せん断力の高い断面位置に接合面が来るためジベル等を配置してそのせん断剛性を確保しなければならず、また、主桁とコンクリート床版とをジベルで一体化するにはコンクリートの現場打設が必要となることから、高品質の床版を確保するための施工管理に特別な配慮を要する。このような問題に対し、筆者等は合成桁の床版に品質の良いプレキャストコンクリートを使用し省力化、迅速施工を図ると共に、近年の交通事情に起因する床版の損傷に対してもその部分補修や打替えが容易にできるように、高力ボルトの緊張力のみで接合した合成桁を作製した。ここでは、その接合に関する問題点ならびに静的曲げ試験結果の一部について報告する。



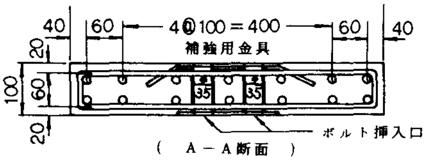
図－１　合成桁の断面寸法

2．桁の作製

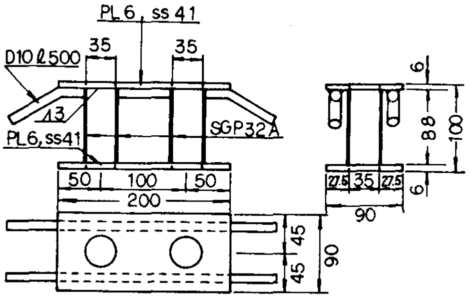
本合成桁はプレキャスト床版と鋼主桁とを高力ボルトの緊張力で接合したもので、接合面に作用するせん断力はボルトの締付けによって生じる摩擦力で保持されている。従って、床版と主桁接合面の整合性を良くすることが必要で、ここでは無収縮モルタルを両者間に注入し、その硬化を待って緊張力を導入した。導入時および曲げ試験時のモルタルおよびコンクリートの性質を表－１に示す。高力ボルトにはF１０T、M２０を使用し、１本当たりの目標緊張力を１２ｔとした。緊張力はトルクレンチの読みとボルトに貼付したひずみゲージの測定値とから確認している。桁の断面寸法を図－１に、床版の詳細を図－２に示す。ここで、ボルト周辺部のコンクリートには締め付け時に高い支圧応力が発生するため、図－２



（a）　コンクリート床版の配筋図



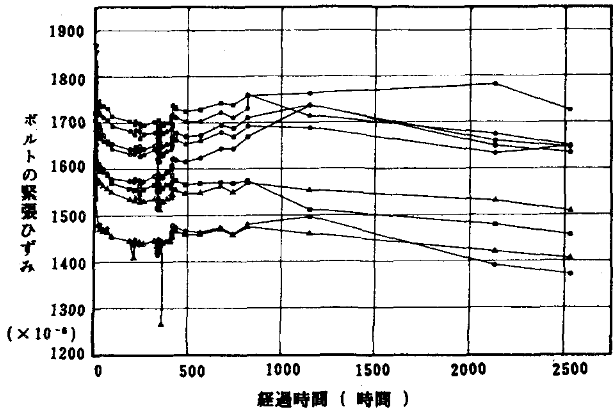
（b）　A－A断面詳細図



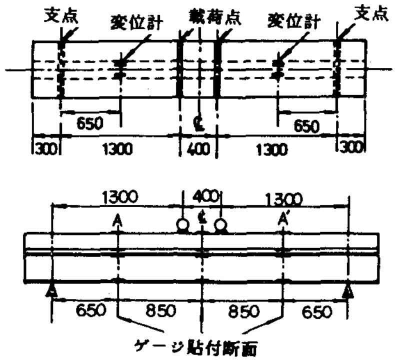
（c）　ボルト穴補強金具
図－２　合成桁床版の部分詳細図

表－１　使用コンクリート、モルタルの性質

	コンクリート	グラウトモルタル 材令２日	グラウトモルタル 材令７日
比　重	2.3	2.2	2.2
圧縮強度kgf/cm²	637以上	443	477
引張強度kgf/cm²	31.3	－	－
弾性係数kgf/cm²	3.07×10^5	2.44×10^5	2.31×10^5



図－3　ボルト緊張ひずみの経時変化

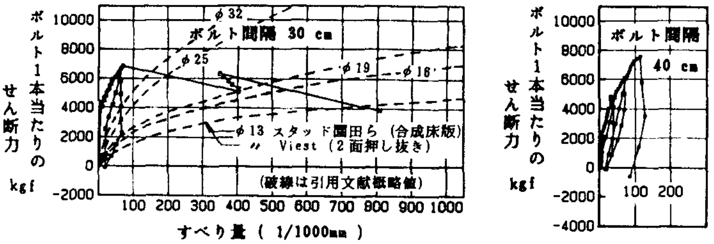


図－4　変位計ならびにワイヤーストレインゲージ貼付位置

（ｃ）に示すような補強金具を埋設し、ひび割れの防止および応力の分散を図った。

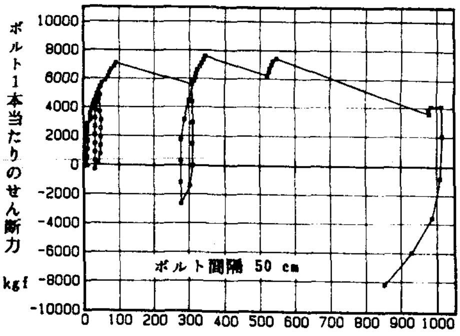
３．ボルト緊張力の経時変化

ボルトを５２００ｋｇ・ｃｍのトルクで締め付けた結果、図－３に示すように１７００μ～１８８０μの弾性ひずみが発生した。これを力に換算すれば１１.２～１２.４ｔとなる。その後桁を放置してひずみ変化を測定したところ、初期の１週間に平均１０％程度、以後徐々に３箇月で１０～１５％のひずみ低下を生じた。



４．曲げ試験結果

ボルトの緊張力低下分を再緊張して曲げ試験を実施した。主桁と床版の間のすべり量および桁の曲げひずみ分布の測定位置を図－４に示す。曲げ試験から得られたボルト１本当たりのせん断力とすべりの関係を図－５に示す。同図から、合成面での急激なすべりはボルト１本当たりのせん断力が７ｔ程度で生じること、ボルト間隔３０ｃｍの場合では４ｔ以下の繰り返しせん断力に対して残留すべりは生じないことなどが分かる。この時、ボルト１本が分担できる最大せん断力は摩擦係数を０.５８として緊張力から計算される。また、ボルト間隔が広くなるにつれて低いせん断力で徐々に残留ひずみを生じる傾向が見られるが、これらのすべり性状を図－５の破線で示すようなϕ１３ｍｍジベルを用いた園田らの合成床版、ϕ１３～ϕ３２ｍｍスタッドジベルを用いたＶｉｅｓｔの２面せん断試験結果と比較すると、実用的なすべりの範囲（.０７５ｍｍ以下）では本合成桁のせん断剛性はスタッドジベルのそれよりも大きいと考えられる。しかし、本工法による合成面のすべりは最大耐力以降急激に生じることから、スタッドジベルを用いた場合のような靭性は見られず、この点を設計時に配慮する必要があろう。この他、桁断面のひずみ分布も調べたが、すべり量０.０９ｍｍ以内ではほぼ一体桁に近い直線分布を示し、急激なすべりが発生して以降すべり面を境に不連続分布となった。桁中央部のたわみについても急激なすべりが発生するまではほぼ完全合成桁の理論値と一致する結果が得られた。以上、実験結果の概略を述べたが、緊張力の確保、急激なすべりの防止や湿潤面の摩擦性状等を今後の研究課題としたい。



図－５　ボルト１本当たりのせん断力と床版～主桁間のすべりとの関係