持続荷重を受ける合成桁－PC 桁接合部の曲げ挙動

○埼玉大学　学生会員　佐々木惇
埼玉大学　正会員　牧　剛史

1.　はじめに

現在, 鋼合成桁とプレストレストコンクリート(PC)桁を組みわせた混合桁橋は交差条件や施工条件などによって多く採用されている。そのような接合方式のひとつである鋼桁埋込み方式[1),2)]は, 鋼桁をコンクリート桁の内部に直接埋め込み，上下フランジおよびウエブに配したずれ止めで応力伝達を行う機構となっている。既往の研究[1),2)]では，1/2 スケールの試験体の載荷実験により，接合部の挙動や内部の応力状態について明らかにしている。

実際の構造物には，自重等の永続的な荷重によって接合部に曲げモーメントやせん断力が持続的に作用することが考えられるが，このような持続荷重に着目した研究は不十分であり, 未だ明らかとなっていない。そこで本研究では，鋼合成桁－PC 桁接合部に持続荷重が作用した場合の変形挙動および応力状態を明らかにすることを目的とした載荷試験を行った。

2.　混合桁試験体の持続載荷試験

2.1.　試験体の概要

既往の研究[1),2)]を参考に, 載荷装置のサイズに合わせて寸法とスタッドの配置を設計し，図-1 に示すように左側が合成桁で右側が PC 桁の試験体を 2 体作製した。合成桁の鋼桁部(SM490A)を PC 桁の内部に埋め込み，2 本の PC 鋼棒（φ17mm，SBPR 1080/1230）はコンクリート桁から接合部の端部まで延長し，合計 400kN のプレストレスを導入した。接合部にはφ13mm，高さ 60mm の頭付きスタッドを上下フランジとウエブに配置した。載荷時のコンクリートの圧縮強度は，試験体 No.1 が 49.2N/mm², 試験体 No.2 が 54.6N/mm² であった。

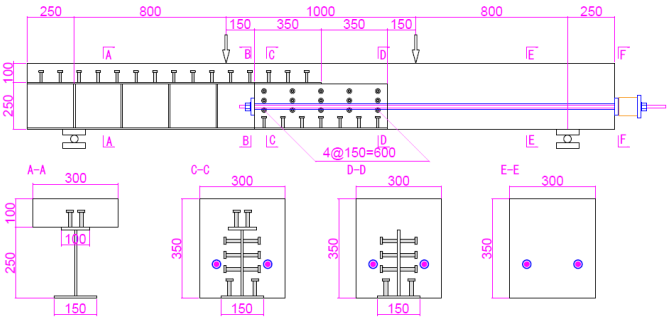

図-1 試験体寸法

2.2.　試験方法

試験は単純支持の 2 点載荷とし, 試験体 No.1 は破壊に至るまで静的載荷を行った。試験体 No.2 は設計荷重である 60kN で 13 日間，さらに 80kN に荷重を上げて 16 日間持続載荷を行った後，破壊に至るまで静的載荷を行った。設計荷重は，プレストレスによる PC 桁下縁の圧縮応力がゼロとなる荷重として設定した。

3.　試験結果

3.1.　破壊荷重と破壊形式

試験体 No.1 では 193kN で曲げ破壊となった。試験体 No.2 では持続載荷を行った後，静的載荷を行ったが 203kN で曲げ破壊となり，持続載荷による耐力への影響は見られなかった。耐力が若干増加しているのは，コンクリート材齢の違いと考えられる。

3.2.　持続載荷期間のたわみ

試験体の中央と載荷点直下の 3 点でたわみを計測し，試験体 No.2 では持続載荷期間にたわみが増加していることが図-2 から確認できる。たわみが増加した原因として考えられるのは接合部のずれ止め付近でのコンクリートのクリープ変形が考えられる。特に鋼桁側の下フランジのスタッドではプレストレスと曲げモーメントによる影響が大きく，クリープ変形もその分大きく

キーワード：混合桁，持続荷重，接合部，頭付きスタッド
連絡先：E-mail　j.sasaki.534@ms.saitama-u.ac.jp

生じると推測される。

その他の原因として，スタッド近傍コンクリートのクリープ変形の他に，圧縮側のコンクリートの圧縮クリープが考えられる。接合部の圧縮縁ひずみの計測で持続載荷期間にひずみが増大していることが確認された。つまり，この 2 つがたわみの増大に起因している。

持続載荷期間のクリープ変形への影響は鋼桁の上下フランジおよびウエブに配置されたスタッド間に貼り付けたひずみゲージの計測結果から考察を行う。

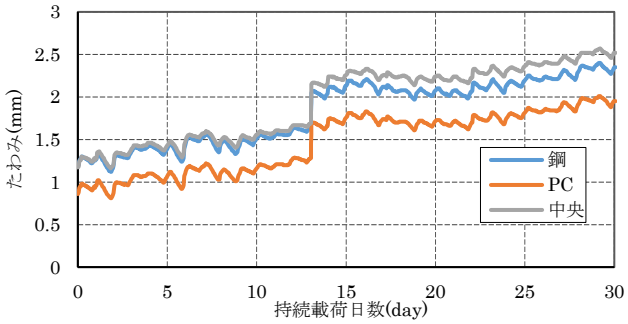

図-2 たわみの経時変化

3.3. 断面ひずみ

接合部内鋼桁の 4 断面（試験体中央から水平方向に(A) -225mm，(B) -75mm，(C) 75mm，(D) 225mm の位置）におけるひずみ分布を図-3 に示す。断面が右へ行くほど鋼桁のひずみが小さくなっており，接合部内のずれ止めによって力がコンクリートへ伝達されていることが分かる。ただし断面 C では，高さ 200mm（ウェブの上段スタッド高さ）で比較的大きな圧縮ひずみが生じており，この近傍のスタッドが相対的に大きなせん断力を伝達していることが示唆される。

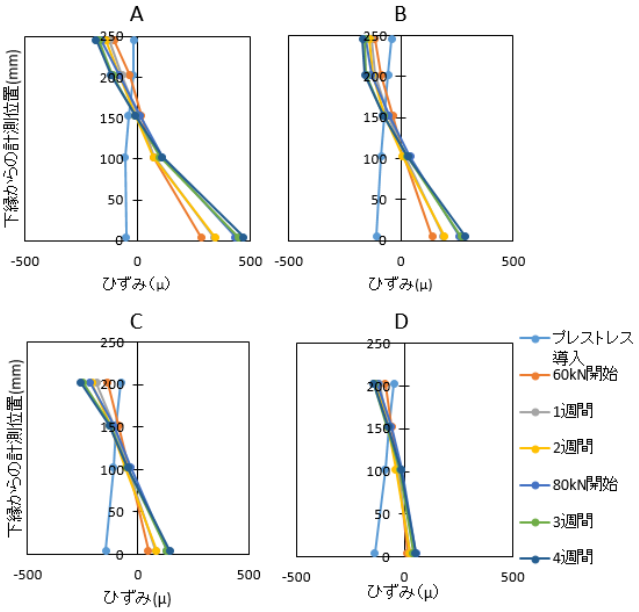

図-3 接合部断面のひずみ分布

持続載荷期間の鋼桁下フランジとコンクリートとの間（合成桁側）のずれ変位増分を図-4 に示す。このグラフから経時的にずれ変位が増大していることが確認できる。つまり，合成桁側の下フランジ付近のスタッドでずれ変位が増大していると考えられる。

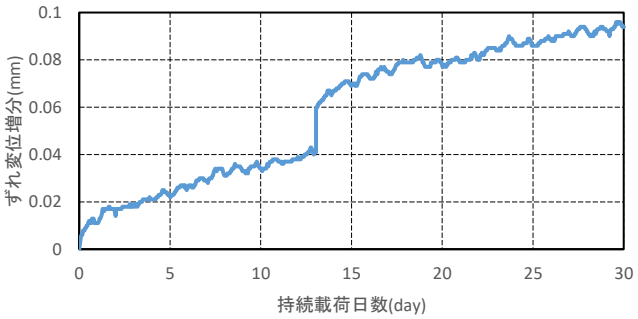

図-4 持続載荷期間の接合部合成桁側のずれ変位増分

4. 結論

本研究から以下が明らかになった。

(1) 持続荷重下において，コンクリート圧縮縁の圧縮クリープおよび接合部のスタッド近傍のコンクリートのクリープ変形がたわみの増大に起因していると考えられる。

(2) 持続載荷期間に鋼桁下フランジとコンクリートとの間（合成桁側）でずれ変位が増大しており，下フランジ付近のスタッド近傍のコンクリートがクリープ変形を生じていると考えられる。

(3) 本試験の範囲では，4 週間程度の持続載荷が耐力へ与える影響は確認されなかった。

5. 参考文献

(1) 篠崎裕生，浅井　洋，牧　剛史，睦好宏史：少数主桁形式の鋼合成桁と PC 桁のずれ止め方式による接合構造の研究，構造工学論文集，Vol.60A，pp.861-871，2013

(2) 篠崎 裕生，浅井 洋，西村 一博，春日 昭夫：鋼部材埋込み方式による合成桁－PC 桁接合構造に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.2，2011