

合成桁の極限状態に関する実験

神戸大学工学部 正員 西村 昭
兵庫県土木部 正員 梶谷義昭

1. 緒言

摩擦接合合成桁の鋼桁上フランジ継手部は、通常の継手試験のように鋼断面単独ではなく、コンクリートと協同して、主として圧縮力を受ける。本実験はこのような合成桁継手部の極限状態附近、すなわち、すべり発生附近の挙動を明らかにし、合成桁継手部の設計合理化のための資料と、あわせてスタッドジベルの分担荷重の決定法に関する資料を得ようとするものである。実験はまず、合成桁継手部分に対する供試体の圧縮応り試験により、継手部のボルト軸力を種々の値に採った場合の各部のずれを測定し、次に合成桁供試体について載荷試験を行ない、圧縮応り試験の結果との関係を検討した。また以上の点を、床板コンクリートが普通の場合(OC)と軽量の場合(LC)について比較した。

2. 継手供試体の圧縮応り試験

2.1 供試体 供試体の種類は表-1の通りで、板材質はすべてSM50A、摩擦面はショットブラストをかけた。スタッドは直径19mm、高さ10cmのものを用いた。OC、LCとも目標強度は 360 kg/cm^2 (実際の試験値はそれぞれ380、 320 kg/cm^2 であった)として、コンクリートの打設は、スタッドに対する附着の影響を少なくするため、横位置にして両面同時に施工した。

2.2 試験方法 C型供試体は継手部フランジ側面において、ダイヤルゲージを用い、標点距離を13cmとして、荷重5tごとに変位を測定した。

PO、PL型はスタッドジベル位置でのフランジとコンクリート間のずれ、ならびにPO-0、PL-0を除くはC型同様フランジ間の変位を、ダイヤルゲージを用いて測定した。載荷は容量200tの万能試験機を用いて0-9-0-9-18-9-0(t)のような繰返しを行ない、残留ずれも測定した。

2.3 試験結果とその考察 フランジ部のずれ測定結果は図-2に示す通りである。いま、同一変位量に対する荷重の差をPO-1とPO-3との間をとると、全ボルトと締付けに効果が得られ、これは鋼断面のみについての圧縮応り試験(C型)と対比される。また、同様にPO

表-1 供試体記号一覧

記号	床板	供試体	ボルト軸力*
PO-0	OC	押し板	—
PO-1	普通 コン クリート	図-1	全部 14.1t
PO-2			半数 0t
PO-3			全部 0t
PL-0	LC	押し板	—
PL-1	軽量 コン クリート	図-1	全部 14.1t
PL-2			全部 14.1t
PL-3			全部 0t
C-1.2	なし	図-1の鋼部	全部 14.1t

* FQT, W3/4φ 目標軸力 14.1t

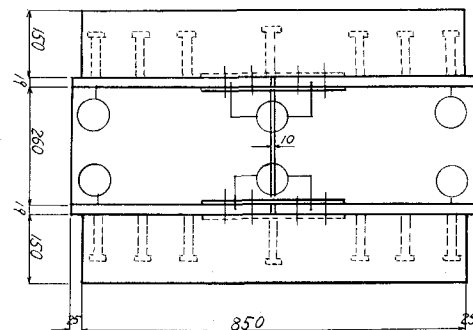
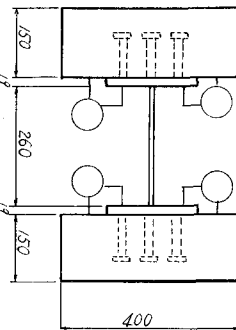


図-1. 押し板試験用供試体

-1 と P0-2 との差は、C 型でボルト半数を 0 とした場合と、PL-1 と PL-3 の差は C 型と対比される (図-3 参照)。それらの対比結果より、合成断面の一部としての摩擦接合の耐力は、鋼断面のみの場合に比して、上り発生附近でかなり上昇し、上り発生後変形の増大とともに、上り荷重よりやや低いレベルに落ち着くようである。従って、これを逆に考えれば、鋼部材摩擦接合の合成断面での上り性状は、図-3 の C 線により代表せしめることができる。しかも上り発生領域附近では充分安全側になると言うことができる。また図-2 より、LC の場合の見掛けの弾性係数の低下をあげることができる。重ね合わせが成立するとして、図-2 より継手部の荷重分担率 $R (P_c/P_0; P_c: \text{コンクリートの分担荷重}, P_0: \text{総荷重})$ を求めると、継手が上るまでは OC で $R=0.33$ 、LC で $R=0.28$ 、それ以後は P_c が増大し、OC、LC それぞれ 0.61、0.55 で破壊した。また、図-2 より、継手部の荷重すれ曲線は支圧ボルト接合的荷重すれ曲線を示し、摩擦接合のみの場合のようは明瞭な上りは発生せず、同じすれ曲めのときの P_c と比較すると LC は OC の大略 70~80% であることがわかる。

スタッドジベルの荷重すれ曲線図-4 の P0-0 型より、すれ定数 $D = \eta k / S$ (η : 一行のスタッド本数 k : コネクター係数 S : スタッド間隔) を求め、ボルト継手と同様の考え方でコンクリートの分担荷重を求めると次式のようにになる。

$$P_c = -P_0 \frac{E_c A_c}{E_c A_c + E_s A_s} \left(\frac{\sinh \lambda (l-x) + \sinh \lambda x}{\sinh \lambda l} - 1 \right) + \frac{R \cdot P_0 \cdot \sinh \lambda x}{\sinh \lambda l}$$

ここに $\lambda = \sqrt{D(E_c A_c + E_s A_s) / E_s A_s}$ $E_c A_c$

l : コンクリート端より求めようとする点までの距離

$l = 400 \text{ mm}$ (図-1 参照)

上式の計算結果は、図-5 に示している通りである。図-5 より、オ1列スタッドにかかる荷重を求めると、図-4 の計算値のようになり、よく一致する。また、図-4 よりすれ定数は LC は OC の 70~80% であることがわかる。

3. 合成桁載荷試験

3.1 供試桁 供試桁は支間 3m で、図-6 に示すように支間中央に継手を設けた。用いたボルトは F9TW 径で、目標軸力 141t とトルクレンチで導入した。

3.2 試験方法 図-6 に示すような位置にダイヤルゲージを取付け、ための、継手部すれ

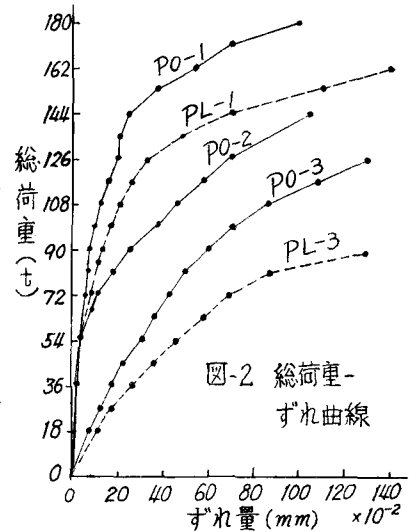


図-2 総荷重-すれ曲線

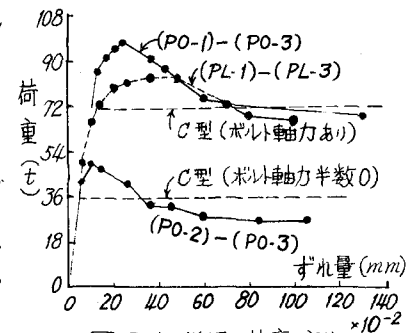


図-3 鋼断面の荷重-変位曲線

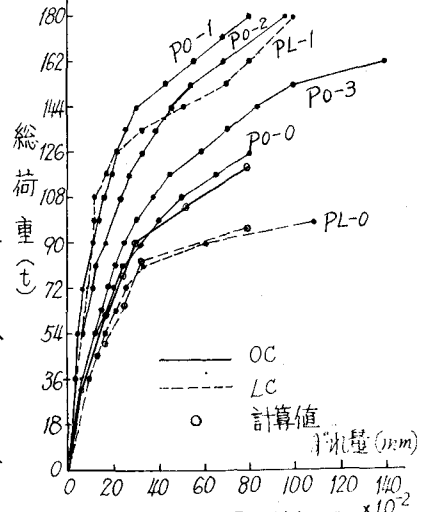


図-4 スタッド位置の荷重-すれ曲線

量を測定し、その他にスタッド位置についてすめを測定した。また図の断面A-A、B-Bですめ測定を行なった。

3.3 試験結果とその考察

支間中央での荷重たわみ曲線は図7に示す通りで、その立上り部では、OC、LCに対し、それぞれ $\eta=6$ 、 $\eta=9$ にとどき実験値よく一致した。また継手のすめ測定では上フランジ継手では生じず、下フランジ継手で2回の大きな上りが生じ、その間たわみの変化は図7に示す通りである。結局合成桁の継手部の回転状況は図8に示すように

る。回転角 $\theta=9/16$ は合成桁では鋼桁のみの場合に対し、半分程度に減少すると思われる。

また上り荷重と破壊荷重の比は本実験の場合OCで1:1.66、LCで1:1.33となった。上り発生

時の曲率と破壊時の曲率の比はOCで1:6.5、LCで1:4.6程度となり、

コンクリート強度の影響を考えると、LC合成桁はOC合成桁に比し、耐力は劣るということがでる。²⁾

4. 主な結論

- 1) 鋼継手とコンクリートが合成された場合のP- δ 関係は、重ね合わせが成立するものとして求めればよい。
- 2) 同じ断面形状の場合、すめ定数はLCの場合、OCの70~80%程度である。
- 3) 合成桁継手部では、図2のように、上フランジで継手部には上りが生じず、支圧接合的挙動を示すが、鋼継手分担荷重から見ると図3のように摩擦接合的である。
- 4) スタッドジベルの分担荷重はボルト継手と同様にして求めても大きな誤差がない。
- 5) 伏試桁試験より、荷重たわみ関係は図7のようになり、上り荷重はLC、OCほとんど差がなく、立上り部の傾斜に対する η 値はLC、OCそれぞれ6、9となった。また破壊荷重と上り荷重の比はOC、LCに対し、それぞれ1.66、1.33となった。

参考文献

- 1) 西村他：ボルト締め直しによる継手の耐力変化，土木学会誌，オ52巻，9号，PP. 26~33，昭和42年9月
- 2) 橋他3名：軽量コンクリートを用いた合成桁の実験，土木学会誌，オ51巻，11号，PP. 43~50，昭和41年11月

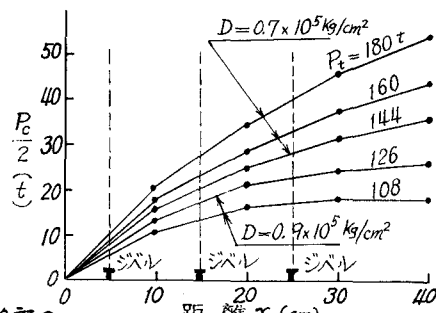


図-5 普通コンクリート分担力

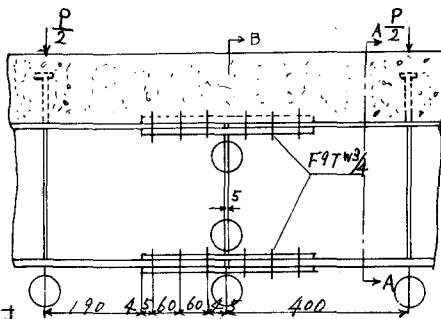
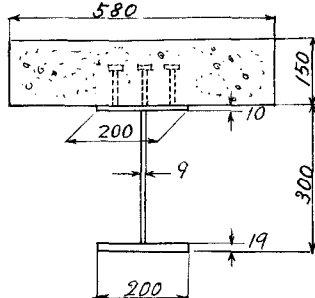


図-6 継手部および断面



断面 A-A

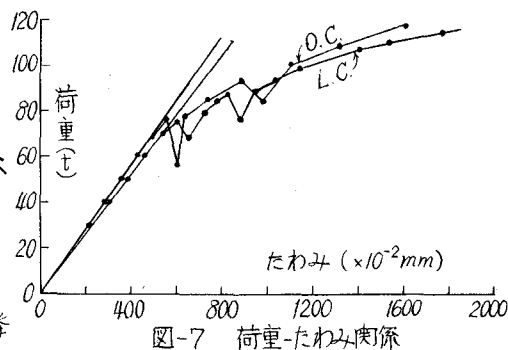


図-7 荷重-たわみ関係



図-8 合成桁面転状況