

孔あき鋼板ジベルを用いた合成桁の曲げ実験

広島大学 学生会員 ○藤村 伸智

広島大学 正会員 藤井 堅

大日本コンサルタント 正会員 有吉 孝文

1. 研究背景

現在、鋼・コンクリート合成構造ではスタッドジベルが多用されているが、このスタッドに代わるジベルとして孔あき鋼板ジベルが注目されている。しかし、このジベルについては、まだ押抜きせん断試験による基礎的研究がほとんどで、押抜きせん断試験から得られたずれ特性と合成桁のずれ特性との対応といった面では十分に検討されていない。そこで、本研究では、孔あき鋼板ジベルを有する合成桁の曲げ試験を行い、押抜きせん断試験結果とのずれ特性の対応関係を調べた。

2. 実験方法

Fig.1 に示す押抜き供試体を 500tf 耐圧試験機を用いて載荷した。測定項目はコンクリートと鋼の相対ずれ、ジベル端部、孔周辺、孔内貫通鉄筋のひずみで、荷重 1t ごとに測定した。Fig.2 に示す合成桁は 50tf の油圧式アクチュエーターを用いて変位制御で載荷した。測定項目は、ジベル孔周辺、孔内貫通鉄筋、鋼およびコンクリート表面のひずみと合成桁のたわみ、コンクリートと鋼の相対ずれである。

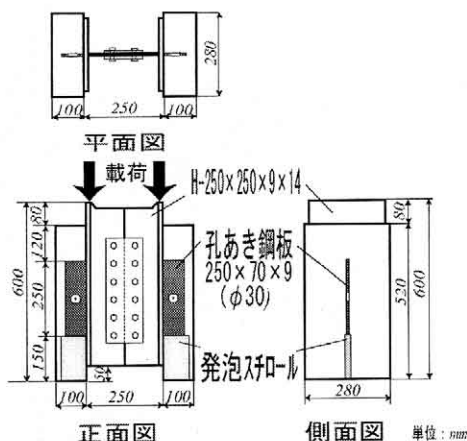


Fig. 1 押抜き供試体概要 (Type-A)

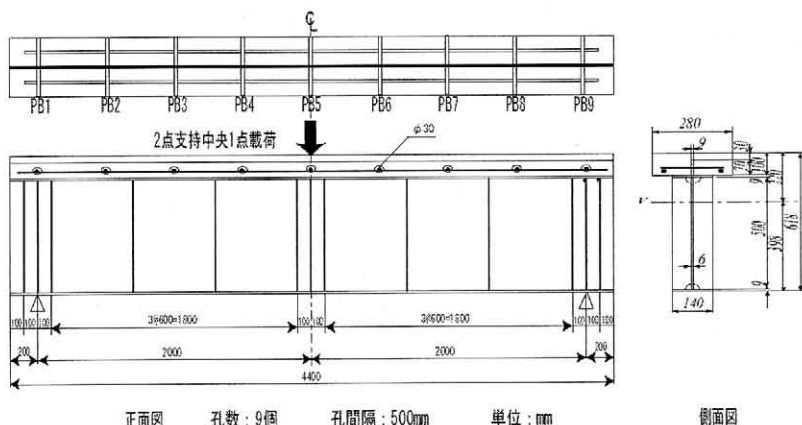


Fig. 2 合成桁の供試体概要 (Type-E)

3. 結果と考察

Fig.3 に荷重-たわみ曲線を示す. この図に示す不完全合成桁の弾性挙動を, 合成率の概念を導入して検討した. いま, 不完全合成桁に作用する荷重 P に対して, 完全合成桁として受け持つ荷重 P' と重ね梁として受け持つ荷重 P_i の 2 つの分担力で受け持つと仮定すると, これらの荷重分担率 (P'/P , P_i/P) とたわみの適合条件より, 不完全合成桁のひずみ等を評価できると考えた. ここでは, 完全合成桁と重ね梁の剛性をそれぞれ $E'T$, E_iL とし, 本実験で用いた合成桁の弾性域での初期剛性 EI を, $E'T$, E_iL を用いて式(1)のように表す.

$$EI = \alpha E'I' + (1 - \alpha)E_0I_0 \quad (1)$$

ここでは、 α を合成率と呼ぶことにする。また、重ね梁と完全合成梁の剛性の比を β とし、ここでは剛性比と呼ぶことにする。すなわち $\beta = E_1 I_1 / E' I'$ となり、剛性比 β は合成桁断面が決まれば一意的に決まる値である。たわみの適合条件から、 α 、 β を用いて荷重分担率は式(2)(3)のように表せる。

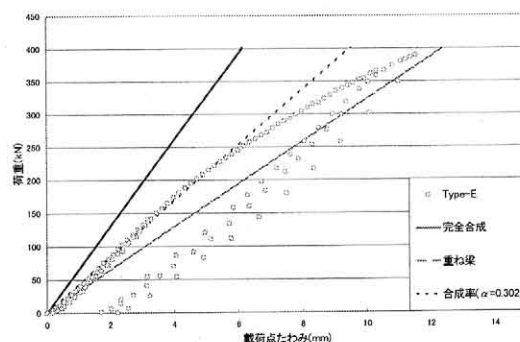


Fig. 3 荷重—たわみ曲線

キーワード 孔あき鋼板ジベル, 合成率, 不完全合成桁
連絡先 (東広島市鏡山1-4-1 TEL, FAX 0824-24-7792)

$$\frac{P'}{P} = \frac{\alpha}{\alpha + (1-\alpha)\beta} \quad (2)$$

$$\frac{P_i}{P} = \frac{(1-\alpha)\beta}{\alpha + (1-\alpha)\beta} \quad (3)$$

本実験の合成桁が完全合成桁と仮定すると、その曲げ剛性は $E'I = 8.71 \times 10^4 (\text{kNm}^2)$ となり、重ね梁と仮定した時の曲げ剛性は $E'I_1 = 4.71 \times 10^4 (\text{kNm}^2)$ となる。また、Fig.3 の荷重—たわみ曲線より、本実験で用いた合成桁の初期剛性は $EI = 5.64 \times 10^4 (\text{kNm}^2)$ となる。よって、剛性比 $\beta = 0.495$ 、また、式(1)より合成率 $\alpha = 0.302$ となる。これらの値から完全合成桁としての荷重分担率は $P'/P = 0.465$ となり、重ね梁としての荷重分担率は $P_i/P = 0.535$ となる。

Fig.4 に PB3 断面(Fig.2 参照)におけるひずみ分布を示す。荷重 390kN における実験から得られたひずみ分布は合成率を考慮したひずみ分布と概ね一致しており、合成率を用いて不完全合成桁の挙動の把握が可能であると考えられる。

Fig.5 に孔 1 個当りのせん断力—相対ずれ関係を示す。押抜きせん断試験では最高荷重付近までずれが現れず、急激にずれが現れるのに対して、合成桁の曲げ試験においては、押抜きせん断試験の約半分の荷重からずれが現れ、荷重とともに徐々にずれが増加していくことがわかる。また、Fig.6 の a) に押抜き、b) に合成桁の孔内貫通鉄筋ひずみ分布を示す。荷重には孔 1 個当りのせん断力を用いている。Fig.5, Fig.6 から、ずれの発生に対応して孔内貫通鉄筋のひずみは増加するが、ずれの発生荷重およびその後の挙動には大きな違いがあることがわかる。従って、押抜きせん断試験から得られるずれ挙動は、合成桁におけるずれ挙動と直接的対応は無いといえる。上記のことは、押抜きせん断試験における荷重と合成桁におけるずれ力に対応していないことに起因すると考えられる。合成桁におけるずれ力(水平せん断力)は、合成桁の孔中心面に作用するせん断力を完全合成桁と仮定しては理論より算出している。

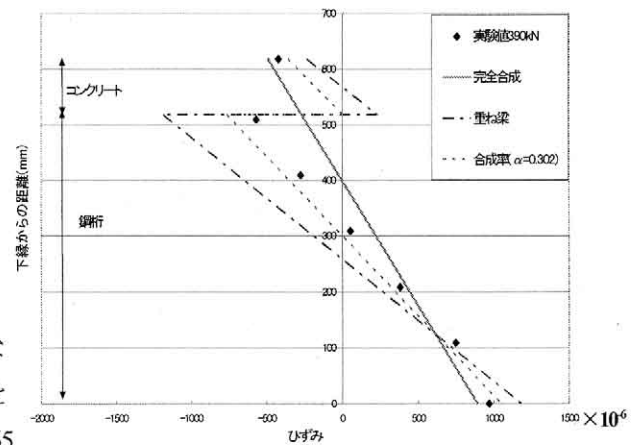
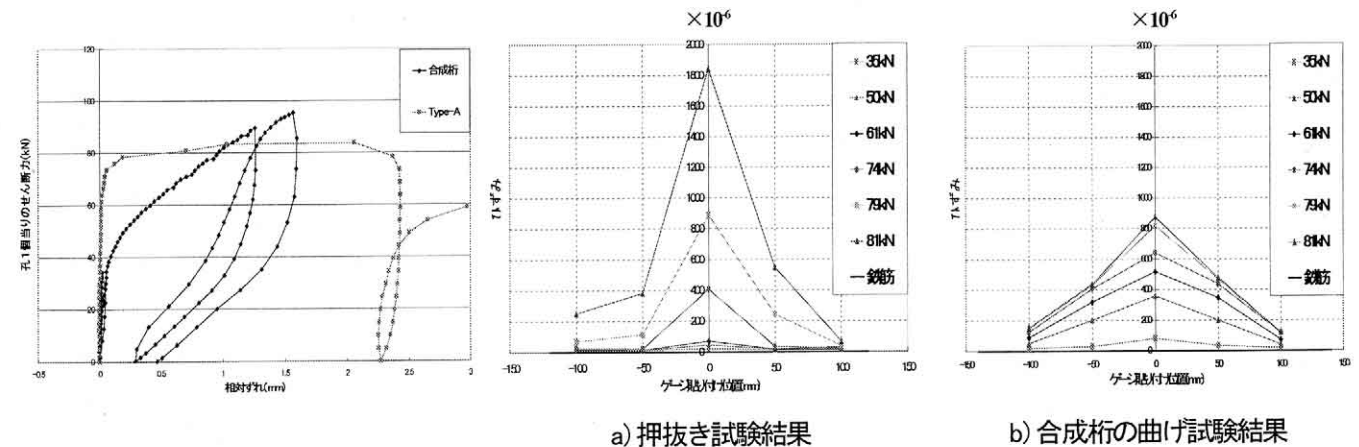


Fig. 4 PB3 断面の曲げひずみ分布



a) 押抜き試験結果

b) 合成桁の曲げ試験結果

Fig. 5 孔 1 個当りのせん断力—相対ずれ関係

Fig. 6 孔内貫通鉄筋のひずみ分布

4. 結論

- 1) 合成率の概念を導入することにより、不完全合成桁における曲げひずみ分布等を評価できる。
- 2) 荷重—ずれ関係におけるずれの発生荷重およびその後の挙動には、押抜きせん断試験と合成桁の曲げ試験で大きな違いがみられ、押抜きせん断試験のずれ挙動は、合成桁のずれ挙動と直接的には対応しない。

参考文献 1) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押し抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，平成 8 年 11 月。
2) Leonhardt, F. et al: Neues vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 12/1987. 3) 藤井堅，西土隆幸，有吉孝文：押し抜きせん断試験による孔あき鋼板ジベルのずれ特性，鋼構造年次論文報告集，第 7 巻，P225～233，1999.11