

I - A216 ボルト・接着剤併用せん断継手の設計への適用試案

石川島播磨重工業	正会員	杉崎 守
建設技術研究所	正会員	中林 秀夫
石川島播磨重工業		松本 千明
法政大学工学部	フェロー	山下 清明

1. まえがき

合成桁におけるプレキャスト床版と鋼桁上フランジの接合に、高力ボルトと接着剤を併用するせん断継手を適用するための基礎実験が、せん断接合部をモデル化した供試体について、接着方法、接着面積、締付ボルト2本の間隔及び締付力を変化させて行われ、そのせん断面の破壊応力と締付応力の関係、せん断破面の性状などが、別報の「ボルト・接着剤併用せん断継手に関する実験」¹⁾で報告されている。

その結果、接着面の締付応力と破壊せん断応力はほぼ線形的な関係があること、ボルト間隔、接着面積の変化により多少強度特性が変わることが明らかにされた (Fig.1)。全データについての回帰直線を求めると図中の直線となる。これより、せん断面の締付応力の増加に伴い破壊時せん断応力が増加すること、締付応力がない場合も一定のせん断強度が期待できることがわかる。

プレキャストコンクリート版をボルトで締め接着剤を使用した合成桁は、鉄道橋で30年余の実績があるが、そこでは版と鋼桁上フランジのなじみを取るために接着剤が使用され、せん断耐力を期待してはいない²⁾。ここでは、前記実験結果を踏まえ、接着面のせん断強度を考慮したせん断継手の設計試案を示す。

2. 変形特性

前記実験は、接着面を構成するコンクリートブロックと鋼板の、鋼板側に一定速度で変位を与えているが、その時の作用荷重とコンクリートと鋼板のずれ量の関係の一例を Fig.2 に示す。計測位置の相違により若干異なるが、荷重とずれの関係は作用荷重のほとんどの範囲でほぼ直線的であると言える。接着せん断面の破壊時の最大相対ずれ量は0.2mm程度となった。

最大作用力が達成される接着面での破断後、供試体の最終的な破壊となる締付ボルト破断まで変位の増加を継続した。作用荷重及びコンクリート上端部と鋼板間のずれ量の変化を、時系列で Fig.3 に示す。せん断面の破壊時にずれ変形が大きく進行して作用荷重が低下するものの、以後、ずれ変形が進行するに従って作用荷重が漸次増大する。鋼板とコンクリートを締付けているボルトの破断に近づくとき変形、作用荷重とも増加し、最終的には2本のボルトが順次せん断破壊して供試体が分離した。ボルト破断時の作用力は、ボルト軸部の材料強度から推定されるせん断強度にほぼ一致していた。

今回の実験は変位速度を制御して作用力を発生しているため、せん断面の破壊時に作用荷重が低下する現象を見ることができたといえる。通常行われる荷重制御の下での実験状況ではこれと異なった現象となり、作用力の変化は直接ボルトのせん断破断時の荷重強度に到る形となろう。

3. 設計試案

最大荷重を達成した後の変形状が極めて脆性的であることより、接着剤の接着能力のみで継手を設計することは避けた方がよいと考えられる。このような接合方法を実用化するためには、仮に設計作用力を大きく超える

継手、合成桁、接着剤、ボルト

〒135 東京都江東区毛利一丁目19番10号 IHI 江東事務所 TEL 03-3846-3153 FAX 03-3846-3345

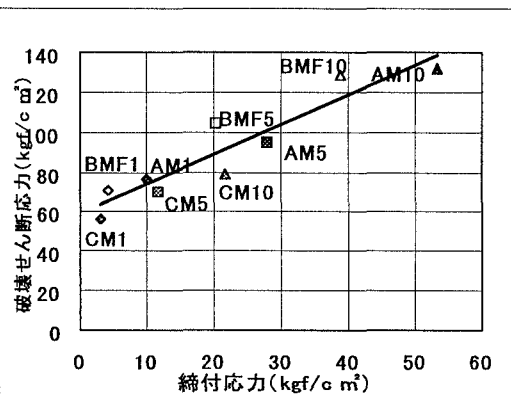


Fig.1 破壊せん断応力と締付応力の関係

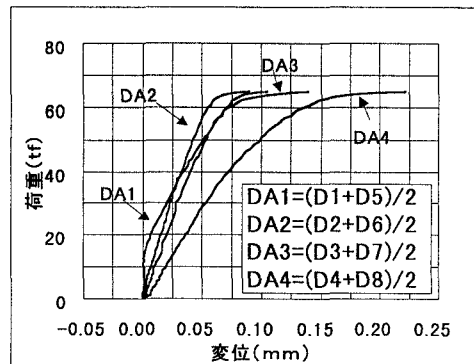


Fig.2 荷重-ずれ曲線の関係 BMF5-3

作用力で接着面が剥離した場合でも、最終的な崩壊に対して、高力ボルトで抵抗する方策が必要であろう。たとえば、Fig.3 から予測すると、荷重制御の下での接合部の平均せん断応力—ずれ関係の概念図はFig.4 の実線のようにになると考えられるが、破線に近い状況となるように、締付ボルトの本数

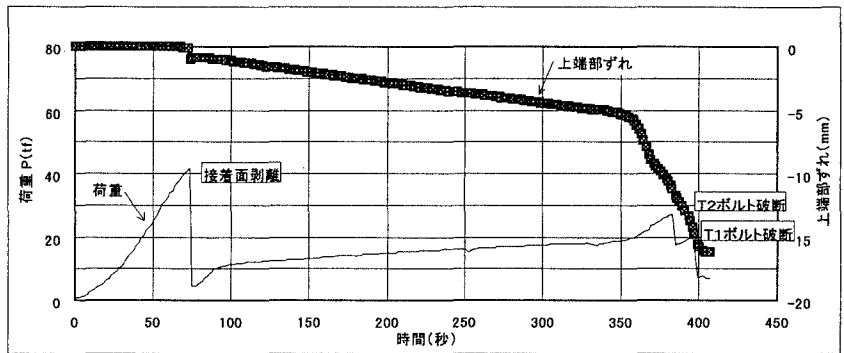


Fig.3 ボルト・接着剤併用継手試験 時系列変化 BMF1-2

（断面積）を選定することができる。今回の実験時の使用ボルトはM16であったが、M22を使用することによりこのような状況に近づけることは可能である。

このとき次のような設計方法が考えられる。

- ・常時荷重に対しては接着面のせん断強度で対応することとし、実験より得られる破壊せん断応力—締付応力の関係から、常時荷重に対する安全率を介して所要接着面積と締付応力を判断する。
- ・常時荷重を大きく超える作用力に対しては、万一接着面の破壊後大きくずれ変形が発生した後も一定の耐力をボルト軸部のせん断強度で保持できるように、ボルト材質に対して安全率を定めボルト本数を選定する。

4. 試験設計

上記試案に基づき、ある一般的な条件下での合成桁にボルト・接着剤併用継手での設計を考え、従来のスタッド継手との双方について単位長さあたりでの試験設計を行った。

設計水平せん断力を 36.6tf/m とする。床版厚 210mm、鋼桁上フランジ幅 240mm、使用スタッド 22mm 径/15cm 高とすると、スタッドの許容せん断力は 2.5tf/本となり、1 列当たり 3 本使用とすると、7 列、計 21 本/m の使用となる。

一方、使用高力ボルトを M22、せん断応力と締付応力の関係式を、 $\tau=1.49\sigma+58.5$ とし、他の条件は同じとするとボルト・接着剤併用せん断継手の設計は次のようになる。

設計せん断応力は上フランジでの接着面積で設計水平せん断力を除し 15.3kgf/cm²、接着に関する安全率を例えば 5 とすると必要接着面せん断応力は 76.5kgf/cm²、必要接着面締付応力は関係式より逆算して 12.1kgf/cm²、必要締付合力は 29.0tf/m となる。

ボルト軸部で保持するせん断力に関する安全率を 3 とすると、ボルトで抵抗すべきせん断力の合力は 109.8tf/m、M22 のボルト軸部せん断耐力を 20.9tf/本とすると必要ボルト本数は偶数本として 6 本/m となり、スタッド本数の 3 割以下となった。また、必要ボルト締付力はクリープによる減少の後 4.8tf/本を期待することになる。

5. まとめ

モデル化した供試体に対する実験結果を踏まえた設計試案を示し、従来のスタッド継手と比較のために、仮定した安全率の下で試験設計を試みた。その結果、従来のスタッドより大きな強度を容易に達成できること、使用ボルト本数はスタッドの本数より著しく少なくて済むことがわかった。しかし、継手設計への具体的適用にあたっては、その疲労強度、耐久性等を明らかにする必要がある、またボルト間隔に関する検討も今後の問題として残された。尚、本実験において多大な御協力を頂いた法政大学土木工学科の杉田宏樹氏、西村友徳氏、入羽武虎氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1)中林、山下、田島 ボルト・接着剤併用せん断継手に関する実験
土木学会第 52 回年次学術講演会概要集 1997
- 2)中野、大槻、渡辺、社方 プレキャストスラブ合成桁 構造物設計資料 No.40 1974

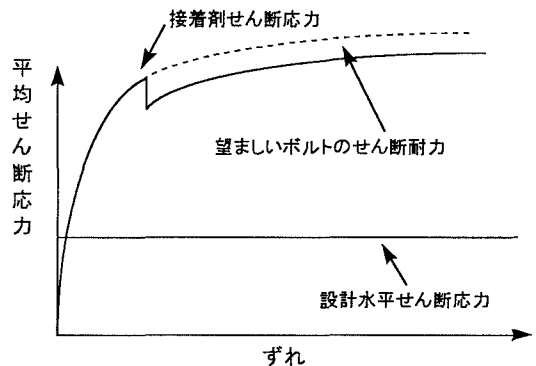


Fig.4 平均せん断応力—ずれ曲線の概念図