

## 高強度コンクリートと鋼桁を孔あき鋼板ジベルで接合した合成桁の載荷実験

鹿島建設株式会社 正会員 ○浅沼大寿 平 陽兵 樽谷早智子  
正会員 本田智昭 一宮利通 古市耕輔

### 1. はじめに

コンクリートと鋼による複合構造は、部材断面の縮小化による施工の合理化や過密配筋の解消による品質向上の目的で用いられる。コンクリートに圧縮強度  $100\text{N/mm}^2$  を超える高強度コンクリートを用いることで、さらなる断面の縮小化や耐力の向上が期待できる。複合構造では、コンクリートと鋼の一体化のためにずれ止めが用いられるが、筆者らは孔あき鋼板ジベル（以下、PBL）について検討を進めている。複合構造標準示方書<sup>1)</sup>におけるPBLの耐力算定式（以下、示方書式）は、コンクリート強度が普通強度領域の実験結果の回帰により導出された式であり、またコンクリート強度に比例した式であることから、高強度コンクリートへの適用には課題があると考えられる。そこで、高強度コンクリートと鋼桁をPBLで接合した合成桁の載荷実験を実施し、PBLの耐力を確認した。

### 2. 試験体

試験体は、PBLの孔数が異なる2体とした。試験体形状を図-1に示す。試験体は、2体ともに、厚さ  $250\text{mm}$  × 幅  $600\text{mm}$  のコンクリート部と  $\text{H-588} \times 300 \times 12 \times 20$  の鋼桁をPBLで接合した合成桁である。せん断スパン長は  $1800\text{mm}$ 、支間長は  $3600\text{mm}$ 、試験体全長は  $4000\text{mm}$  とした。使用材料の強度試験結果を表-1に示す。

PBLは、2体とも鋼板厚  $12\text{mm}$ 、鋼板高  $100\text{mm}$ 、孔径  $50\text{mm}$  で同じであるが、試験体 NO.1 では  $180\text{mm}$  の間隔で孔を配置し、試験体 NO.2 では  $90\text{mm}$  の間隔で孔を配置した。その結果、せん断スパン中に配置される孔数は、試験体 NO.1 で 10 個、試験体 NO.2 で 20 個である。孔内に貫通鉄筋は配置していない。

試験体は、曲げ降伏の前に接合面に作用する水平せん断力によって孔内のコンクリートがせん断破壊して PBL が破壊するよう設計した。孔あき鋼板の孔内部を除く鋼板および鋼桁とコンクリートの接触部は、グリスを塗布して鋼とコンクリートの付着を除去した。コンクリート部内には主鉄筋  $\text{D16}$  を配置し、加えて PBL の孔と同じ間隔でせん断補強筋  $\text{D16}$  を配置した。

### 3. 載荷実験

載荷方法は、単純支持、1点載荷の単調載荷とした。実験時の載荷荷重と中央鉛直変位の関係を図-2に、載荷荷重と接合面のずれ変位の関係を図-3に示す。試験体 NO.1 では載荷荷重  $1840\text{kN}$ 、試験体 NO.2 では載荷荷重  $2282\text{kN}$  でずれが急増するとともに荷重が低下しており、この時点でPBLが破壊に至ったと考えられる。2体の荷重と中央鉛直

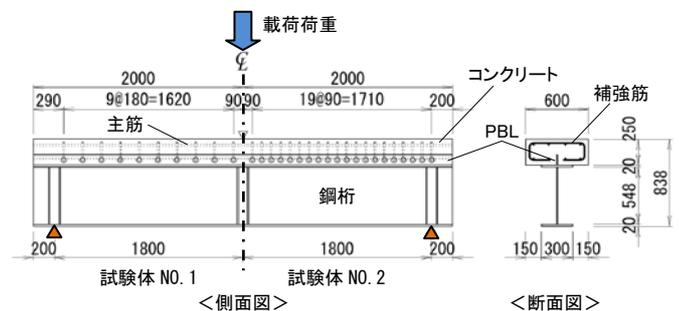


図-1 試験体形状、載荷条件

表-1 材料試験結果

試験体 NO.1	コンクリート (現場封緘)	圧縮強度	146.3 $\text{N/mm}^2$
		弾性係数	43.9 $\text{kN/mm}^2$
試験体 NO.1	鋼桁	引張強度	6.70 $\text{N/mm}^2$
		降伏強度	290 $\text{N/mm}^2$
試験体 NO.2	PBL	降伏強度	277 $\text{N/mm}^2$
		コンクリート (現場封緘)	圧縮強度
試験体 NO.2	コンクリート (現場封緘)	弾性係数	41.5 $\text{kN/mm}^2$
		引張強度	5.11 $\text{N/mm}^2$
試験体 NO.2	鋼桁	降伏強度	338 $\text{N/mm}^2$
		PBL	降伏強度

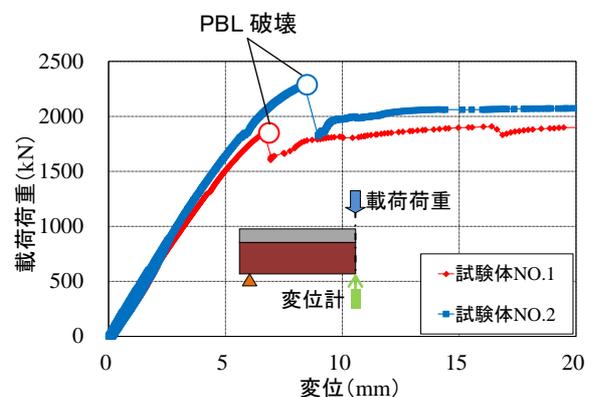


図-2 載荷荷重と中央変位の関係

キーワード 合成構造、ずれ止め、孔あき鋼板ジベル、PBL

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設 (株) 技術研究所 土木構造グループ TEL 042-489-6726

変位の関係を比較すると、孔数の多い試験体 NO.2 の方が剛性が高く、PBL 破壊時の荷重が大きい。これは、孔数が多いことでコンクリートと鋼の一体性が増したためであると考えられる。

4. PBL のせん断耐力

PBL 破壊時における支間中央の断面のひずみ分布を図-4 に示す。せん断スパンにおける水平せん断力は、支間中央のコンクリート部が負担する圧縮力あるいは鋼桁が負担する引張力に等しい。そこで、図-4 中の鋼桁のひずみ分布から PBL 破壊時に接合面に作用していた水平せん断力を算出した。

ここでは、孔それぞれの負担割合が明らかでないことから、ジベル破壊時に接合面全体に作用していた水平せん断力を孔数で除した値を PBL1 孔当たりのせん断耐力として扱う。

接合面全体のせん断耐力と PBL1 孔当たりのせん断耐力を表-2 に示す。表には、示方書式による計算値も示した。適用範囲外である高強度コンクリートの計算値に対して、今回の実験結果は著しく小さい。

2 体を比較すると、接合面全体としては孔数の多い試験体 NO.2 の方が PBL 破壊時に作用した水平せん断力が大きいものの、PBL1 孔当たりのせん断耐力は試験体 NO.2 の方が小さい。既往の研究では、PBL のせん断耐力について、孔内のコンクリートに作用する拘束圧の影響が大きいとされている<sup>2)</sup>。周囲のコンクリートが変形することにより孔内のコンクリートに拘束圧が作用するもので、拘束圧の大きさにはコンクリートの形状や補強筋量が影響すると考えられる。本実験の場合、試験体 NO.1 では PBL1 孔は軸方向に 180mm 分のコンクリートにより拘束されており、試験体 NO.2 では軸方向に 90mm 分のコンクリートにより拘束されていると考えることができる (図-5)。そのため、PBL1 孔当たりのせん断耐力は試験体 NO.1 の方が大きくなったと考えられる。

5. まとめ

高強度コンクリートと鋼桁を PBL で接合した合成桁の載荷実験を実施し、高強度コンクリートを用いた PBL の部材中における耐力を確認した。また、1 孔に対する拘束が小さいほど PBL1 孔当たりの耐力が小さくなることを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会：複合構造標準示方書，2009
- 2) 藤井ら：孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動とコンクリート拘束因子，土木学会論文集 A，Vol.64，No.2，2008 年 6 月

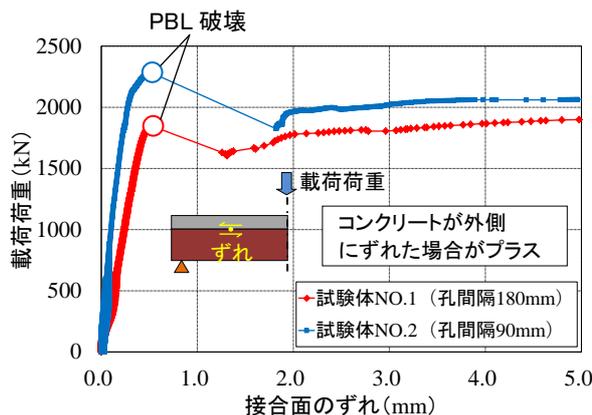


図-3 載荷荷重と接合面のずれの関係

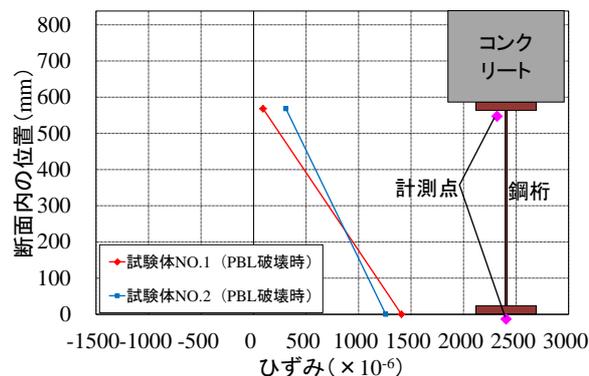


図-4 支間中央のひずみ分布

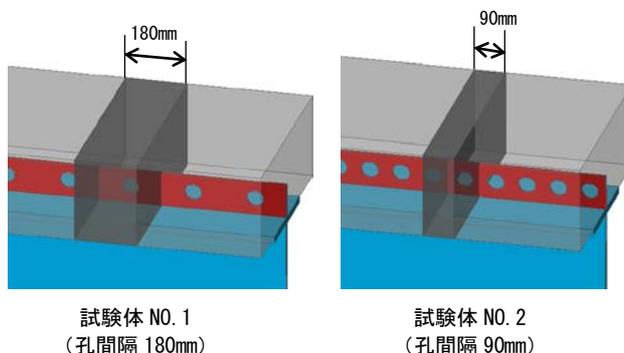


図-5 1 孔当たりの拘束範囲のイメージ

表-2 PBL のせん断耐力

	孔数 個 /せん断 スパン	実験値		示方書式 <sup>※</sup>
		kN /せん断 スパン	kN/孔	kN/孔
試験体 NO.1	10	1933	193	568
試験体 NO.2	20	2274	114	515

※ $V_{psud} = (4.31 \times \pi \times d^2 / 4 \times (t/d)^{0.5} \times f'_{cd} - 39.0 \times 10^3) / \gamma_b$   
 ここでは、 $\gamma_b = 1.0$  として算出した。