

孔あき鋼板ジベルのせん断力-ずれ変位関係に粗骨材が及ぼす影響

法政大学 学生会員 ○真部洋大, 法政大学 正会員 藤山知加子
(株)IHI 正会員 塩永亮介, (株)IHI 正会員 木作友亮

1. 目的及び背景

孔あき鋼板ジベル（以下、PBL と記す.）の貫通孔周辺に存在する粗骨材に着目し、その粗骨材が PBL のせん断力-ずれ変位関係に与える影響¹⁾の解明を本稿の目的とする。

2. 研究方法

はじめに、既往の普通コンクリートを用いた PBL の一枚板押抜きせん断実験²⁾を 3 次元 FE 解析で再現し、PBL のせん断力-ずれに伴う破壊形態を調べた。解析には、非線形有限要素解析ソフト COM-3D を用いた。次に、粗骨材の影響を検討するため、新たに粗骨材位置をパラメータとした解析を実施し、PBL 一枚板押抜きせん断実験により検証を行った。

3. 再現解析

再現解析に用いたモデルを図-1 に、その解析で得られたせん断力-ずれ変位関係を、複合構造標準示方書式とともに図-2 に示す。初期剛性に関しては、示方書式と解析結果とは良く整合しているが、ポストピーク挙動は大きく異なっていた。また、示方書式では、ずれ変位の増加とともにせん断力の増加が見られたが、解析では、最初のピーク値 77kN 後にせん断力が急激に減少した。このように、示方書式と解析で挙動が異なることから、解析での破壊形態について分析を行った。

図-3 に、ずれ変位 0.3mm 時の ZC1 断面の X 軸方向ひずみ分布を示す。貫通孔内に着目すると、貫通孔内の中央部分 2 箇所にはひずみの集中が見られた。これは、貫通孔内上面のコンクリートが鋼板から圧縮力を受けることで、貫通孔内中央部分のコンクリートに X 軸方向の押し広げ力が働いているためと考えられる。また、PBL のせん断面上部にもひずみの集中が顕著に見られ、二面せん断破壊が起こったと推察された。これは、実験で見られた最終破壊形態と類似していた。

4. 粗骨材に着目した解析的検討

次に、実験と解析結果でポストピーク挙動が異なる要因として粗骨材に着目し、均質なコンクリート要素ではなくモルタルと粗骨材に見立てた 2 種類要素を用い、PBL の貫通孔周辺に粗骨材を模擬した要素を配置した解析を行った。図-4 に、粗骨材配置状況を示す。粗骨材の材料特性は、実際の粗骨材と同等の弾性体（表-1）とし、最大寸法 20mm に合わせ扇状形のソリッド要素で表現した。

図-5 に、せん断力-ずれ変位関係を示す。粗骨材を一つだけ配置した A-1 の最大せん断力は約 100kN であり、粗骨材を配置しない場合の 77kN（図-2）と比べ大きな値を示した。これは、貫通孔せん断面に配置された粗骨

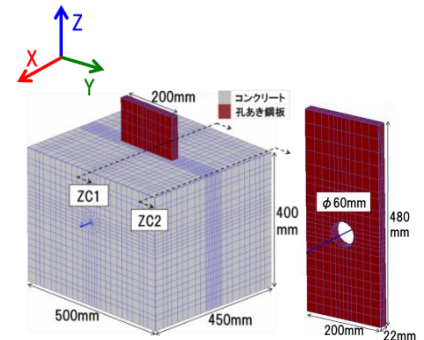


図-1 解析モデル

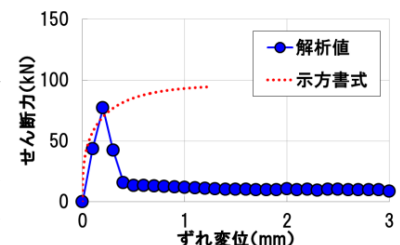


図-2 せん断力-ずれ変位

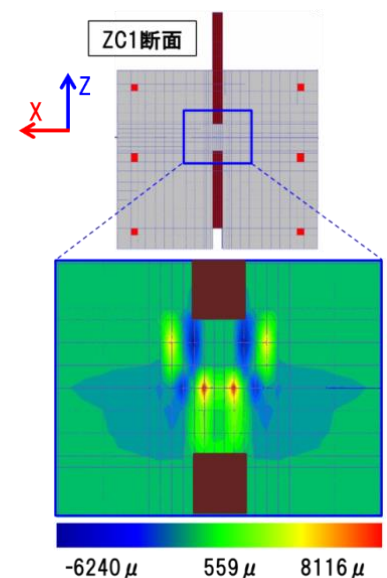


図-3 X 軸方向ひずみ
(ずれ変位 0.3mm 時点)

表-1 材料特性値

弾性係数	64700	N/mm ²
ポアソン比	0.193	
単位重量	0.0165	N/mm ³

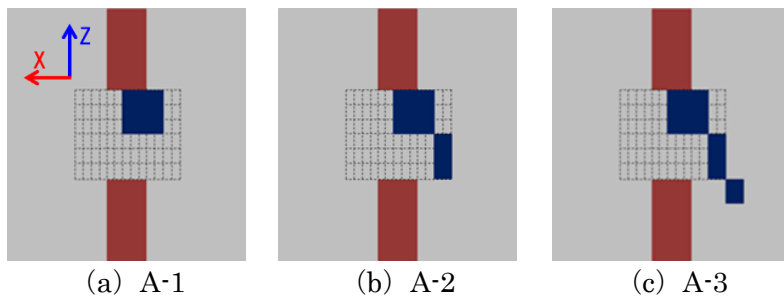


図-4 粗骨材の配置パラメータ (ZC1 断面)

材がせん断抵抗したためと考えられる。また、A-2、A-3 では、最初のピーク荷重後に再び荷重が上昇していた。これは、粗骨材同士がかみ合ったためと考えられる。

図-6 に、ずれ変位 1.3mm 時の ZC2 断面 (図-1 参照) のひずみ分布を示す。A-1 では、ひずみの値が非常に小さく、ひび割れは生じていない。一方、A-3 では、断面中央から下面にかけて縦方向にひび割れが生じた。この結果から、せん断力が再度上昇するケースでは、粗骨材同士のかみ合いから局所的な応力が発生することで、試験体側面までひび割れが進展することが示唆された。

5. 実験による解析の妥当性検証

前節のシミュレーション結果を検証するため、孔あき鋼板の孔内上面と粗骨材一つを A-1 の位置に接着してモルタルを打設し、PBL の一枚板押抜きせん断実験 (写真-1) を実施した。実験パラメータを表-2 に示す。厚さ 9mm、直径 60mm の孔を有する孔あき鋼板を用いた。

図-7 に、せん断力-ずれ変位関係を示す。粗骨材を一つ配置したケースは、モルタルのみの場合に比べ、初期ピーク荷重が大きな値を示した。これは、シミュレーションと同様、粗骨材が PBL せん断面でせん断抵抗したためであると推察された。写真-2 に、実験後の PBL せん断面を示す。配置した粗骨材が割れていることから、粗骨材がせん断力を負担していたため初期せん断力が増大したことがうかがわれた。

6. 結論

既往研究の再現解析および粗骨材の配置をパラメータとしたシミュレーションから、粗骨材と孔あき鋼板のかみ合わせが PBL の初期せん断耐力を増大させることを示し、実験により検証した。また、シミュレーションでは粗骨材同士のかみ合わせがポストピーク挙動に影響を及ぼすことを示唆した。今後、これらのケースについても実験による検証を行いたい。

参考文献

- 1) 中島ら：拘束度の高い押抜き試験に基づく孔あき鋼板ジベルの強度評価，第 9 回復合・合成構造の活用に関するシンポジウム，pp.49-pp.57，2011.11
- 2) 山口ら：拘束状態におけるスリット入り鋼パイプを用いたずれ止めの性能評価，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集 CS2-018，pp.35-pp.36，2012.9

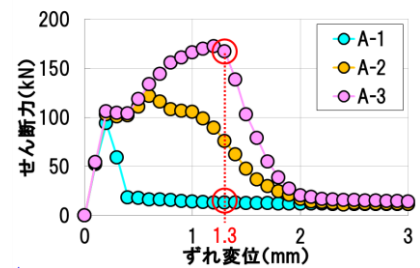


図-5 せん断力-ずれ変位

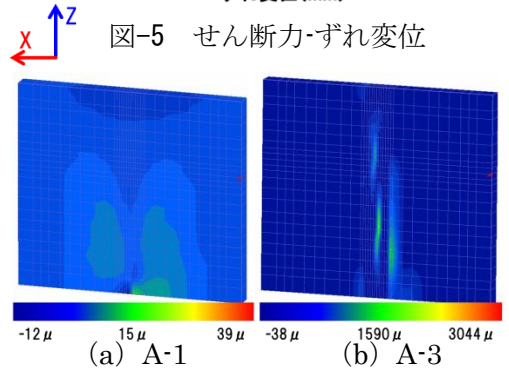


図-6 X 軸方向ひずみ (ZC2 断面)

表-2 実験パラメータ

試験体名	配合	孔径(mm)	粗骨材の有無
M-1	モルタル	60	無
M-2	モルタル	60	無
A-1(1)	モルタル	60	有
A-1(2)	モルタル	60	有

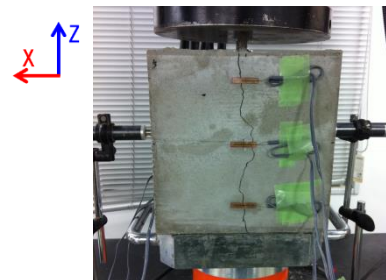


写真-1 一枚板押抜きせん断実験

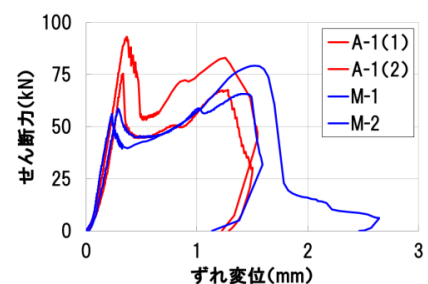
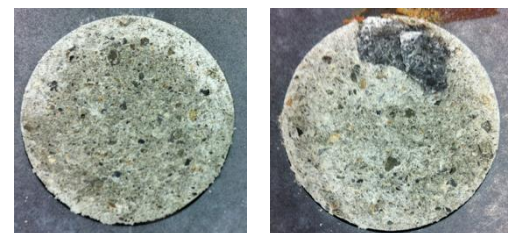


図-7 せん断力-ずれ変位



(a) M-1 (b) A-1 (1)

写真-2 実験後の貫通孔周り