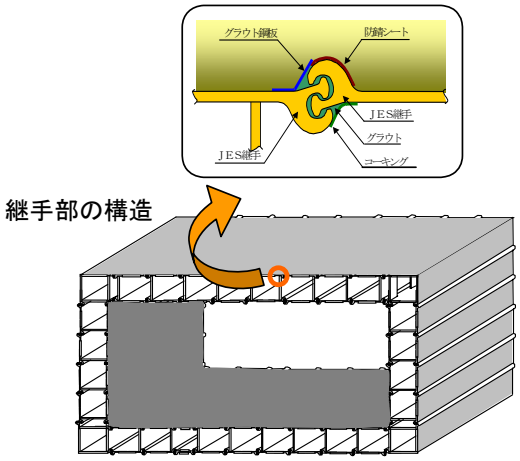
JES 工法による鋼殻コンクリートの変形性能に関する実物大試験

鉄建建設　　正会員　○柳　博文
鉄建建設　　正会員　　松岡　茂

１．目的

地下構造物は，一般に，地震時において，地盤変位の影響が支配的であるため，地盤の変形に追随できる変形性能を有している必要がある．**図－1** に示すように JES（Jointed Element Structure）[1]は，コンクリートが充填された複数の鋼製エレメントで構成されており，各エレメント間は継手（JES 継手）で連結されている．このため，JES 工法で施工された構造物の変形性能は，鉄筋コンクリート構造と異なると考えられる事から，JES 構造物の変形特性を確認した．

「非開削工法設計施工マニュアル（東日本旅客鉄道）」[2]および「耐震マニュアル（東日本旅客鉄道）」[3]よると，JES 工法で施工された部材（以下　JES 構造）の変形性能は，梁の曲げ試験結果とエレメント間の継手部の引張試験に基づいて決定され，層間変位角として 1/60 以下とすることとしている。しかしながら，構造が複雑な場合や慣性力の影響が大きい場合等の変形性能への影響が不明確であった．そこで，実物大試験体での交番載荷を行い，部材の有する変形性能および JES 継手の影響を確認した．



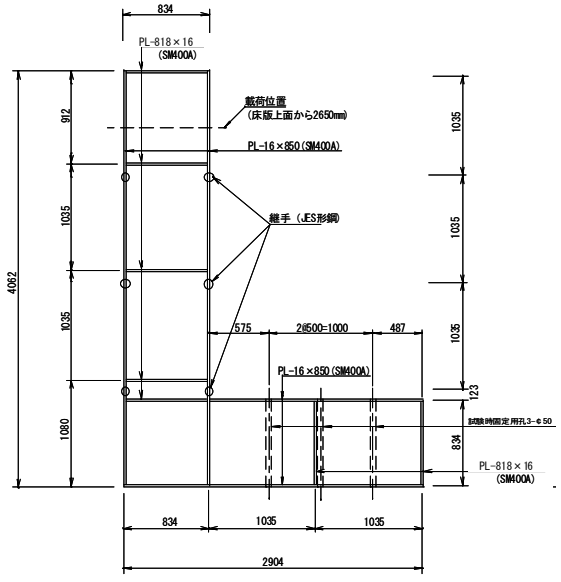
図－1　JES 工法概要

表－1　試験体諸元

断面高さ (mm)	ｴﾚﾒﾝﾄ幅 (mm)	せん断ｽﾊﾟﾝ (mm)	圧縮強度 (N/mm^2)	鋼板厚 (mm)
850	1035	2650	24	16(SM400A)

２．実験方法

試験体は，実構造物のボックスカルバートの隅角部をモデル化し，断面高さ 850mm の JES エレメントを組み合わせたＬ型のものを使用する．なお，側壁部エレメントの構成については，実施工で採用されている構造に基づいて２つの一般部エレメントと隅角部エレメントを使用する．**表－1** に供試体の諸元を，**図－2** に供試体の概要図を示す．鋼板については，厚さ 16mm の SM400A とし，鋼殻内部の充填コンクリートは，普通コンクリートを用いた（試験時強度：28.9N/mm^2）．実験は，図－3 に示すように，軸力比 0.1（約 2118kN）で，床版上面より 2.65m に水平変位を加える正負交番載荷により行った．



図－2　試験体概要

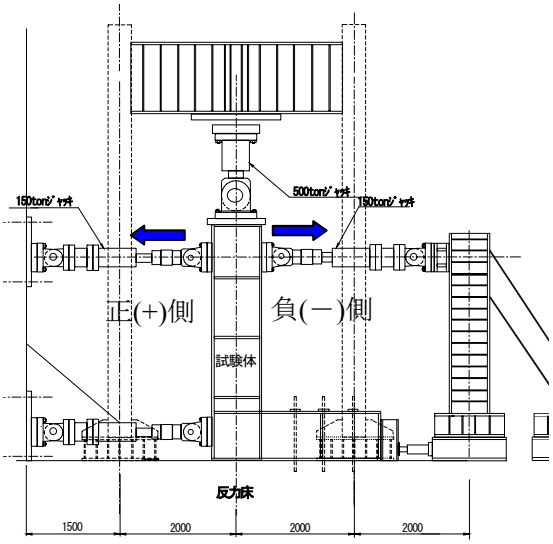
載荷パターンは，継手の引張試験結果から定めた継手部の降伏強度に達する計算上の変位を δy（11.1mm）とし，この変位で交番載荷を実施した．それ以降は δy の整数倍の変位で同様に載荷を行った．載荷は，油圧ジャッキ 1500kN を２台使用し，変位制御により降伏荷重の８割以下になるか，もしくは載荷システムの水平変位の上限まで実施するものとした．**図－3** に載荷概要図を示す．床版部は，載荷時の床版部の浮き上がり，水平移動を防止するために，反力壁，反力床を利用し１台の 500kN 油圧ジャッキ，２台の 350kN 油圧ジャッキおよびゲビンデスターブ（¢32－3 本）により拘束した．また，軸

キーワード　鋼製エレメント，コンクリート，地下構造物，交番載荷，曲げ耐力
連絡先　　〒286-0825　千葉県成田市新泉 9-1　鉄建建設（株）　TEL0476-36-2334

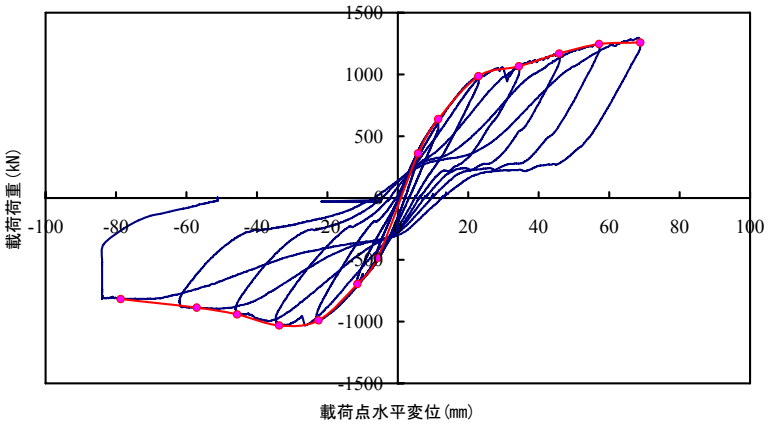
力の導入については，油圧ジャッキ 5000kN を載荷フレームにスライド支承を介して支持し，側壁の変位を拘束しないように行った．軸力は定荷重制御装置により，実験中は常に一定軸力を確保させた．

３．実験結果

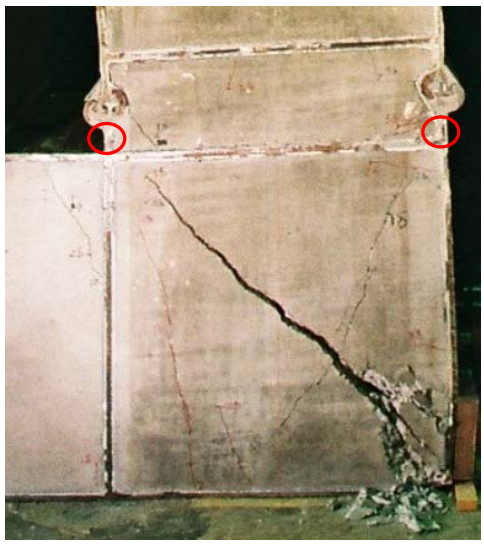
図－4 に載荷荷重と載荷点水平変位の関係を示す．最初の±0.5δ では変化はなったが，±δy（11.1mm）で隅角部のエレメント内コンクリートに斜め方向ひび割れが発生した．しかし，載荷荷重－載荷点水平変位曲線への大きな影響は見られない．さらに，載荷を継続すると負側の−3δy(33.3mm)，荷重約 1031kN で隅角部エレメント内コンクリートに対角線上にひび割れが発生し，荷重が低下した．また，圧縮側の隅角部上のエレメント鋼板とコンクリートの付着が切れた．その後，負側の変位では徐々に荷重が低下していき，−4δy で 912kN となった．正側では徐々に荷重は上昇し，+6δy で約 1294kN となった．最終的には，負側に押し切っていったが，**写真－1** のように隅角部エレメント内のコンクリート斜めひび割れが開口し壊れていくだけとなったため載荷点変位 84mm，荷重 812kN で終了した．本試験体の設計曲げ耐力は 756kN であり，試験終了時点でも試験体の保有耐力は設計曲げ耐力を大幅に上回っていた．正側の載荷では，隅角部エレメント内のコンクリートに負側の載荷で生じた斜めひび割れが閉口した以外にコンクリートに大きな損傷が発生しなかった．その結果，正側の載荷では，偶角部エレメントと上部エレメントの接合部分が開口するような変状が発生した．一方，負側の載荷では，偶角部エレメントと上部エレメントとの接合部の開口と偶角部エレメント内の斜めひび割れの開口が水平変位の増加とともに大きくなる傾向を示した．



図－3　載荷試験概要



図－4　載荷点水平変位と載荷荷重の関係



写真－1　最終状況

JES 構造の耐震性能では，変形角 1/60 まで設計曲げ耐力を保持することを要求性能としており，正負側ともに変形角 1/60 の載荷点変位 44.4mm に達しても試験結果は設計曲げ耐力以上の荷重を保持していた．また，JES 継手には損傷は認められず，**写真－1** の赤丸部の鋼板が試験最終時に降伏する結果となり，JES 継手の安全性も確認された．

４．まとめ

今回，実物大の JES 継ぎ手の変形性能試験を行った．その結果，設計で決められている層間変形角 1/60 において設計曲げ耐力を有していることが確認できた．また JES 継ぎ手部には大きな損傷はなく，その安全性が確認された．

【参考文献】

1)清水ほか:鋼製エレメントを用いた線路下横断トンネルの設計法,第 8 回トンネル工学研究発表会論文・報告集,pp.407-412
2)東日本旅客鉄道（株）：非開削工法設計施工マニュアル，2009.7
3)東日本旅客鉄道（株）：耐震設計マニュアル，2004.12