

加力サイクルを示す。載荷は正負繰り返し漸増載荷とし、柱脚から加力位置までの全体変形角による変位制御とした。各シリーズとも、(その1)に示した実験計画に対応するよう加力サイクルを設定した。

実験VI-2では設計上想定した損傷限界と実験結果とを比較することを意図しており、予備解析結果から1/400程度で損傷限界に近づくと判断し、1/400までの加力とした。また実験VI-3は、2階梁端のPC鋼棒が降伏する程度まで載荷するものであり、予備解析では1/100~1/67間で降伏したことから、1/67までの加力とした。実験VI-4は降伏したPC鋼棒交換後の修復性検証のため、実験VI-3同様、1/67まで載荷し、さらに保有水平耐力の確認のため、1/33まで正負繰り返し載荷を行ったうえで、1/25まで単調載荷する計画とした。

試験体各層の水平変位は試験体周囲の計測フレームに設置した変位計により、柱・梁部材端部回転角および変形は各部材端部の変位計により計測した。また梁外端定着部および柱上端定着部におけるアンボンドPC鋼棒の緊張力変動量は、PC鋼棒緊張時に設置したロードセルを用いて計測した。試験体への入力荷重は載荷用アクチュエータの導入荷重とした。

3. 実験結果

3.1 荷重-変形関係および破壊に至る性状

図-2には各実験シリーズの荷重-変形関係を示す。図中には正負の最大耐力および最大耐力時の変形角も示す。また写真-1には各実験シリーズ加力終了時の1階柱脚損傷状況を示す。図-3には実験VI-3および実験VI-4終了時の東面のひび割れ状況を示す。

(1) 実験VI-2

荷重250kNのサイクルにおいて、2階梁端の最初の離間が確認された。変形角1/800のサイクルでは2階梁端の全てにおいて離間が確認されたほか、1階柱脚でも離間が生じた。また一部の柱脚では曲げひび割れも確認された。1/400のサイクルでは、全ての柱脚で曲げひび割れが確認されたほか、2階柱頭でも曲げひび割れが生じた。1/400の加力終了後、除荷時には曲げひび割れや離間は閉じていた。

荷重制御とした250kN、500kNのサイクルはほぼ弾性挙動を示した。変形角1/800のサイクルでは、荷重が500kNを上回る付近からわずかに剛性が低下したが、残留変形は生じなかった。1/400のサイクルでは、荷重-変形関係は1/800までは前のサイクルとほぼ同じ曲線上を通過した。1/800以降は剛性低下とともに、履歴面積も若干増加したが、除荷後の残留変形は0.5mm以下であった。このことから、本シリーズにおける荷重-変形関係は、最終サイクルまで非線形弾性挙動で高い復元性を示したといえる。また架構としての損傷限界には達していないと考えられる。なお最大耐力は±1/400のピーク時で、正負それぞれ、1016kN、-976kNであった。

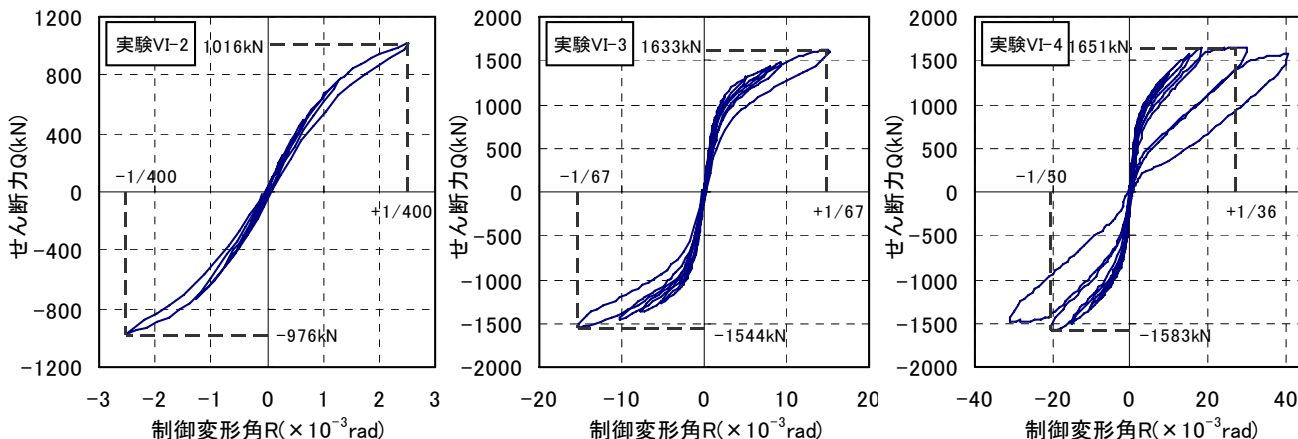


図-2 荷重-変形関係

(2) 実験VI-3

実験VI-2によって生じた目地部の離間および1階柱脚の曲げひび割れは、閉じた状態で実験を開始した。1/800～1/400のサイクルでは概ね実験VI-2と同様の経過をたどり、2階梁端の離間、1階柱脚の離間および曲げひび割れが生じたほか、2階柱頭でも曲げひび割れが増加した。また1/200のサイクルでは2階梁端でもひび割れが確認された。1/133のサイクルでは、1階の全柱脚に垂直方向のひび割れが確認された。1/100においては、1階柱脚目地モルタル表層にわずかな剥離が生じ、一部の柱脚では圧壊も確認された。1/67のサイクルでは全柱脚が圧壊し、また2階梁端部のひび割れ、2階柱頭のひび割れも増加した。なお、緊張力の変動量から、1/100負加力時のピーク直前で2階梁端部のPC鋼棒の一部において降伏が確認された。1/67のサイクルでは2階梁端部のPC鋼棒のほぼ全てにおいて降伏が確認された。

変形の増加に伴って、徐々に剛性低下し、1/200のサイクル以降は履歴面積も増加した。特に1/67のサイクルにおいて顕著に増加したが、除荷後の残留変形は0.5mm程度であり、復元性は失われなかったと考えられる。除荷後、梁端の離間はほぼ閉じていた。また圧壊した柱脚の損傷も、目地モルタルのひび割れおよび剥落、目地部周囲のコンクリート表層の剥離程度であり、外観上は軽微なものであった。本架構の持つ損傷低減性の高さを示したといえる。なお最大耐力は±1/67のピーク時で、正負それぞれ、1633kN、-1544kNであった。



写真-1 各シリーズ加力終了時 1階柱脚損傷状況

(3) 実験VI-4

実験VI-4開始時、実験VI-3で生じたひび割れのうち、2階梁端部のひび割れは0.04～0.08mm程度であった。実験VI-3と同様、変形角1/800のサイクルにおいて2階梁端や1階柱脚の離間が確認された。また1/200～1/133のサイクルでは2階柱頭部のひび割れが増加したが、その他の部位には顕著な損傷の進行は見られなかった。1/100のサイクルにおいては1階柱脚の垂直方向のひび割れが増加し、1/67のサイクルでは圧壊が進行した。また2階梁端部のPC鋼棒は、変形角が1/100を越えた付近で一部に降伏が確認され、1/50のピーク直前には全数が降伏した。1/50のサイクルでは2階およびR階梁端部においても圧壊が確認された。

1/33のサイクルでは、柱脚や梁端の圧壊がさらに進行し、正側ピーク直前の1/36付近で2階柱頭上端のかぶり部分が支圧により破壊、最大耐力となった。1/25の加力終了後はいずれの柱脚も目地部周囲や隅角部を中心に、コンクリートかぶり部分が大きく剥落していた。

実験VI-3同様、1/800のサイクルにおいて荷重が500kNを超える付近から、緩やかに剛性が低下し始めたが、履歴面積は1/100のサイクルまでほとんど増加しなかった。1/67～1/50のサイクルでは履歴面積が徐々に増加したが、耐力低下は見られず、除荷時の残留変形もほとんど生じなかった。1/33の正側ピーク直前で最大耐力となった後の除荷時には履歴面積が顕著に増加した。1/33の負加力時、剛性

は低下したものの著しい耐力低下は生じなかった。1/25のサイクルでも同様であり、ピーク時の耐力は最大耐力の95%程度に達した。また1/25の加力終了後の残留変形は2mm程度であった。

実験VI-4における荷重-変形関係は、変形角1/50程度までは履歴面積の小さいS字型の曲線を描いた。残留変形も小さく、高い復元性を維持していたと考えられる。1/50を超えると、顕著に剛性が低下し履歴面積も増大するが、耐力低下はわずかであった。最大耐力は正加力時には1/36付近で1651kN、負加力時は-1/50のピーク時で-1583kNであった。

3.2 実験シリーズごとの比較

図-4に実験VI-2と実験VI-3, および実験VI-3と実験VI-4の荷重-変形関係の比較を示す。

(1) 実験VI-2・VI-3の比較

実験VI-2では2階梁端部のPC鋼棒に4-13φ, 実験VI-3では4-17φを使用した。初期剛性はほぼ一致しているが、剛性低下の開始時期は実験VI-3の方が若干遅く、耐力も高くなった。

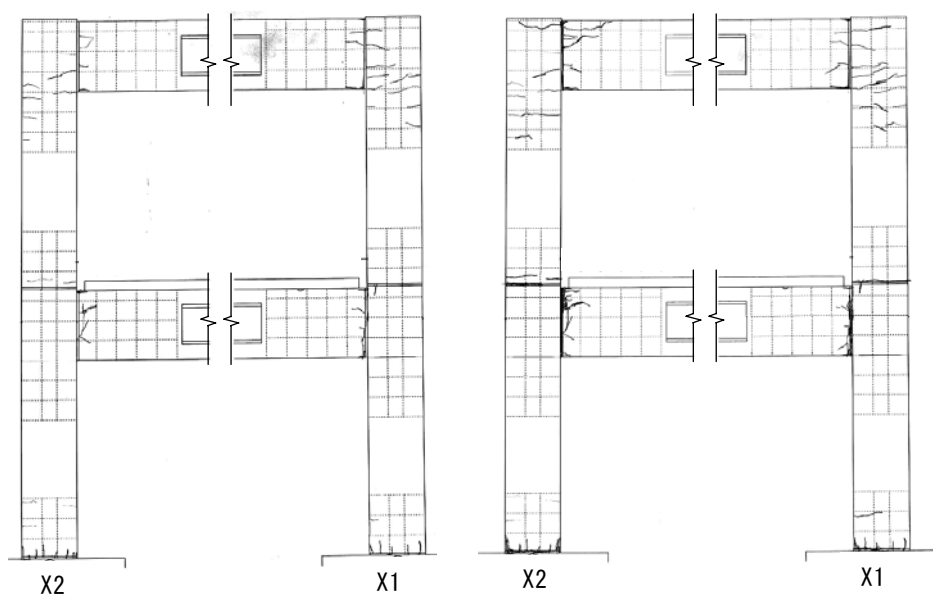
(2) 実験VI-3・VI-4の比較

実験VI-4では実験VI-3で降伏した2階梁端部のPC鋼棒を、同径の4-17φに交換した。荷重-変形関係から、実験VI-4における初期剛性は実験VI-3と比べて低下していることがわかる。一方、大変形時の耐力は実験VI-3同程度まで上昇している。降伏したPC鋼棒の交換により、剛性は修復されないが、耐力は修復されたと考えられる。

4. まとめ

本報では水平載荷実験の概要について示した。実験結果は以下のようにまとめられる。

- ・実験VI-2では1/400まで加力し、残留変形は0.5mm以下であり、高い復元性を示した。架構の損傷限界には達していないと考えられる。
- ・実験VI-3では柱脚圧壊、PC鋼棒降伏も生じたが、残留変形は0.5mm程度であり、復元性の高さは損なわれなかった。圧壊の程度も軽微であり、損傷低減性の高さを示した。初期剛性は実験VI-2とほぼ同等であるが、剛性低下の開始時期が遅く、耐力も上昇した。
- ・実験VI-4では実験VI-3と比べて剛性は顕著に低下したが、大変形時の耐力は同等であった。降伏したPC鋼棒の交換により、剛性は修復されなかったが、耐力は修復された。



実験VI-3終了時

実験VI-4終了時

図-3 東面 ひび割れ状況

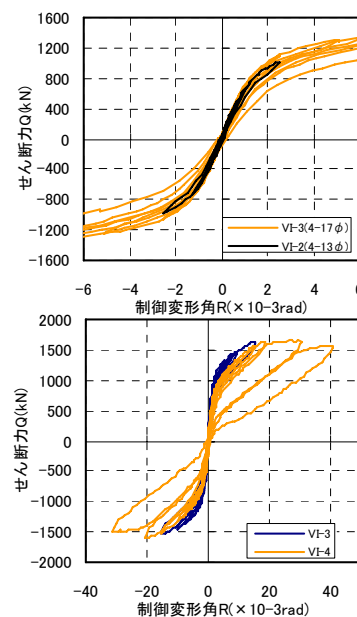


図-4 荷重-変形関係
実験シリーズごとの比較