

細長比 $\lambda=260$ のH形鋼芯材を用いた実大折返しブレースの実験的研究
(その2 荷重上昇に関する検討)

Experimental Study on Twice Turn Braces Using H-Section Steel to Core Member

Part2.Consideration of an Increase in Load and Axially rigidity

○波田雅也¹, 村井克綺¹, 新井佑一郎¹, 竹内健一¹, 北嶋圭二², 中西三和², 安達洋²

*Masaya Hada¹, Katsuki Murai¹, Yuichiro Arai¹, Kenichi Takeuchi¹, Keiji Kitajima², Mitsukazu Nakanishi², Hiromi Adachi²

Abstract: In this paper described Brace the mechanism of rapid load rise has become the ultimate status and cause compression side.

1. はじめに

本報(その2)では, 細長比 $\lambda=260$ のH形鋼芯材を用いた実大折返しブレースが, 圧縮側で終局に至る原因となった急激な荷重上昇のメカニズムについて検討する. なお, 本検討では, 折返しブレース2体目の実験結果を用いる.

2. 折返しブレースの終局モード

2.1 荷重-軸変位関係 折返しブレース2体目の軸力-軸変位関係をFig.1に示す. まず, $R=1/100$ rad.加力2サイクル目までは, 引張側と同等の圧縮耐力を発揮し, 紡錘形の履歴を示している. また, $R=1/50$ rad.加力1サイクル目においても概ね安定した紡錘形の履歴を示すが, 圧縮側77mm($R=1/67$ rad.)を超えたところで若干の荷重上昇がみられた. 2サイクル目の圧縮側では, さらに急激に荷重上昇し, 弾性限界荷重の約2倍まで荷重上昇したところで全体座屈が発生し終局に至った. このように, 終局モードは全体座屈により決定したが, 終局に至る直接的な原因は急激な荷重上昇にある.

2.2 内部の損傷状況 急激な荷重上昇の原因を検討するため, 実験終了後に試験体を解体し, 内部の損傷状況を確認した. 折返しブレースの損傷状況をPhoto1に示す. Photo1より, カバーPL補強部と無補強部の境界において, 芯材に局部座屈が発生し, 中鋼管の内側に強く接触した痕跡が見られた. また, 他に目立った損傷が無いことから, 終局に至る原因となった急激な荷重上昇は, 芯材に生じた局部座屈の影響によるものと考えられる. なお, $\lambda=89$ のH形鋼芯材を用いた既往の実験²⁾(H-175×175×7.5×11, SN400B)でも, 同一位置(カバーPL補強境界部)で局部座屈が発生したことが報告されており, 再現性が認められた.

2.3 荷重上昇メカニズム 荷重上昇メカニズムの概念図をFig.2に示す. H形鋼芯材の局部座屈に伴う荷重上昇メカニズムは以下のように考える. まず, a)の局部座屈発生前では, 芯, 中, 外鋼管が直列系で接合されているため, 軸力は最も断面の小さな芯材母材部分の軸耐力で決定する. 一方, b)のように芯材のカバーPL補強境界部で局

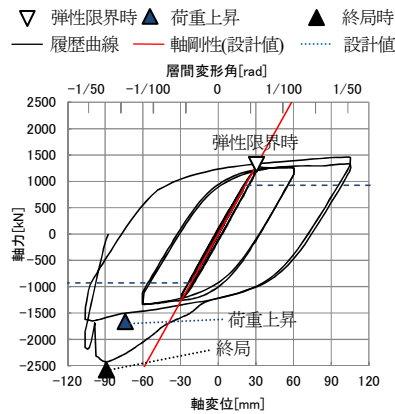


Fig.1 Axial Force - Axial Displacement

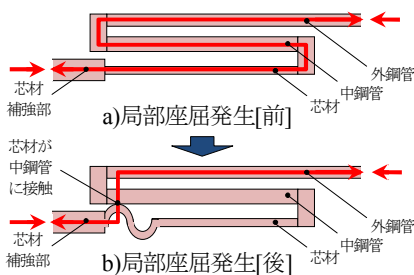


Fig.2 Concept of the Axial Force Increase

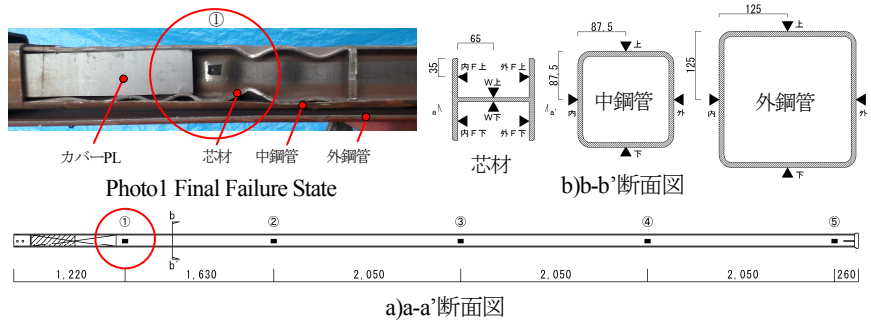


Fig.3 Point of strain observe

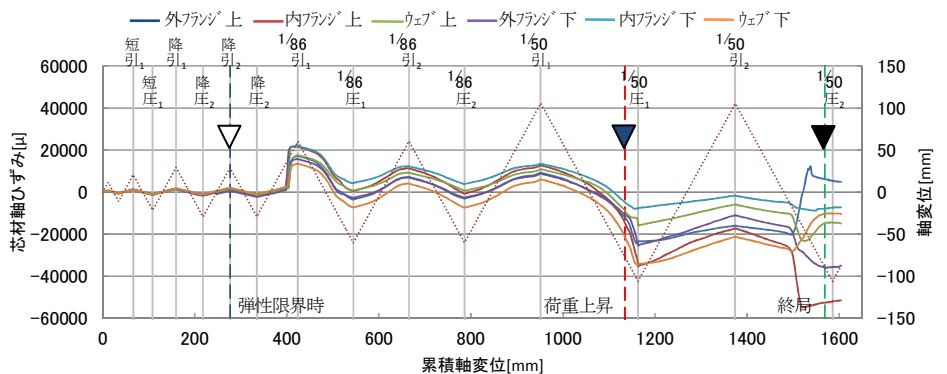


Fig.4 Strain Distribution of Core Member-Cumulative Axial Displacement

1 : 青木あすなる建設株式会社 Asunaro Aoki Construction Co., Ltd. 2 : 日大理工・教員・海建 Prof., Nihon Univ. Dr.Eng.

部座屈が発生すると、局部座屈が中鋼管の内側と強く接触し固定されることで、芯材母材部分と中鋼管を介さず、芯材補強部から断面の大きな外鋼管に直接軸力が伝達されるため、急激な荷重上昇が生じたと予測される。以下では、Fig.3 に示す位置で計測したひずみデータを基に、予測した荷重上昇メカニズムの妥当性を検証する。

3. ひずみデータによる検証

3.1 局部座屈発生点と荷重上昇との関連 解体調査により局部座屈が確認された箇所(Fig.3①)における芯材ひずみ-累積軸変位関係を Fig.4 に示す。Fig.4 には、軸変位-累積軸変位の関係(紫点線)および弾性限界時(青破線)、荷重上昇時(赤破線)、終局時(緑破線)を合わせて示している。Fig.4 より、ひずみは比較的安定して増減を繰り返しているが、 $R=1/50rad$ 加力 1 サイクルにおいてばらつきが大きくなったことから、この時点で局部座屈が発生したと判断できる。また、局部座屈の発生点は、 $R=1/50rad$ 加力 1 サイクルにおける荷重上昇点とほぼ一致していることが分かる。すなわち、圧縮側の急激な荷重上昇が、芯材の局部座屈に起因するものであることが確認された。

3.2 荷重上昇時(局部座屈発生時)のひずみ分布 芯材局部座屈発生に伴い荷重上昇が生じ始めた $R=1/50rad$ 加力 1 サイクル目までの各鋼材の軸力-軸ひずみ関係を Fig.5 に示す。Fig.5 の d) には、軸力-軸変位関係も合わせて示している。まず a) の芯材では、局部座屈が発生した①に圧縮ひずみが集中していることがわかる。①の荷重上昇時の芯材ひずみは $12,000\mu$ であり、降伏ひずみで除すると、局部座屈発生時点の芯材塑性率は $\mu_{芯材}=8.2$ であった。また b) の中鋼管では、荷重上昇時に①以外の②~⑤のひずみに変化していない。これは、荷重上昇分の軸力が局部座屈発生点①で芯材から外鋼管に直接伝達していることを示してお

り、予測した荷重上昇メカニズムを裏付ける結果である。

4. H 形鋼芯材の局部座屈発生条件に関する考察

4.1 各鋼材の軸変位内訳 弾性限界時及び荷重上昇時における部材全体の軸変位および各鋼材の内訳を Fig.6 に示す。前述の Fig.5 より、中・外鋼管は概ね弾性範囲とみなせることから、中・外鋼管の軸変位は、軸力をヤング係数と断面積で除し、部材長さを乗じることで算定した。また、芯材の軸変位は、全体の軸変位から中・外鋼管の弾性変形分を差し引いて算定した。なお、図中には各鋼材の軸変位を降伏変位で除して塑性率換算した値も合わせて示している。Fig.6 より、弾性限界時は全体変位に対する芯材軸変位の割合が 47%なのに対し、荷重上昇時は芯材軸変位の割合が 75%と大きくなっている。これは、芯材降伏後も中・外鋼管が弾性を保持するためである。なお、荷重上昇時の芯材全体の塑性率は $\mu_{芯材}=4.3$ であった。

4.2 H 形鋼芯材の局部座屈発生条件 局部座屈発生 の妥当性を判断するため、既往の H 形断面単柱の圧縮実験⁴⁾と折返しブレースの実験結果を比較する。既往の研究では、H 形鋼の局部座屈発生条件を、ひずみ塑性率と基準化幅厚比の関係で整理している。既往の研究⁴⁾の結果に折返しブレースの実験結果を追加したものを Fig.7 に示す。Fig.7 には、基準化幅厚比(フランジ a_f 、ウェブ a_w)の定義も示している。Fig.7 より、 $\lambda=89$ の H 形鋼芯材を用いた既往の実験²⁾および $\lambda=260$ の H 形鋼芯材を用いた本実験の結果が、既往の研究とよく対応していることから、H 形鋼芯材の局部座屈発生が妥当であったといえる。

5. まとめ

以上、H形鋼芯材を用いた折返しブレースが、圧縮側で終局に至る原因となった急激な荷重上昇のメカニズムについて検討した。【参考文献】その1にまとめて示す。

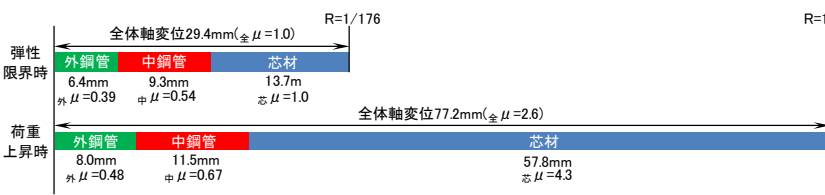


Fig.6 Strain Distribution

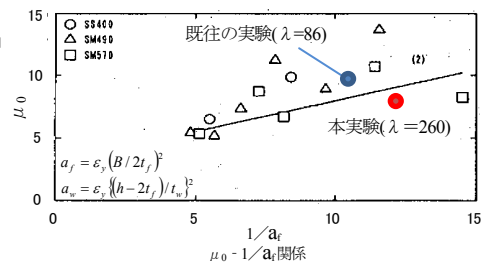


Fig.7 Occurrence Condition of Local buckling

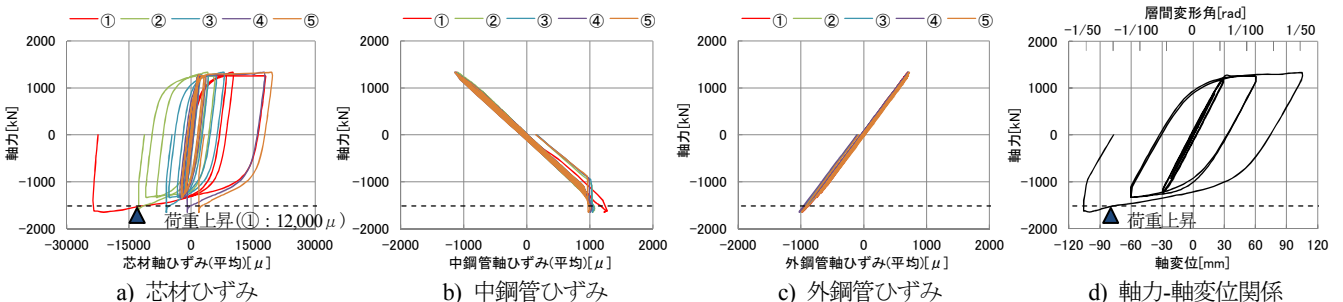


Fig.5 Axial Force-Axial Strain ($R=1/50rad$)