

B-2

折返しブレースの構造特性に関する実験的研究

(その4 実大実験の概要)

Experimental Study on Structural Characteristics of Twice Turn Braces

Part4. Outline of Full-Scale Tes

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

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

Abstract: In this paper described experimental study on Twice Turn Braces. Part4 and Part5 were showed Full-Scale Test of Twice Turn Braces for the purpose of the practical use. Part4 showed outline of Full-Scale Test.

1. はじめに

前報(その 1~3)の縮小モデルによる軸方向加力実験から、折返しブレースの基本的な構造性能を実証することができた。そこで、本報では実際に建物に組み込んだ場合の挙動を確認するため、実大での検証実験を行った。実験は、実際に近い接合部で斜材として加力を行った。また、ブレース材に幅広く用いられる形鋼での挙動を確認するため、芯材には H 形鋼を用い、比較として同一の H 形鋼を用いた芯材単体ブレース試験体の加力も行った。以上より、本報では折返しブレースの実際に近い挙動を確認し、その構造性能を明らかにすることを目的としている。

2. 試験体

2.1 試験体の概要 試験体諸元を Table1, 仕様鋼材の材料特性を Table2 に示す。また、折返し試験体のイメージを Fig.1, 試験体形状および断面を Fig.2, 折返し接合部の製作状況を Photo1 に示す。試験体は、Fig.2(a)折返しブレース1体、Fig.2(c)芯材単体ブレースの計2体である。Fig.1のイメージに示すように、折返しブレースは芯材、中鋼管、外鋼管の3本の鋼材で構成される。各鋼材に作用する引張・圧縮荷重を十分に伝達

させるため、芯材-中鋼管はエンドプレート(Photo1(a))を、中鋼管-外鋼管はリング型エンドプレート(Photo1(b))をそれぞれ介して接合されている。各鋼材は、芯材に H 形鋼を使用し、中鋼管および外鋼管に組立鋼管を使用した。芯材の細長比は $\lambda=89$ (座屈長さ=ブレース長さ)である。なお、芯材露出部分は弱軸周りで断面性能が不足し、首折れ座屈²⁾の発生が予想されることから、文献³⁾に基づきカバープレートで補強を行った。

Fig.1(b)に示すように芯材と中鋼管および中鋼管と外鋼管の隙間量は、各々4.0mm(片側2.0mm)に設定した。また、ブレース架構は階高H:3.7m×スパンL:3.7m(ブレース接点間長5.23m)に設定した。

2.2 耐力, 剛性, 降伏変形の算定 Table1に示す試験体の降伏荷重および降伏変形は、Table1中に示す鋼材の降伏点の値から算出したものである。算定結果から、折返しブレースの軸降伏耐力は、芯材の

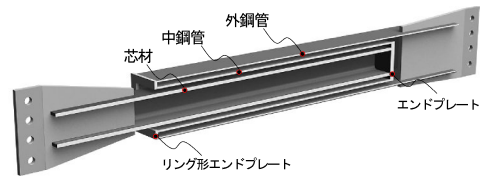


Fig.1 Schematic views of Twice Turn Brace

Table1 Outline of Test Specimen

試験体	鋼種	断面形状 H-A×B×t _w ×t _f □-A×B×t _w ×t _f	降伏点 [N/ mm ²]	断面積 [mm ²]	軸降伏 荷重 [kN]	見付け 長さ [mm]	部材 長さ [mm]	降伏時の変形 層間 変形角 [rad]	細長比 (限界細 長比)
(a) 折返し ブレース	芯材	SN400B H-175×175×7.5×11.0	308	5,142	1,583	3,870	3,110	12.7	1/206
	中鋼管	SM490A □-191×197×9.0×6.0	398	5,586	2,223		3,000		
	外鋼管	SM490A □-213×213×6.0×9.0	398	6,174	2,457		3,110		
(b) 芯材単体ブレース	SN400B H-175×175×7.5×11.0	308	5,142	1,583		3,220	4.8	1/541	89 (105)

※1 細長比は、座屈長さ=見付け長さ(3,870mm)として算出 ※2 限界細長比は、降伏点を用いて算出
 ※3 降伏時の層間変形角は、階高H=3,700mm、ブレース取付け角度45度として算出

Table2 Material Properties

使用箇所	公称 厚さ [mm]	材質	降伏点 σ_y [N/mm ²]	引張強さ σ_u [N/mm ²]	降伏比 σ_y/σ_u	降伏 歪み ϵ_y [μ]	破断 伸び ϵ_t [%]
芯材	ウェブ	SN400B	335.0	470.8	0.71	1634	39
	フランジ		307.8	449.2	0.69	1501	43
中鋼管 外鋼管	6mm厚	SM490A	409.8	580.4	0.71	1999	33
	9mm厚		397.9	559.5	0.71	1941	38

※1:降伏点は、下降伏点を示す ※2:降伏歪みは、降伏点をヤング係数(E=205000N/mm²)で除して算出



Fig.2 Shape of Test Specimen

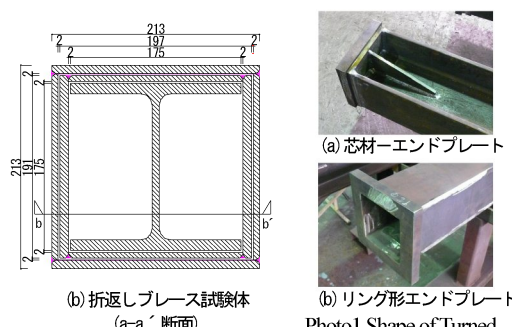


Photo1 Shape of Turned Elements Connection

軸降伏耐力(1582kN)で決定する。また、芯材の軸降伏耐力 1582kN に対して、中・外鋼管がそれぞれ1.42倍、1.57倍の耐力を有する。そのため、芯材が降伏後も中・外鋼管は弾性拘束材として機能し、全体座屈の拘束効果が発揮される。折返しブレースの降伏変形は、部材の剛性と芯材降伏荷重から算定した。部材の剛性は、3本の鋼管が直列接合されているため、式(1)のように表すことができる。また、ブレース材の軸降伏変形は式(2)のようになる。

$$K = 1 / \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} \right) \quad \dots(1)$$

$$\delta_y = \frac{N_y}{K} \quad \dots(2)$$

ただし、 K : ブレースの軸剛性 K_1 : 芯材の軸剛性 K_2 : ブレースの軸剛性 K_3 : 芯材の軸剛性 δ_y : ブレース全体の軸降伏変位 N_y : ブレース材の軸降伏荷重

式(1)より、折返しブレースの軸剛性は 124.6kN/mm となり、芯材単体ブレースの 327.2 kN/mm の約 1/2.6 となった。また、折返しブレース降伏時の層間変形角は約 1/206rad となり、芯材単体ブレース(約 1/541rad)の約 2.6 倍に増大することを想定される。

3. 実験方法

3.1 試験体セット状況 加力装置図をFig.3に、試験体と加力装置をFig.4に接合部写真をPhoto2に示す。Fig.3に示すように試験体は柱脚部をピンとした加力柱頂部と剛な脚部に45度の角度で取り付けられている。接合部はFig.4(a), (b)に示すように、一般的な高力ボルト摩擦接合(剛接合)とした。加力は柱要素頂部に取り付けられたアクチュエータを伸縮させ、ブレースに引張力と圧縮力が作用するようにした。

3.2 加力方法 加力は正負交番繰り返し载荷とし、短期許容耐力(Pa)到達時まで荷重制御で载荷し、それ以降は層間変形角Rを基準とした変位制御で行った。層間変形角Rの算出方法をFig.4および式(3)に示す。また、頂部水平荷重Pをブレース軸力Nに変換する式を式(4)に示す。

$$R = \frac{\delta}{H \cos \theta} \quad \dots(3)$$

$$N = \frac{P}{\cos \theta} \quad \dots(4)$$

ただし、 R : 層間変形角 H : 階高 N : ブレース軸力 δ : ブレース軸変形 θ : ブレース取り付け角度 P : 頂部水平荷重

加力サイクルはFig.5で示すように、層間変形角R=±1/300(芯材単体試験体のみ)、±1/200, ±1/133, ±1/100, ±1/67, ±1/50に相当する変位で各2サイクルずつ载荷した。なお、折返しブレース試験体はTable1に示すようにR=±1/203程度で降伏すると予想されるため、短期許容耐力(Pa)に達していないR=±1/300のサイクルは省略する。

3.3 計測項目 本実験における計測項目は、頂部荷重P、試験体頂部変形、試験体軸変位δおよび試験体各所に貼り付けたひずみゲージによるひずみ計測値である。

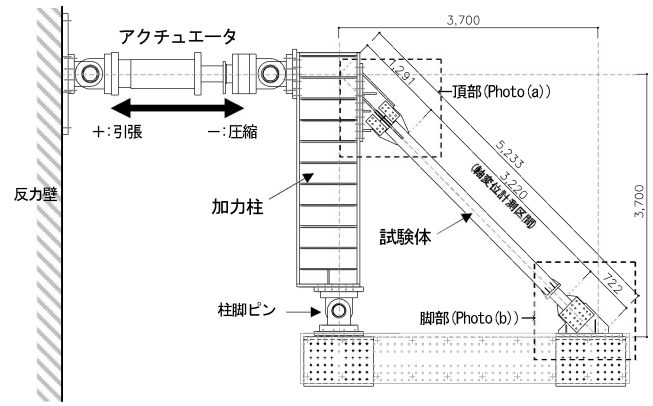


Fig.3 Outline of Loading System



Photo2 Brace to Testing flame Connections

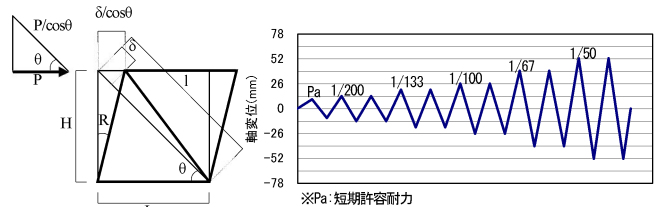


Fig.4 Relations δ and R

Fig.5 Loading cycle

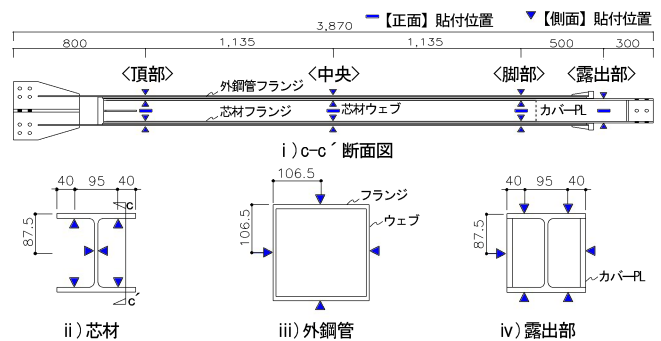


Fig.6 Point of strain observe

ひずみ計測位置をFig.6に示す。ひずみは、部材端部と中央部の3断面を基本として計測を行った。断面内の計測数は、芯材6か所、外鋼管4か所とし、Fig.6で示す位置にひずみゲージを貼り付けた。なお、中鋼管については製作の都合によりひずみ計測を行っていない。また、補強を行った芯材露出部については、終局状態までの健全性を確認するために計測を行った。

4. まとめ

以上、折返しブレース実大実験の概要について示した。その5では実験結果を示す。

【参考文献】その5にまとめて示す