

2023年3月24日

地震から建物を守る新しい制振ブレースの実用化について

～鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース®）の建築技術性能証明取得～

鉄建建設株式会社（本社：東京都千代田区、社長：伊藤泰司）は、広島大学大学院先進理工系科学研究科 田川浩教授との共同研究成果である「鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース®）」について、（一財）日本建築総合試験所の審査を受け、建築技術性能証明を取得しました。

■開発の背景

制振構造においては、座屈拘束ブレースを制振部材として用いた建物の採用事例が多く見られます。座屈拘束ブレースを配置すると、ラーメン架構に比べて層の初期剛性が高くなることにより、建物全体の固有周期が短くなり超高層建物などでは建物への地震入力が大きくなる傾向があります。また、長周期地震動など継続時間が長い地震動では、座屈拘束ブレースに繰返し軸力が作用することで、累積ひずみにより部材靱性能の確保が難しいケースが見られます。さらに、各階に座屈拘束ブレースを配置した場合、層剛性の調整が難しいことが知られています。

こうした課題を解決することを目的として、ラーメン架構とブレース架構の各々の利点を活かした「変位制御型座屈拘束ブレース」を開発しました。

■鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース®）【特許7164129】とは

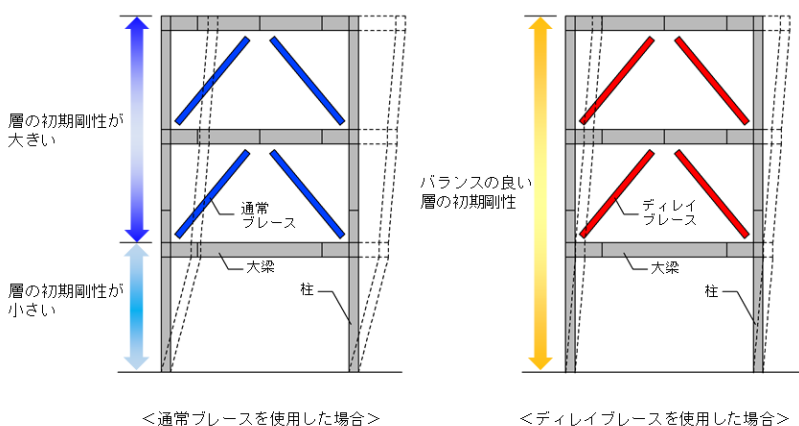
一般的な座屈拘束ブレースは地震時の初期段階より建物に軸力が作用しますが、本工法の変位制御型座屈拘束ブレースは、建物の層間変位が小さい初期状態ではブレースに軸力を作用させず、任意に設定した層間変位に達した時点でブレースに軸力を作用させることができます。このような変位制御の利点を活用して、地震力が大きくなり建物の層間変形が増大した段階で座屈拘束ブレースに軸力を遅れて作用させ、各層への変形集中を回避するスムージング効果（応力分散効果）が得られるメリットがあります。（別紙：技術説明資料参照）

■今後の展開

今回の建築技術性能証明の取得により、実際の建築物への適用が可能となりました。

本技術は、超高層・高層ビルおよび物流倉庫等の鉄骨造の建築物に採用することにより、地震による建物被害を抑制、減少することが期待できます。

鉄建建設は今後も新技術の開発・実用化を推進し、近年頻繁に発生する地震に対する抵抗力の高い都市・社会基盤の実現貢献していきます。



層の剛性のばらつきの改善の概念図

お問い合わせ先
鉄建建設株式会社 経営企画本部 広報部
〒101-8366 東京都千代田区神田三崎町 2-5-3
TEL 03-3221-2297 FAX 03-3221-2379

2023年3月24日

技術説明資料

鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース[®]） の建築技術性能証明取得

～変位制御型ブレースの実用化および設計法の確立～

鉄建建設株式会社（本社：東京都千代田区、社長：伊藤泰司）は、広島大学大学院先進理工系科学研究科 田川浩教授との共同研究成果である「鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース[®]）」について、（一財）日本建築総合試験所の審査を受け、建築技術性能証明を取得しました。

■開発の背景

制振構造においては、座屈拘束ブレースを制振部材として用いた建物の採用事例が多く見られます。座屈拘束ブレースを配置するとラーメン架構に比べて層の初期剛性が高くなることにより、建物全体の固有周期が短くなり超高層建物などでは建物への地震入力が大きくなる傾向があります。また、長周期地震動など継続時間が長い地震動では、座屈拘束ブレースに繰返し軸力が作用することで、累積ひずみにより部材靱性能の確保が難しいケースが見られます。さらに、各階に座屈拘束ブレースを配置した場合、層剛性の調整が難しいことが知られています。

上記の課題を解決することを目的として、ラーメン架構とブレース架構の各々の利点を活かした「変位制御型座屈拘束ブレース」を開発することとしました。

■変位制御型座屈拘束ブレースとは

一般的な座屈拘束ブレースは地震時の初期段階より建物に軸力が作用しますが、本工法の変位制御型座屈拘束ブレースは、建物の層間変位が小さい初期状態ではブレースに軸力を作用させず、任意に設定した層間変位に達した時点でブレースに軸力を作用させることができます。このような変位制御の利点を活用して、地震力が大きくなり建物の層間変形が増大した段階で座屈拘束ブレースに軸力を遅れて作用させ、各層への変形集中を回避するスムージング効果が得られるメリットがあります。（図1、図2）

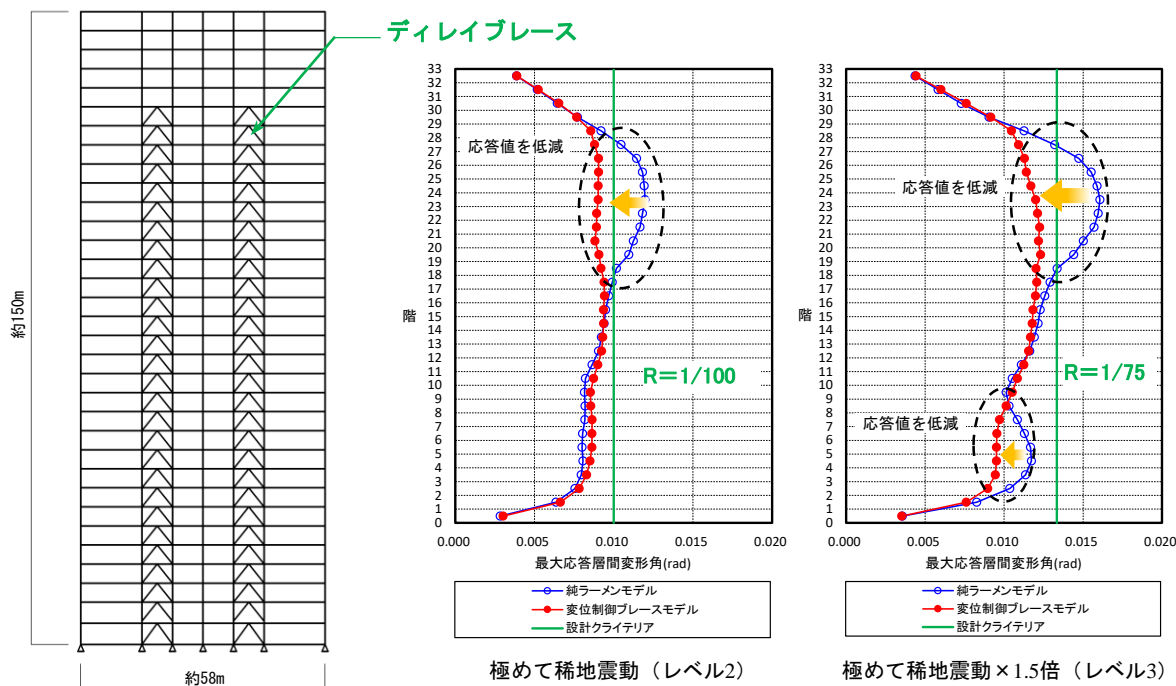


図1 試設計モデル軸組図

図2 時刻歴応答解析結果

■変位制御型座屈拘束ブレース（ディレイブレース）の概要（特許7164129）

- (1) 主架構とブレースの接合部において、ガセットプレートのボルト孔をスロットホールにすることを特徴とし、所定の層間変位量に達するとブレースに軸力が作用する機構を有し、ブレースには座屈拘束ブレースとしてオクトブレース※1（GBRC性能証明 第16-34号 改1）を使用します。（図3）

スロットホールは上部・下部ガセットプレートの両方又はどちらか一方に設けることができます。また、スロットホールのルーズ長は、0~25mmの範囲で任意に設定できます。（図4）

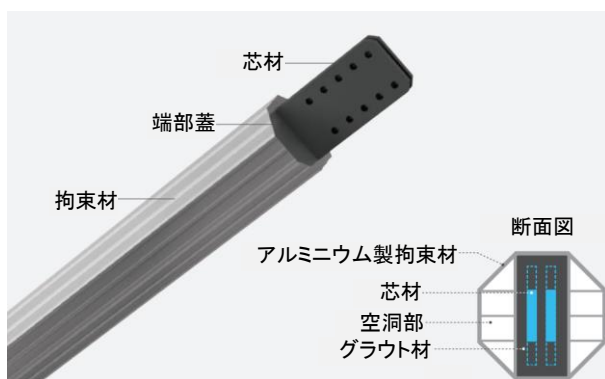


図3 座屈拘束ブレース（オクトブレース）※1

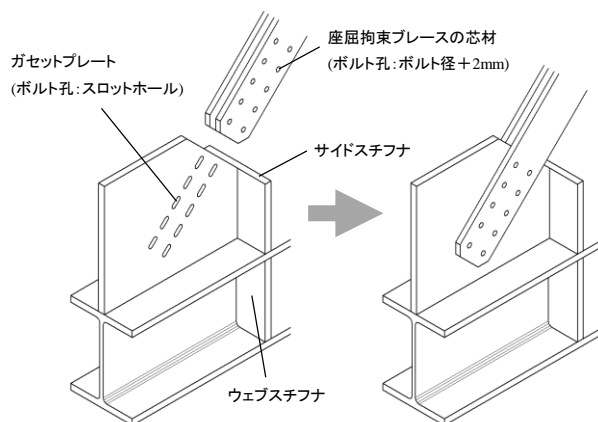


図4 ディレイブレースの接合部

- (2) 本ブレースの軸方向復元力特性はスリップタイプBi-linear型とし、軸方向変位が軸方向可動量に達するまでブレースに軸力が作用しないようにモデル化します。（図5）モデル化の妥当性については、性能確認実験で検証を行っています。（図6）

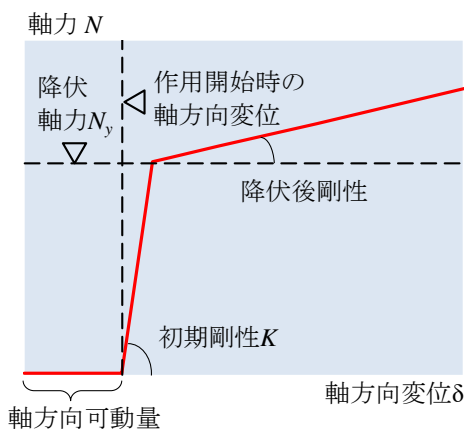


図5 ディレイブレースの復元力特性

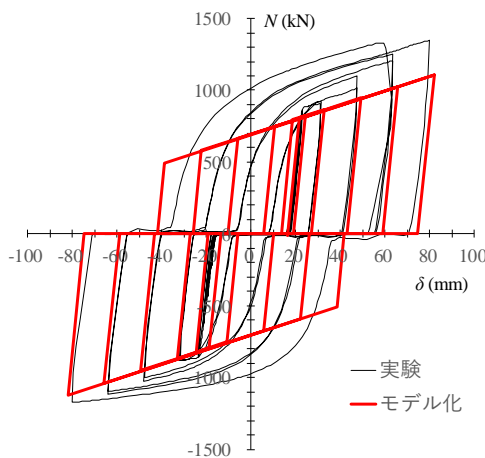


図6 復元力履歴特性と実験結果（軸力N—軸方向変位δ関係）

※1：座屈拘束ブレースは(株)小堀鐸二研究所・(株)タカミヤのオクトブレース®（GBRC性能証明 第16-34号 改1）を採用しています。

(3) スロットホールを設けたブレースの接合部は、座屈拘束ブレースの最大軸力に達するまで、弾性域に留める設計とします。接合部の性能は、性能確認実験（図7）および有限要素法（FEM）解析（図8）により検証を行っています。

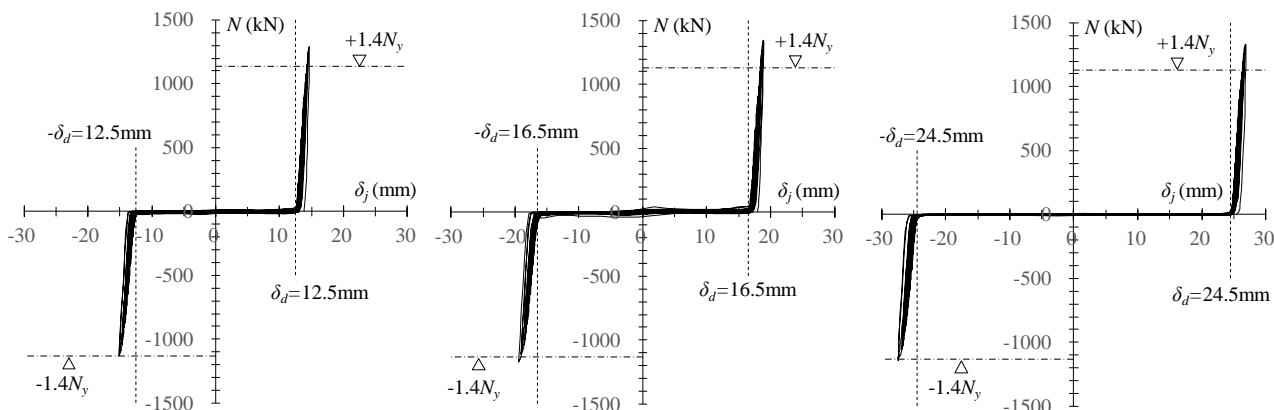


図7 接合部の軸力N－軸方向変位 δ_j 関係

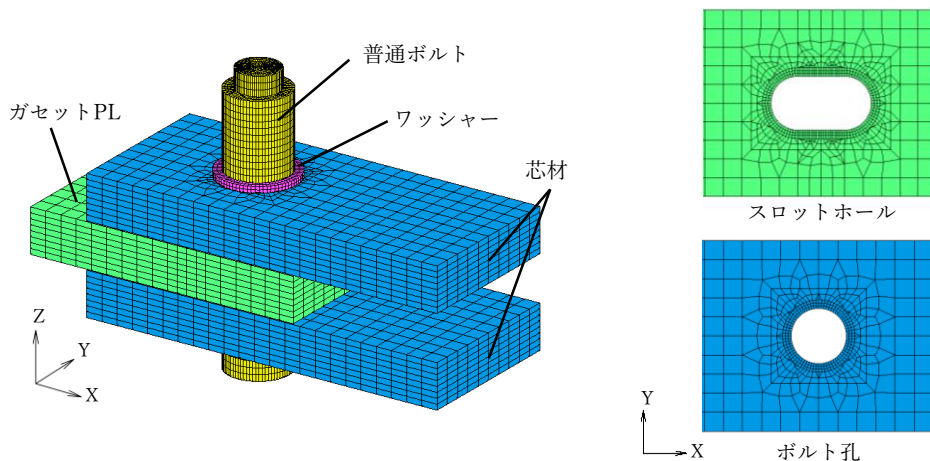


図8 接合部の有限要素法（FEM）解析モデル

(4) 本工法は、地震時にブレースに生じる軸力を遅れて作用させることにより、局所層への変形集中が緩和され、以下の効果が得られます。

- 応答層間変形角の増大および局所層への変形集中を抑制できます。（スムージング効果）
- 地震時に生じる層間変位を高さ方向に一様化させ、局所層への変形集中を緩和させることにより、フレームやブレースに生じる高さ方向の最大ひずみ量を一様化させ、最大ひずみ量や累積ひずみ量を低減させることができます。
- 想定外の大地震（レベル3相当）や長周期地震動へも対応が可能となります。
- 他の制振装置（当社保有技術：制震ダンパー「レンズダンパー（LSPD : Lens-type Shear Panel Damper）」※2）と組み合わせることにより、より大きな制振効果が得られます。
- 建物高さ60m以下の建築物に対しても、付加制振構造として適用可能です。

※2：レンズダンパー推進協議会による制震ダンパー「レンズダンパー（LSPD : Lens-type Shear Panel Damper）」構造性能評価（評価番号：ERI-K21006）

- (5) ブレースに生じる軸力を遅れて作用させることにより、通常のブレースより偏心率や剛性率を改善できます。
 本工法を用いた構造フレームは、層間変位初期段階のブレースに軸力が生じるまでは、ブレースのない構造フレームとして設計することができます。また、ブレースの偏在による偏心の緩和（図9）や、上下階のブレースの有無による層の初期剛性のばらつきを改善（図10）することができます。

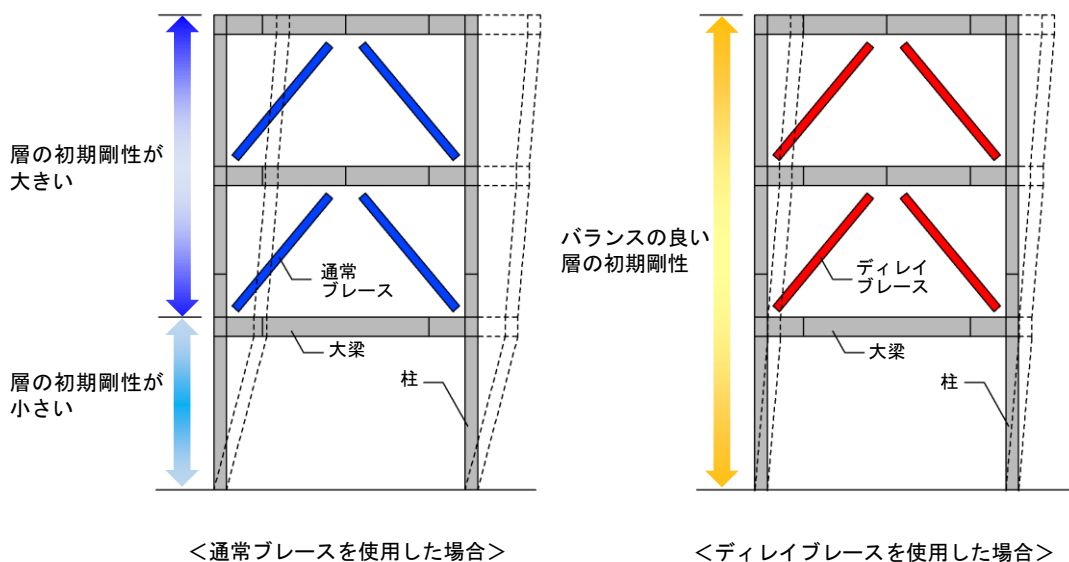
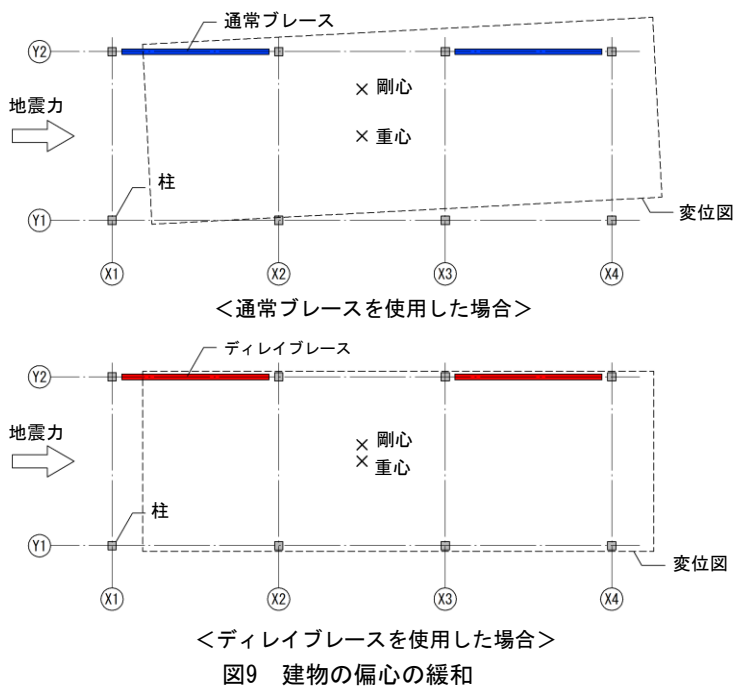


図10 層の剛性のばらつきの改善

■ 建築技術性能証明書



ASSESSMENT OF TECHNOLOGY
FOR BUILDING CONSTRUCTION

GBRC 性能証明 第 22-25 号

建築技術性能証明書

技術名称：鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース
—ディレイブレース—

申 込 者：鉄建建設株式会社 取締役常務執行役員建築本部長 瀬下 耕司
東京都千代田区神田三崎町二丁目 5 番 3 号

技術概要：本技術は、主架構とブレースの接合部においてガセットプレートのボルト孔をスロットホールにすることで、所定の層間変位量に達するとブレースに軸力が作用する座屈拘束ブレースである。ブレースにはオクトブレース（GBRC 性能証明 第 16-34 号改 1）を使用する。

開発趣旨：本技術は、地震時にブレースに生じる軸力を遅れて作用させることにより、局所層への変形集中を緩和させることを意図して開発された。

当法人の建築技術認証・証明事業 業務規程に基づき、上記の性能証明対象技術の性能について、下記の通り証明する。

2023 年 3 月 6 日

一般財団法人 日本建築総合試験所
理事長 上谷 宏二

記

証明方法：申込者より提出された下記の資料により性能証明を行った。

資料 1：鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース 性能証明のための説明資料

資料 2：鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース 設計・製作・施工指針

資料 1 には、本技術の目標性能達成の妥当性を確認した説明資料がまとめられている。

資料 2 は、本技術の設計・製作・施工指針であり、適用範囲、使用材料、設計方法、製作方法、施工方法などが示されている。また、付録として設計例などが示されている。

証明内容：申込者が提案する「鉄建式変位制御型座屈拘束ブレース 設計・製作・施工指針」に従って設計・製作・施工された座屈拘束ブレースは、以下の性能を有する。

- (1) 圧縮軸力下で引張軸力時と同等の降伏軸力を有する。（制振）
- (2) 圧縮、引張の繰返し軸力に対し、安定した復元力特性を有する。（制振）
- (3) 骨組の変形に追従できる十分な変形性能を有する。（制振）

以上