

# ブレース型ダンパー接合部の影響を考慮した損傷制御構造の耐震性評価

高橋聡史 東京工業大学

## 1. 序

ダンパーに地震エネルギーを吸収させることで主架構の損傷を軽減し、地震後も建物の財産価値を守り、継続利用を可能とする損傷制御構造が普及している。しかし、ダンパーを主架構に設置するために必要なガセットプレート（以下G.PL）がその周辺部材の力学挙動に及ぼす影響は明らかにされておらず、近年G.PLを含めた損傷制御構造の研究が活発に行われている（例えば）、本研究では、G.PLを介して行われる力の伝達機構やG.PLへの補剛が周辺部材の力学挙動に及ぼす影響（図1）に着目した実験を行い、G.PLが周辺部材に及ぼす影響を把握する。

## 2. 実験概要

試験体一覧を図2に示す。試験体は3体であり、いずれの試験体も基本寸法は同一とする。試験体パラメータはG.PLの補剛方法とし、ブレース型ダンパーを用いた実建物の調査から特徴的な2つの補剛方法を選択した。1つ目はG.PL先端部にサイドスチフナを溶接し、柱梁に内ダイアフラムとウェブスチフナを設置する方法である。もう一方は、フィンスチフナを梁フランジまで伸ばし、梁にウェブスチフナを設置する方法である。試験体は補剛のない基準試験体と補剛を施したサイドスチフナ試験体、フィンスチフナ試験体を用意した。

試験体セットアップを図3に示す。試験体は柱脚部をピン支持し、梁先端部を水平方向に自由なピン・ローラーで支持する。ダンパー軸力を与えるためにジャッキを斜めに設置してG.PLに接続し、ダンパー軸力のcos成分を梁先端部に接続したジャッキによって与える。また、主架構に強制変形を与えるために柱頭部にジャッキを設置する。このセットアップは、荷重の組み合わせによってダンパー軸力のみを与える実験と主架構に強制変形のみを与える実験が独立して行える。本研究ではそれぞれの影響を考察するために、まず、ダンパー軸力のみを与える実験と主架構に強制変形のみを与える実験をそれぞれ行った。次いで、ダンパー軸力と主架構に強制変形を同時に与える実験を行い、試験体の弾塑性挙動を把握した。ダンパーの挙動は、完全弾塑性型の復元力特性を設定した。

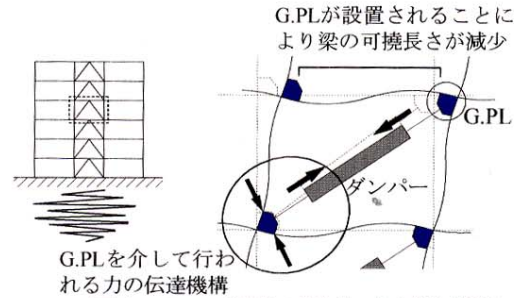


図1 G.PLが周辺部材に及ぼす影響

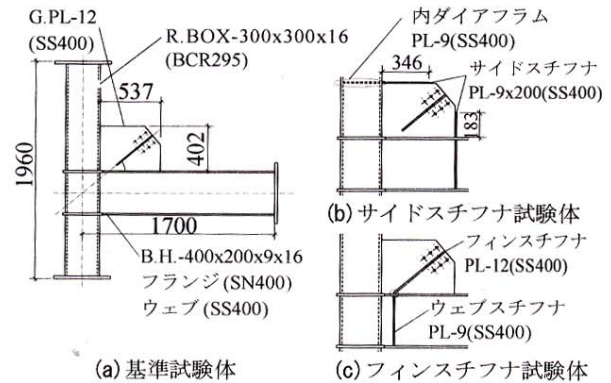


図2 試験体一覧

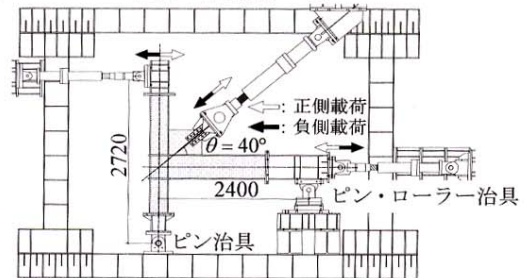


図3 試験体セットアップ

## 3. 実験結果

### 3.1. 弾性範囲の挙動

複合荷重の実験ではダンパー軸力と主架構の変形による挙動が混合され、それぞれの影響を分離して捉えることが難しい。そこで、独立して行った荷重実験の結果を足し合わせ、複合荷重実験の結果と比較し、複合荷重を独立した現象に分離できるかを検討する。それぞれの荷重に対するG.PL内の応力分布を図4に示す。応力は貼付した3軸ひずみゲージより求めた。足し合わせは独立した荷重実験の結果を複合荷重実験の荷重と等しくなるように係数を乗じて行った。応力分布を比較し、整合性を確認した。

次いで、独立した2つの荷重実験の応力分布を比較する。σ分布では、大部分でダンパー軸力による応力と主

架構の変形による応力が相殺する関係となっている。 $\tau$ 分布では、ダンパー軸力による応力と主架構の変形による応力は、分布は異なるが、互いの応力が足し合わされて大きくなっている。弾性範囲では両者がG.PL内に生じさせる応力はほぼ等しいが、ダンパーは早期に降伏して軸力がほぼ一定になるのに対し、主架構の弾性限変形は大きいため、層間変形の増加に伴ってG.PL内に生じる応力は大きくなる。このことから、ダンパー軸力よりも主架構の変形の方がG.PL内の応力分布に及ぼす影響が大きいと言える。

### 3. 2. 独立した载荷実験結果の考察

ダンパー軸力のみを与えた実験結果を示し、G.PLにおけるダンパー軸力の伝達機構を考察する。応力分布から算出したG.PLと補剛材の荷重分担率を図5に示す。ダンパー軸力のcos成分に対しては梁側のせん断力が柱側の垂直力に比べて大部分を占めている。一方、ダンパー軸力のsin成分に対しては柱側のせん断力と梁側の垂直力はほぼ同程度の分担率である。サイドスチフナの分担率はダンパー軸力のcos成分に対して8%、sin成分に対して5%であり、サイドスチフナはほとんど軸力を負担しないと言える。フィンスチフナの分担率は、ダンパー軸力の25%程度負担しており、フィンスチフナが負担した分だけG.PL内の応力が減少している。したがって、フィンスチフナを梁フランジに接合することでダンパー軸力を伝達し、G.PLの軸力負担を軽減する効果があると言える。

次いで、主架構に強制変形のみを与えた実験結果を示し、G.PLや補剛材が周辺部材に及ぼす影響を考察する。柱梁の負担曲げモーメントを図6に示す。基準試験体では、G.PL先端部で柱の負担曲げモーメントが減少するものの、その後また負担曲げモーメントが増加している。梁側はG.PL先端部を境に負担曲げモーメントが減少している。サイドスチフナ試験体は、柱梁共にG.PL先端部を境に負担曲げモーメントが減少しており、特に梁の負担曲げモーメントの減少は他に比べて大きい。これは、内ダイアフラムやサイドスチフナによる補剛を施すことで、柱フランジの面外剛性が上昇し、柱梁双方に対して拘束効果を発揮したためである。一方、フィンスチフナ試験体は基準試験体と同様の結果を示しており、フィンスチフナを梁フランジに接合しても周辺部材に及ぼす影響はほとんどないと言える。

### 3. 3. 弾塑性挙動の考察

G.PLや補剛材が主架構の挙動に及ぼす影響を考察するため、各試験体の骨格曲線から弾性剛性と降伏耐力を比較する。骨格曲線を図7に示す。弾性剛性は、サイドスチフナ試験体が他の試験体に比べて20%程度大きい値となっている。基準試験体の降伏耐力はG.PL先端

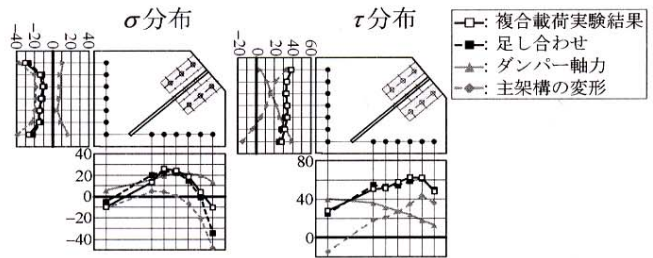


図4 G.PL内の応力分布 (単位: N/mm<sup>2</sup>)

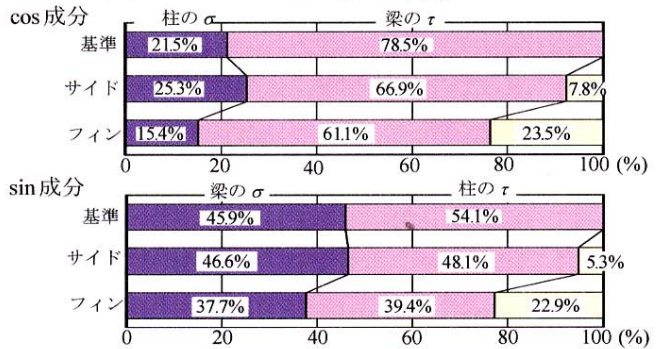


図5 G.PLの荷重分担率



図6 柱梁の負担曲げモーメント分布

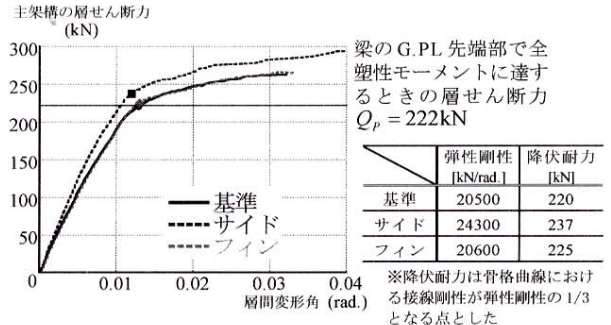


図7 骨格曲線

部が梁の全塑性モーメントに達する荷重とほぼ同様の結果を示している。サイドスチフナ試験体の降伏耐力はG.PL先端部が梁の全塑性モーメントに達する荷重よりも大きい、フィンスチフナ試験体は基準試験体とほぼ同様である。サイドスチフナ試験体の降伏耐力が大きいのは、梁に取り付けられたウェブスチフナの影響によるものと考えられる。

## 4. 結

G.PLを考慮した部分架構の実験から、G.PLが周辺部材に及ぼす影響を考察した。

### 【参考文献】

- 1) 吉敷祥一, 植草雅浩, 和田章: ガセットプレートの存在が周辺部材に及ぼす影響 ダンパーを組み込んだ靱性骨組の総合的な耐震性能の向上 その2, 日本建築学会構造系論文集, No.633, PP.2027-2036, 2008.11