

連続梁モデルによる間柱型ダンパー降伏時層間変形角の推定
 -設置スパンごとのダンパー降伏時層間変形角について-

Estimation of Inter-Story Drift Angle at Stud-Type Damper Yield using Continuous Beam Models
 Interlaminar deformation angle at damper yield for each installed span

○寺岡大輝¹, 高橋孝二², 北嶋圭二²

*Daiki Teraoka¹, Koji Takahashi², Keiji Kitajima²

Abstract: The purpose of the study is to estimate the interlaminar deformation angle at damper yield of inter-column dampers without analysis, and to confirm the applicability of the interlaminar deformation angle at damper yield calculated by the continuous beam model. In this paper, the reasons why the interlaminar deformation angle at damper yield for the outer end span was much higher than the target interlaminar deformation angle at damper yield are discussed.

1. はじめに

近年、大地震後の建物を継続的に使用するために、建物に入力される地震エネルギーをブレース型ダンパーや間柱型ダンパーといった減衰部材(Fig.1)で吸収する制震構造が普及し、実用化されている。間柱型ダンパーはダンパーと取付部材を共に剛とした際、ダンパー抵抗力が限りなく小さい場合、間柱型ダンパーの取付部材と梁の節点(以下、梁中央節点)には、反時計回りの回転角が生じるので、層間変位が生じると同時にダンパーは降伏する(Fig.1)が、ダンパー抵抗力が大きい場合、ダンパー抵抗力により梁中央節点に時計回りに曲げモーメント M が生じるので、層間変位よりダンパー変位が小さくなるため、層がある程度変形しないとダンパーは降伏しない(Fig.1)。よって、間柱型ダンパーを設置する建物の制震構造設計では、ダンパーの取付部材である間柱部分の変形だけではなく、周辺部材である柱梁の変形を考慮したダンパー降伏時層間変位を適切に評価しないとダンパー塑性率 μ_d を適切に設定できない。そのため、笠井らの N-R 状態法¹⁾では、等価な1質点系における必要付加系弾性剛性を、ダンパー剛性を0とした状態 N と、ダンパー剛性を剛体とした状態 R の2つの静的解析を用いて算出し、保有付加

系剛性が必要剛性を満たすようにダンパーの設計を行っている¹⁾。しかし、解析を行わずにダンパー降伏時の層間変形角を評価できれば、間柱型ダンパーを設置する建物の制震構造設計を容易に行うことが可能となる。そこで間柱型ダンパーを取り付ける梁の変形によって生じるダンパー降伏時層間変形角を、10層鋼構造建物を対象に設定した梁断面と設置する間柱型ダンパーのダンパー耐力を用いた連続梁を用いた算定式によってダンパー降伏時層間変形角が評価可能であることを確認した²⁾。しかし、中央スパン以外のスパンに設置した間柱型ダンパーのダンパー降伏時層間変形角の連続梁モデルによる算定値との対応については検討を行っていない。

そこで本報では、文献²⁾の解析モデルの中央スパン以外のスパン(①,①', ②,②'スパン)に設置した間柱型ダンパーのダンパー降伏時層間変形角について検討を行う。

2. 検討対象建物概要および解析概要

建物概要および間柱型ダンパーの配置状況を Fig.2 に示す。建物の解析には、一貫構造計算プログラム「Super Build/SS7(Ver.1.1.1.18)」を用いて行い、解析は荷重増分の片押し解析で実施した。

間柱型ダンパーは、梁のスパン中央に節点を設けて設置し、全層全スパンに配置した。なお、間柱型ダンパー(取付部+ダンパー部)は剛体として解析を行った。ダンパー降伏時目標層間変形角は $1/600\text{rad}$ とし、連続梁モデルを用いて、ダンパー降伏時目標層間変形角 $1/600\text{rad}$ で各層に設置した間柱型ダンパーが降伏するように設定した梁断面諸元を Table 1 に示す。

3. ①, ②スパンのダンパー降伏時層間変形角

中央スパン(③スパン)以外のスパン(①,①',②,②'ス

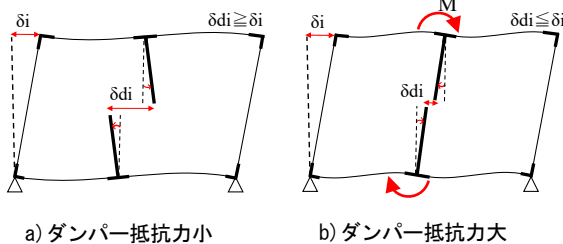


Fig.1 Deformation diagram of a frame with inter-column dampers installed

1 : 日大理工・院(前)・海建 2 : 日大理工・教員・海建

パン)に設置した間柱型ダンパーのダンパー降伏時層間変形角について検討を行う。Fig.3 に連続梁モデルによる算定値と全スパンの間柱型ダンパーそれぞれのダンパー降伏時層間変形角を示す。

Fig.3 より、②,②'スパンに設置した間柱型ダンパーのダンパー降伏時層間変形角は、ほとんどの層において中央スパン(③スパン)と同じで、ダンパー降伏時目標層間変形角(1/600rad)以下で降伏していることが確認できる。外端の①,①'スパンのダンパー降伏時層間変形角は、3~6層においてダンパー降伏時目標層間変形角(1/600rad)を大きく上回る結果となり、連続梁モデルによる算定値と対応していないことがわかる。

4. ①,①'スパンのダンパー降伏時層間変形角

外端の①,①'スパンのダンパー降伏時層間変形角が他スパンに比べ、大きく上回る結果となった要因について各スパンの柱梁節点(左端 θ_1 , 右端 θ_3)と梁中央の θ_2 の節点回転角より検討を行う。Table 2 に 3, 6 層の各スパン各節点回転角およびダンパー降伏時層間変形角を示す。

Table 2 より、②,②'スパンおよび③スパンは、どの層も両端部の節点回転角がほぼ等しく、いずれも小さい値であることが確認できる。それに対し、外端の①,①'スパンは、建物の最外端に当たる左端の節点回転角 θ_1 が中央の節点回転角 θ_2 と概ね等しく、3, 6 層とも大きい値であることが確認できる。よって、外端スパンである①,①'スパンに設置したダンパー降伏時層間変形角がダンパー降伏時目標層間変形角を大きく上回ったのは、建物の最外端の節点回転角が大きいためであると考えられる。

Table 1 Beam cross-sectional specifications

階	梁断面 [mm]	
	梁変更前	梁変更後
R		
10	650 × 250 × 12 × 19	650 × 250 × 12 × 19
9		
8	650 × 250 × 12 × 22	750 × 300 × 12 × 25
7	650 × 250 × 12 × 25	800 × 300 × 19 × 25
6		900 × 300 × 19 × 25
5		1000 × 300 × 19 × 25
4	650 × 300 × 12 × 25	1050 × 300 × 19 × 25
3		1050 × 300 × 19 × 25
2		1050 × 300 × 19 × 28

Table 2 Nodal rotation angle for each span of layers 3 and 6

層	①,①'スパン				②,②'スパン				③スパン			
	節点回転角 [rad]			ダンパー降伏時層間変形角 [rad]	節点回転角 [rad]			ダンパー降伏時層間変形角 [rad]	節点回転角 [rad]			ダンパー降伏時層間変形角 [rad]
	左端 θ_1	中央 θ_2	右端 θ_3		左端 θ_1	中央 θ_2	右端 θ_3		左端 θ_1	中央 θ_2	右端 θ_3	
6	1/627	1/619	1/971	1/558	1/1196	1/711	1/1230	1/666	1/1248	1/719	1/1250	1/672
3	1/538	1/411	1/1084	1/374	1/1517	1/544	1/1623	1/503	1/1474	1/500	1/1482	1/460

4. まとめ

以下に本検討で得られた知見を示す。

- ②,②'スパンに設置した間柱型ダンパーのダンパー降伏時層間変形角は、③スパンとほぼ同様に、ほとんどの層においてダンパー降伏時目標層間変形角(1/600rad)以下で降伏していることを確認した。
- ①,①'スパンのダンパー降伏時層間変形角は、3~6層においてダンパー降伏時目標層間変形角(1/600rad)を大きく上回る結果となり、連続梁モデルによる算定値と対応していないことを確認した。
- ①,①'スパンに設置したダンパー降伏時層間変形角がダンパー降伏時目標層間変形角を大きく上回ったのは、建物の最外端の節点回転角が大きいためであると考えられる。詳細な検討については、今後の検討課題とする。

6. 参考文献

- 1) 笠井, 岩崎:「様々な形式の制振構造における自由度縮約法と水平バネ系への変換法」, 日本建築学会構造系論文集, No.605, pp.37-46, 2005.9
- 2) 加藤, 北嶋ほか:「連続梁モデルによる間柱型ダンパー降伏時層間変形角の推定」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1089-1090, 2023.7

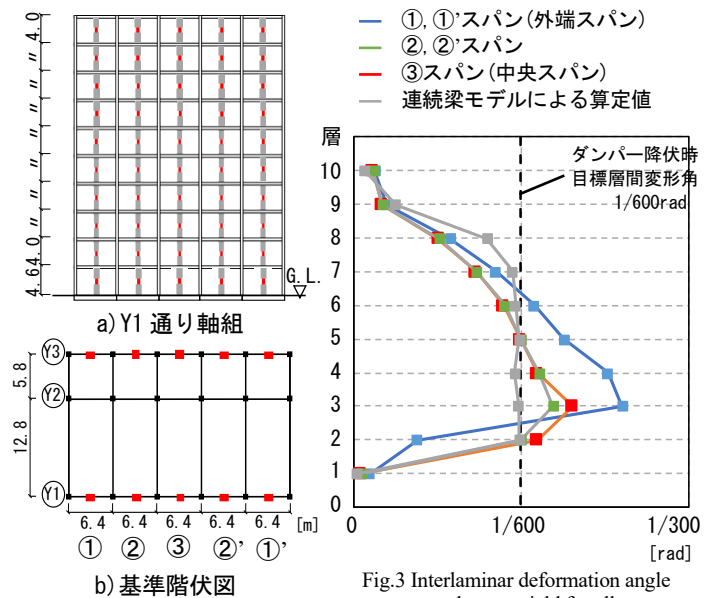


Fig.2 Building under consideration

Fig.3 Interlaminar deformation angle at damper yield for all spans.