

付着性能に注目したプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) 柱梁十字形部分架構の復元力特性に関する研究 (その4 等価粘性減衰定数)

正会員○田島 祐之*2
同 北山 和宏*1

プレストレスト鉄筋コンクリート 付着指標
等価粘性減衰定数 梁せん断力 梁たわみ

本稿では(その3)に続き、PRC柱梁十字形部分架構の梁せん断力-梁たわみ復元力特性から求めた等価粘性減衰定数について検討した。

1. 梁せん断力-梁たわみ角の関係

図-1にB型破壊をした試験体4体の西梁せん断力とたわみ角関係を示す。図の一点鎖線と二点鎖線はそれぞれ梁断面の平面保持を仮定した曲げ解析の梁主筋降伏とPC鋼棒降伏時のせん断力を示しており(材料強度は材料試験の結果を用い、梁主筋は完全付着でPC鋼棒の付着はほとんど無しとした(F値=0.1)解析を行った)、実線は解析値の最大曲げ耐力を示している。全試験体で実験値の方が大きい値を示した。解析においてはどの断面も梁主筋、PC鋼棒の順に降伏したが、実験では試験体N-4・N-5・M-5はほぼ同時期に梁主筋・PC鋼棒は降伏した。しかし試験体M-2は梁主筋の降伏後、梁せん断力は緩やかに上昇し層間変形角2%のピーク時にPC鋼棒が降伏した。また、梁主筋付着良好の試験体M-2は終局プレストレス率 λ_t (PC鋼材の降伏引張力をPC鋼材および普通鉄筋の降伏引張力の和で除した値)が0.29で純RC部材に近いループ形状を示し、 λ_t が同程度で梁主筋付着劣化した試験体M-5は梁たわみ角0.015(rad.)までは細いループを描いた。しかし、全体的に純PC構造の梁曲げ降伏型のような原点指向型ループではなく、RC構造に近い履歴形状を示した。

2. 等価粘性減衰定数 h_{eq} の検討

2.1 h_{eq} の実験値と計算値概要 図-2にそれぞれN・MシリーズのB型破壊試験体の

正方向加力時の西梁せん断力(下端引張、図-1の第4象限)と西梁たわみ関係から求めた h_{eq} と文献¹⁾による付着指標による等価粘性減衰定数を示す。B型破壊した試験体を λ_t で分類し0.29~0.32(純RCに近い構造)、0.49(中間的構造)及び0.72(純PCに近い構造)とした。なお試験体N-4は上下梁主筋径が異なるので正方向加力

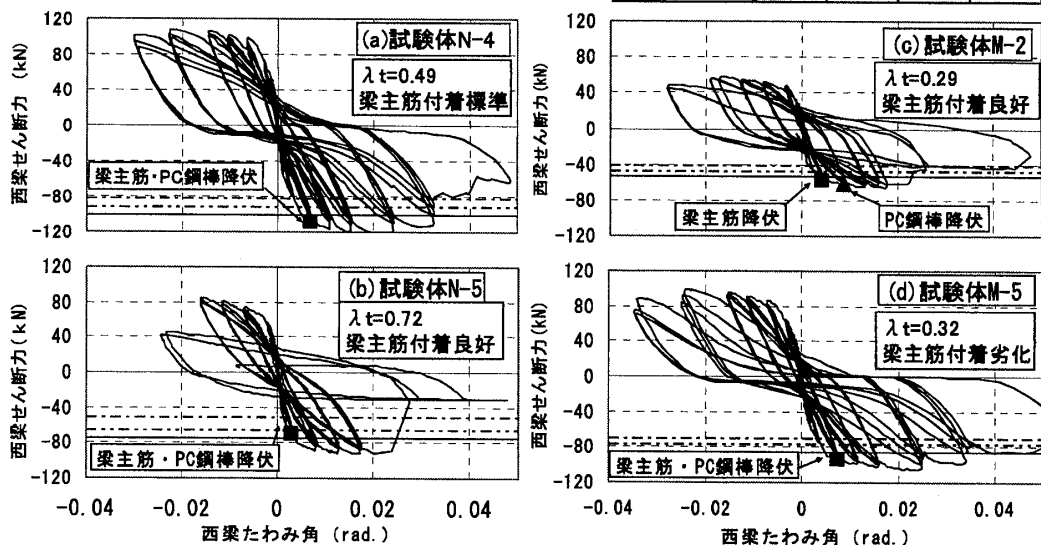


図-1 西梁せん断力-西梁たわみ角関係

時の東梁(上端引張)のデータを使用した。各試験体はPC鋼棒降伏時(表-1参照)を塑性率1として塑性率を算出した。それぞれ塗りつぶし及び実線は実験値、白抜き及び一点鎖線は計算値を示す。実験における等価粘性減衰定数は履歴曲線における同一変位での繰返し載荷の第2サイクルの数値を用いた。文献¹⁾による付着指標を用いた等価粘性減衰定数 h_{eq} は

$$h_{eq} = 0.09 + \frac{0.1}{B_I^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\mu}}\right) \quad (1)$$

で表される。なお(1)式はRC構造を対象としたものである。ここで μ : 変位の塑性率で、想定する部材角を降伏部材角で除した値である。

また付着指標 B_I とは

$$B_I = \frac{u_{b,av}}{\tau_u} \quad (2)$$

で表される。

ここで $u_{b,av}$: 接合部内梁主筋が柱面の一端で引張降伏し他端ではコンクリートの負担圧縮力を0として断面での力の釣り合いから定まる圧縮力を負担するときの接合部内平均付着応力度、 τ_u : 梁主筋の柱梁接合部内での付着強度¹⁾である。図-3にPRC柱梁十字形部分架構実験結果の付着指標 B_I と梁主筋すべりを梁主筋径で除した S/d 関係²⁾を示す。

表-1 PC鋼棒降伏時実験結果

試験体	N-4	N-5	M-2	M-5
最大層せん断力時層間変形角(%)	2.7	1.9	1.9	2.9
PC鋼材降伏時層間変形角(%)	1.0	1.0	0.5	1.0
PC鋼材降伏時西梁たわみ角(%)	0.66	0.52	0.36	0.48

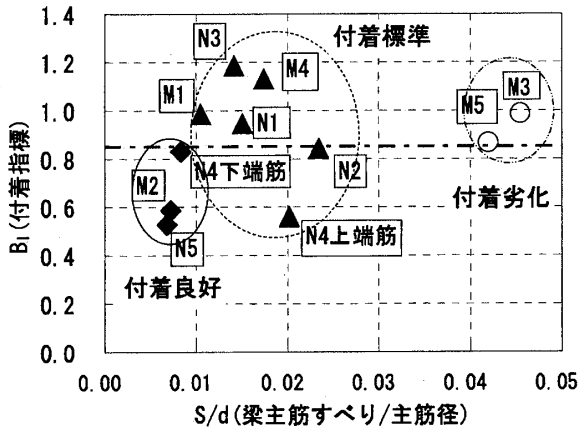


図-3 B₁- S/d 関係

2.2 h_{eq} の実験値、・ 計算値と塑性率関係

図-2(a)の純RC要素に近い試験体M-2のh_{eq}実験値は30%以上計算値より大きかった。これは付着指標B₁で推定した接合部梁主筋付着力より実験値が大きかったためである。試験体M-5は基準化した接合部中央梁主筋すべりより梁主筋付着劣化と判断したが(図-3参照), 接合部中央梁主筋最大付着応力度は計算値と実験値がほぼ同等だったためh_{eq}は良く一致している。図-2(b)の試験体N-4の上端引張時のh_{eq}は最終的に38%計算値が大きく, 下端引張時のh_{eq}は塑性率1から実験の最終まで45%程度計算値が大きい。図-2(c)の純PC要素に近い試験体N-5のh_{eq}実験値は最終的に2倍以上計算値との差を生じた。梁主筋付着は良好と判断したがPC要素の割合が大きいためλ_tとPC鋼棒付着性状を考慮していない(1)式では実験値との差が大きくなったと考える。

4. まとめ

- (1)PRC 構造の梁せん断力とたわみ角関係において試験体M-2 (λ_t=0.29) はRC構造に見られるような太ったループ形状を示した。その他の試験体は比較的細い履歴を示したが, 純PC構造の梁曲げ降伏先行型のようなS字履歴にはならなかった。
- (2)接合部中央の梁主筋すべり・PC 鋼棒相対ずれが試験体M-2では小さく, 試験体M-5では大きい特性を有した2体について, 等価粘性減衰定数h_{eq}の実験値と計算値を比較した。純RCに近い試験体M-2 (λ_t=0.29) ではh_{eq}が30%以上計算値より大きい値を示した。同程度のλ_tである試験体M-5 (λ_t=0.32) では計算値と良く一致した。
- (3) 等価粘性減衰定数h_{eq}について終局プレストレス率λ_tが0.3付近(純RC要素に近い)では梁主筋付着性状が大きく影響したが, λ_tが0.5以上ではその影響はλ_tの増大に伴い減退した。鉄筋コンクリート構造を対象とした(1)式はPRC構造にはこのままでは準用できない。λ_tが大きくなると, h_{eq}の実験値と計算値との差が大きくなったことから, 内田らの研究³⁾で示されたようにλ_tとh_{eq}との関係を定量的に評価する必要がある。さらにPC鋼材付着性状の影響も加味すれば精度よく等価粘性減衰定数h_{eq}を評価できると考

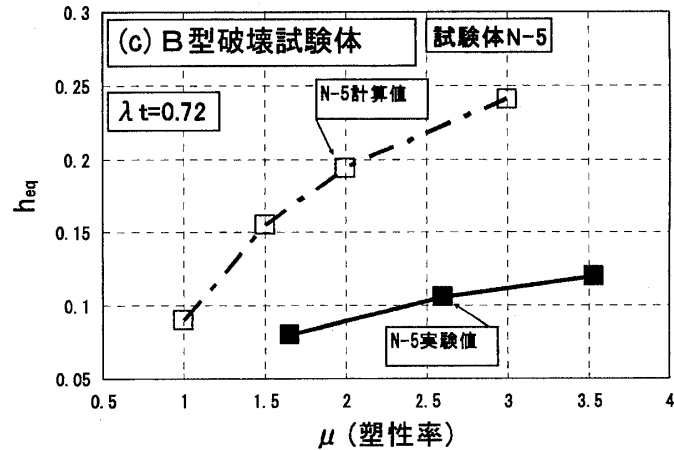
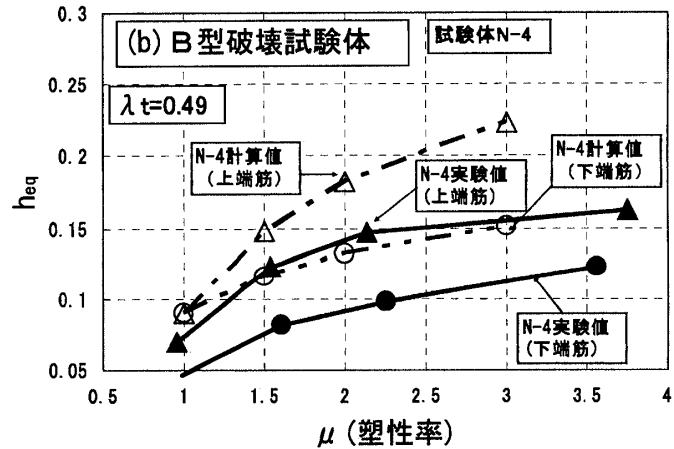
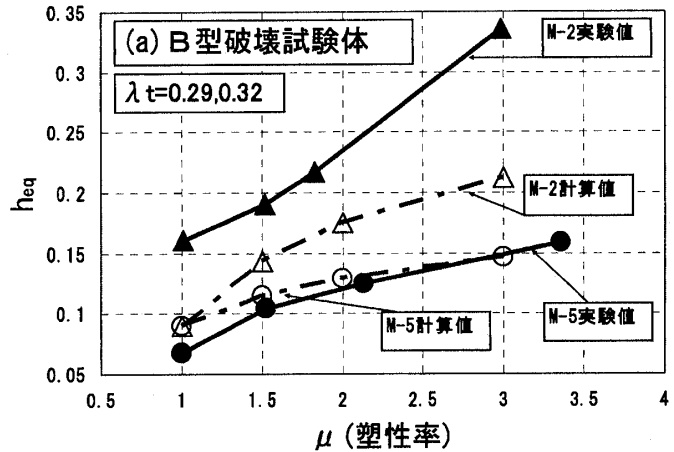


図-2 h_{eq}-μ (塑性率) 関係

えるが, 今後の課題である。

参考文献 1) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針 (案)・同解説, 2004
 2) 北山和宏, 田島祐之ほか2名: 付着性能に着目したプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) 柱梁十字形部分架構の復元力特性に関する研究(その2 実験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 3-4, 2006
 3) 内田, 浜原, 末次, 佐藤, 大崎: 接合部の影響を考慮したPC梁の復元力特性 日本建築学会構造系論文集, No. 575, pp. 105-112, 2004. 1.

*1 首都大学東京大学院工学研究科准教授 工博
 *2 首都大学東京大学院工学研究科 修士 (工学)

*1 Associate Professor, Tokyo Metropolitan University, Dr. Eng
 *2 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University