

鉄筋コンクリート造立体部分架構実験によるスラブ有効幅の検討 (その3) 等価粘性減衰定数と部材端モーメントの推移

正会員 ○高橋 豪* 正会員 福山 洋**
正会員 田尻 清太郎** 正会員 壁谷澤 寿海***
正会員 壁谷澤 寿一**** 正会員 加藤 周二*****

鉄筋コンクリート スラブ協力幅 立体架構実験
静的漸増載荷実験 等価粘性減衰定数 部材端モーメント

1. はじめに

本報(その3)では、(その1)および(その2)に示した鉄筋コンクリート造立体架構試験体の静的漸増載荷実験結果における等価粘性減衰の推移について検討し、スラブ内端および外端における部材端モーメントとはり曲げ強度算定値との比較を行った。

2. 等価粘性減衰の推移

試験体の等価粘性減衰定数は2サイクル目の最大応答時の弾性ひずみエネルギーに対する履歴消費エネルギーの比を 4π で除して算出している。表-1に各載荷サイクル変形角における値を示した。

変形角 $1/100$ (rad)における値はS(スラブ付き)試験体では10%、F(スラブ無し)試験体では8%であった。S試験体とF試験体を比較すると、S試験体は変形角 $1/100$ (rad)で梁主筋が降伏した後もスラブ筋の寄与により変形角 $1/50$ (rad)まで強度が上昇しているにもかかわらず、F試験体と比べ残留変形が小さかった。このため変形角 $1/75$ (rad)以降で比較するとスラブのないF試験体で等価粘性減衰定数が大きくなった。上記の試験体2体の履歴性状の違いは変形角 $1/100$ (rad)以降において顕著であり、スラブが大きく影響していると考えられる。

表-1 等価粘性減衰定数

変形角(rad)	S試験体	F試験体
1/400	5.92	6.28
1/300	7.19	7.44
1/200	7.83	6.10
1/150	7.96	6.36
1/100	9.96	8.41
1/75	11.00	11.16
1/50	14.19	17.21
1/37.5	17.10	21.02
1/25	20.22	22.61

3. 梁部材端モーメント

東西(載荷直交方向)構面においてそれぞれ3箇所ずつ柱に作用させた水平力と、試験体南北(載荷方向)端部の

小梁中央に取り付けた鉛直ジャッキから計測されたはりのせん断力に基づいて各梁の部材端モーメント(フェイス位置)を算出した。ここで外端梁端部のモーメントは試験体南北端部で計測されたはりせん断力が均等に作用するものと仮定した。また、柱脚のピン支承・ピンローラー支承におけるモーメントは0としている。また、本検討では鉛直軸力による $P-\delta$ 効果による付加モーメントの影響は考慮していない。

図-1に各試験体における梁上端引張時(正載荷時、接合部南側梁端部)、図-2に梁上端引張時(負載荷時、接合部北側梁端部)の部材端モーメントの推移を示す。また、図-3にS試験体のスラブ圧縮時(梁下引張時)の部材端モーメントの推移を示す。また図中に示すはり曲げ強度計算値は(その2)に示した精算式に基づいた値とした。精算式におけるスラブ有効幅は下端引張時もコンクリート圧縮域の幅に考慮されている。

S試験体において直交梁のスラブ拘束の影響が大きいと考えられる梁内端の最大モーメントは上端引張時と下端引張時で正負ともに下端筋を考慮したスラブ協力幅を全幅有効とした計算値を上回った。梁外端のモーメントは内端と比べると直交梁によるスラブの軸拘束が小さく、梁内端ほど変形角の増加に伴う梁強度の上昇は見られなかったが、変形角 $1/50$ (rad)においてはほぼ全幅有効時の計算強度に達している。また、計測された鉄筋ひずみ等からスラブ圧縮時においてスラブ筋は引張応力を負担しており、内端スラブ圧縮時の梁端モーメントは変形角 $1/100$ (rad)程度でスラブ全幅有効とした計算強度を上回っている。

F試験体においてはスラブ筋が寄与していないにもかかわらず、内端梁の部材端モーメントが計算強度を大きく上回る結果となった。計算強度との差異は下端引張時に顕著であり、試験体南北端部の小梁を支える両端ピンクレビスの剛性が小さかったことが影響していたと考えられる。はり降伏ヒンジの位置については図-4に示す様にはり端の鉛直変形の拘束剛性が低下することにより、モーメントの節点位置が試験体中央側に移動する。このため梁中央部の部材端モーメントが大きく算出される。

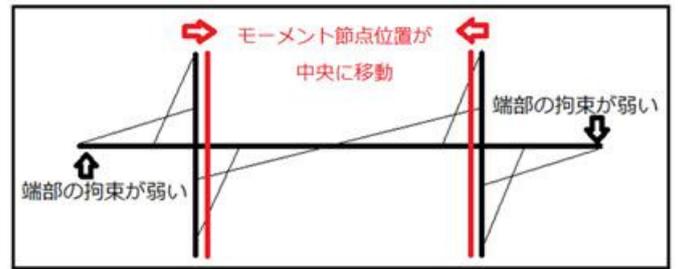


図-4 モーメント節点位置の移動



写真-1 実験におけるはり端部の拘束状況

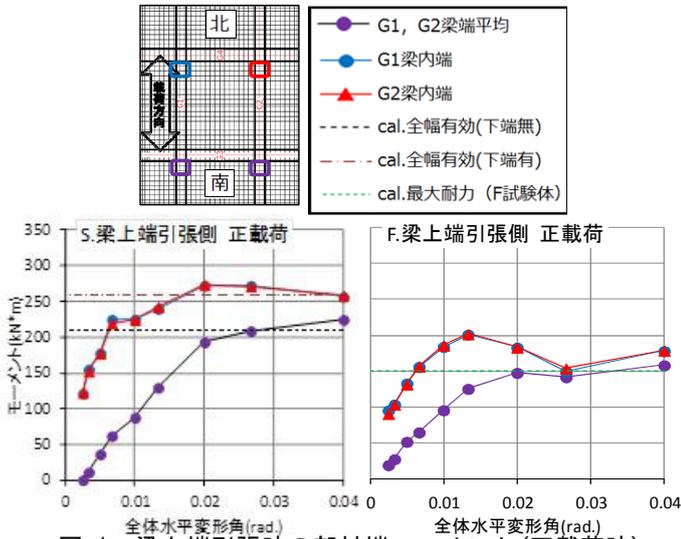


図-1 梁上端引張時の部材端モーメント(正載荷時)

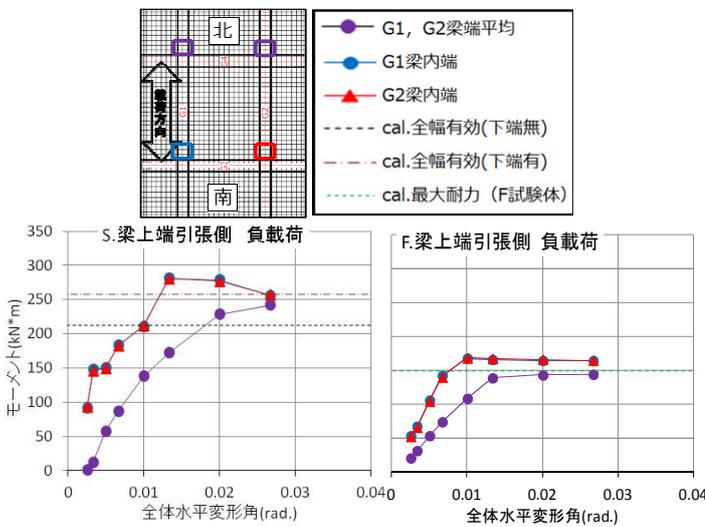


図-2 梁上端引張時の部材端モーメント(負載荷時)

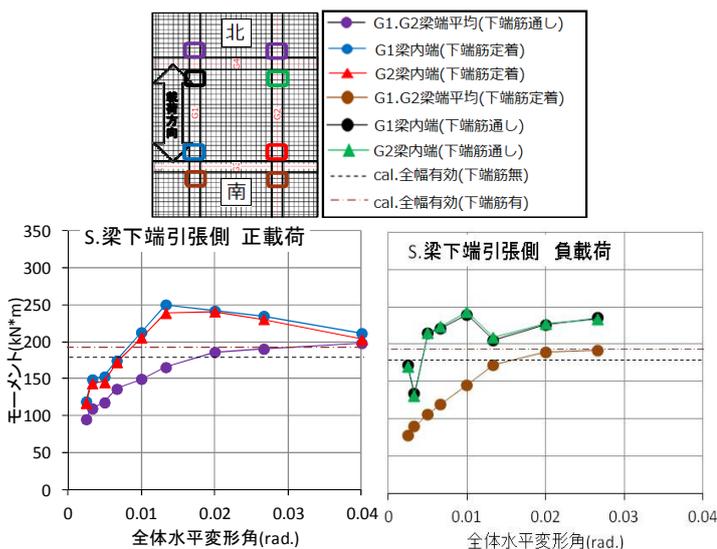


図-3 梁下引張時の部材端モーメントの推移

4. まとめ

本研究ではスラブの有無をパラメータとした鉄筋コンクリート造立体架構の静的漸増荷重実験について等価粘性減衰および部材端モーメントを検討し以下の知見を得た。

- 1) 内端スラブ引張側の部材端モーメントは、スラブ筋を全幅有効とした計算強度の変形角 $1/100$ (rad) で 50-60%、変形角 $1/75-1/50$ (rad) で 90-100% に達した。
- 2) 内端スラブ圧縮側でスラブ筋は引張鉄筋として寄与し、変形角 $1/100$ (rad) 程度で実験値が計算値を上回った。
- 3) 外端では境界条件や支点条件の影響から内端よりもスラブ有効幅の広がりが遅れ、内端より明らかに大きな変形 ($1/50-1/25$ (rad)) で全幅有効の計算値に到達した。
- 4) スラブ下端筋は、定着長を 75 mm (実大相当 150mm) とした場合も通し配筋にした場合と同様に梁耐力に有効に寄与したと推定される。
- 5) 等価粘性減衰定数は変形角 $1/100$ (rad) で S 試験体は 10%、F 試験体は 8% であり、大変形領域では S 試験体の残留変形が小さく、F 試験体より低い値を示した。

謝辞

本研究は平成 25 年度国土交通省建築基準整備促進事業(S6: 鉄筋コンクリート造のスラブ協力幅に関する検討)の研究成果に基づいて実施された。関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説，1990
- 2) 国土交通省他：建築物の構造関係技術基準解説，2007.
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説，2010
- 4) 壁谷澤寿一他：超高層鉄筋コンクリート造建築物のスラブ有効幅に関する検討，日本建築学会学術講演梗概集，日本建築学会，pp17-20，2013

* 一般財団法人ベターリビング (横浜国立大学)
 ** 独立行政法人建築研究所
 *** 東京大学 地震研究所
 **** 国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部
 ***** 株式会社三菱地所設計

* General Foundation Better Living(Yokohama National University)
 ** Building Research Institute, Dept. of Structural Engineering
 *** Earthquake Research Institute, The University of Tokyo
 **** MLIT, NILIM, Building Department
 ***** Mitsubishi Jisho Sekkei Inc