

損傷低減のために袖壁を活用した実大 5 層鉄筋コンクリート造建築物の静的載荷実験 (その 12 2 階スラブの損傷性状の分析)

床スラブ

実大架構試験体

残留ひび割れ幅

正会員 ○渡邊秀和*¹ 同Eko Yuniarsyah*¹同 向井智久*² 同谷 昌典*³同 河野 進*¹ 同北村史登*¹

残留ひび割れ長さ

コンクリート剥落面積

損傷度

同 前田匡樹*⁴ 同衣笠秀行*⁵

1. はじめに

本稿では、その 5¹⁾で示された実大 5 層構造実験結果に基づき、2 階床スラブの損傷性状の分析を行い、報告する。

2. ひび割れ計測概要

計測の対象は、全体の 1/4 に相当する 2 階北西部分(桁行方向 6000mm×梁間方向 3000mm)である(図 1)。加力ピーク時及び除荷時のひび割れ幅、ひび割れ長さ及びコンクリート剥離面積を計測した。桁行方向梁の上面(以下梁上面)部分の領域は梁の一部に該当するため、床スラブではないが本稿で報告を行なう。計測はその 9 と同様の手法を用いる。なお、 $R=1/67\text{rad}$ サイクルに関してはピーク時、除荷時の最大ひび割れ幅及びコンクリート剥離面積の計測のみとする。

3. ひび割れ損傷結果

3.1 残留ひび割れ図

試験体 1 層の層せん断力が最大となったサイクル($R=1/50\text{rad}$)における負側除荷時の残留ひび割れを図 1 に示す。図中、青線及び赤線で正載荷及び負載荷時に発生したひび割れを、黒線は初期ひび割れおよび載荷装置の設置時に発生したひび割れをそれぞれ示す。

$R=1/1600\text{rad}$ から、2F 桁行方向梁の変形に伴い梁上面の袖壁端部付近からひび割れが発生し、 $R=1/800\text{rad}$ でこのひび割れが直交梁の際(以下梁際)に向かって斜めに進展した。その後は、桁行方向梁から加力直交方向に直線

的にひび割れが発生した。 $R=1/50\text{rad}$ サイクル除荷時においても、スラブ中央付近での損傷は、梁際や梁上面と比較すると軽微なものであった。

過去の実験²⁾では、梁上面に入るひび割れは梁間方向から加力直交方向に向かって直線的に入る傾向が見られたが、今回の実験では袖壁が付くことにより図 1 の計測対象箇所右側では、袖壁端部から入った多くのひび割れが梁際に向かって斜めに進展することが確認された。計測対象左側においては、一部袖壁端部から入ったひび割れが梁際に向かって斜めに進展したが、大半のひび割れは加力直交方向に向かって直線的に進展した。

3.2 最大ひび割れ幅(ピーク時、除荷時)

梁上面と床板の、ピーク時および除荷時において、観測された最大ひび割れ幅と加力サイクルとの関係を図 2 に示す。 $R=1/100\text{rad}$ サイクル中に発生したスラブ筋の降伏に伴い、ピーク時及び除荷時の最大ひび割れ幅が増大し梁上面、床板でピーク時にそれぞれ幅 3.9mm、2.5mm 除荷時に共に幅 1.3mm のひび割れが発生した。スラブに発生するひび割れは曲げひび割れが支配的でありスラブ筋が弾性範囲である $R=1/200\text{rad}$ サイクルまで、残留ひび割れ幅はピーク時の半分程度に閉じる傾向が見られスラ

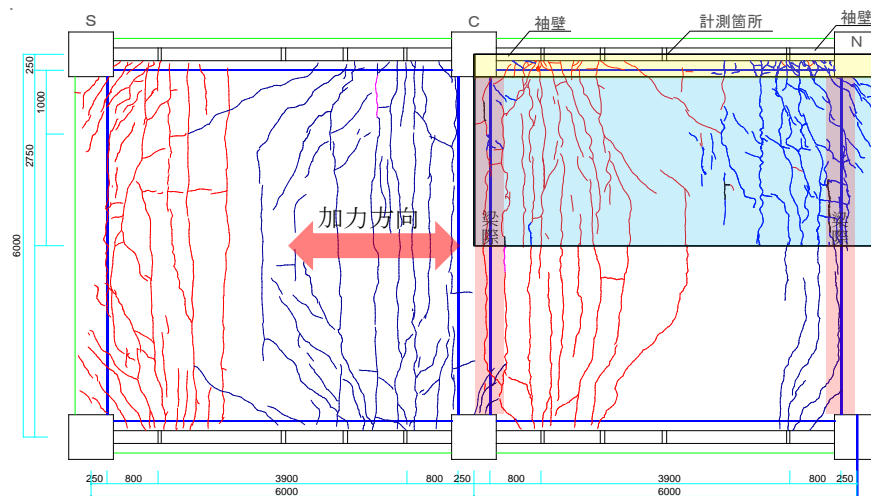


図 1 ひび割れ図($R=1/50\text{rad}$)

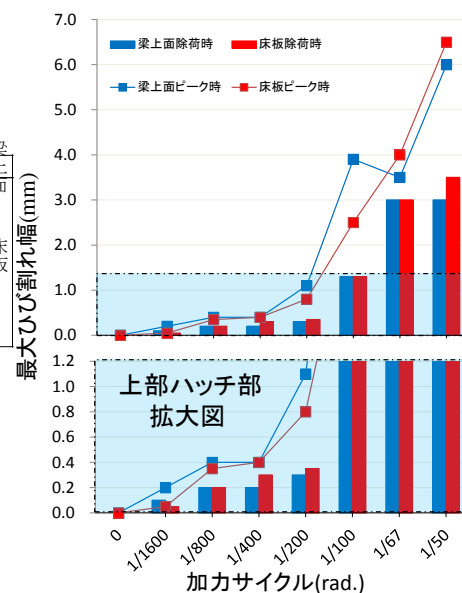


図 2 最大ひび割れ幅の推移

Static Loading Test on A Full Scale Five Story Reinforced Concrete Building utilizing Wing Walls for Damage Reduction (No.12 Damage Analysis of the 2nd floor Slab)

Hidekazu WATANABE EKO Yuniarsyah, Tomohisa MUKAI, Masanori TANI, Susumu KONO, Fuhito KITAMURA, Masaki MAEDA and Hideyuki KINUGASA

ブ筋の降伏後も $R=1/67\text{rad}$ サイクルを除いて、同様の傾向が見られた。梁上面と床板において、ピーク時、除荷時ともに最大ひび割れ幅の推移に、計測箇所による違いは見られなかった。

3.3 残留ひび割れ長さ

図 3 に負荷除荷時での残留ひび割れ率（総ひび割れ長さ／スラブ面積の平方根）と加力サイクルとの関係を示す。図中、残留ひび割れ幅 W_f で分類(0.2mm 未満, 0.2～1.0mm 未満, 1.0～2.0mm 未満, 2.0～5.0mm 未満, 5.0mm 以上)した内訳を示す。図 3 より、床スラブでの総ひび割れ長さには単調な増加傾向が見られた。

$R=1/400\text{rad}$ までは通常補修が必要な 0.2mm 以上のひび割れはほとんど見られなかったが、 $R=1/200\text{rad}$ サイクル以降、幅 0.2mm 以上のひび割れ長さに増加傾向が見られた。さらに、スラブ筋が降伏した $R=1/100\text{rad}$ サイクル以降では幅 1.0mm 以上のひび割れも増加した。 $R=1/50\text{rad}$ サイクルにおいて、全ひび割れ長さの内 43%が 0.2mm 以上の通常補修の必要なひび割れとなった。

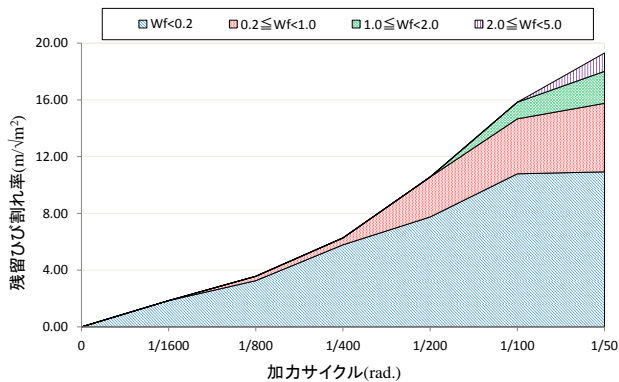


図 3 残留総ひび割れ率の推移

3.4 コンクリート剥離面積

2F 床スラブにおいてはコンクリートの剥落は $R=1/1600\sim 1/67\text{rad}$ サイクルでは確認されず、 $R=1/50\text{rad}$ サイクルにおいて四隅の箇所(柱付近)に 345.7mm^2 、コンクリート剥落面積率(計測対象面積に対するコンクリート剥落面積の比)0.0019%のかぶりコンクリートの剥落が確認されたのみであった。

4 変形角に応じた損傷度の推移

スラブの損傷度を評価する基準が現時点では規定され

表 1 被災度区分判定基準による損傷度の推移

全体変形角	2F北側梁	2F北側スラブ	
		梁上面	床板
1/1600rad	I	I	I
1/800rad			II
1/400rad			
1/200rad	III	II	III
1/100rad	IV	III	
1/67rad		IV	IV
1/50rad			

ていない。床スラブの構造材としての要求性能や復元力特性は柱や梁とは異なるが、本論文ではその 9 と同様に簡易な指標の

一つとして、被災度区分判定基準³⁾の損傷度の判定方法を床スラブに準用し、検討を行う。各サイクル梁上面及び床板における損傷度の推移を表 1 に示す。文献 3)では残留ひび割れ幅、鉄筋性状及びコンクリート性状を主な指標としており、床スラブのようにコンクリートの剥離がほとんど見られない部材では、ひび割れ幅のみによる損傷度の判定となった。そのため、サイクルごとの残留最大ひび割れ幅の推移にほとんど違いが見られない梁上面と床板では、損傷度判定もほぼ同様の結果となった。また、表中にその 9 で示した梁の損傷度を同時に記載し、梁上面を含めた梁の損傷度判定を行った。その結果、全てのサイクルにおいて、梁の損傷度は梁上面と、同等もしくは大きく評価された。

5 まとめ

本稿では、実大 5 層 RC 造 2F スラブの損傷性状を分析し、以下に得られた知見をまとめる。

- ・計測対象箇所右側では袖壁が付くことにより、多くのひび割れが袖壁端部から梁際に向かって斜めに進展することが確認された。対して、左側では、一部袖壁端部で入ったひび割れが梁際方向へ進展したが、大半のひび割れは加力直交方向に進展することが確認された。
- ・スラブに発生するひび割れは、曲げひび割れが支配的であり、スラブ筋が弾性範囲である $R=1/200\text{rad}$ サイクルまで梁上面、床板での除荷時のひび割れ幅がピーク時の半分近く閉じる傾向が確認された。その後、鉄筋が降伏しても $R=1/67\text{rad}$ サイクルを除いて、 $R=1/100\text{rad}$ 、 $R=1/50\text{rad}$ サイクルにおいて残留ひび割れ幅がピーク時の半分以下に閉じることが確認された。
- ・損傷度判定として被災度区分判定を準用したが、スラブの損傷にはコンクリートによる剥離がほとんどみられないため、残留ひび割れ幅のみによる損傷度判定となった。判定の結果、梁上面と床板の損傷度はほぼ同様の結果となった。
- ・梁上面を含めた梁の損傷度判定を行った。その結果、全てのサイクルにおいて、梁の損傷度は梁上面の損傷度と同等もしくは大きく判定された。

参考文献

- 1)堀ほか：袖壁を活用した実大 5 層鉄筋コンクリート造建築物の静的載荷実験，その 5，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)，2015.9(投稿中)
- 2)上之菌ほか：鉄筋コンクリート造実大 7 層建物の仮動的実験，その 3，日本建築学会構造系論文報告集，1987. 7
- 3)日本建築防災協会・国土交通省住宅局建築指導課：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針，2001

*1 東京工業大学 *2 国立開発研究法人建築研究所
*3 京都大学 *4 東北大学 *5 東京理科大学

*1Tokyo Institute of Technology *2Building Research Institute
*3Kyoto University *4Tohoku University
*5Tokyo University of Science