

コンクリート 乾燥収縮 有限要素法
逐次積分法 クリーブ ひび割れ

1. はじめに

本報は、前報¹⁾に引き続いて、乾燥収縮ひずみによるひび割れ解析結果を報告する。

2. ひび割れ解析結果

(1) 乾燥収縮ひずみによる部材の損傷と検討項目

図-1 に、前報¹⁾の表-1 に示した解析 4 の場合の乾燥収縮ひずみの目標値を作用させた場合における塑性ひずみ (3 方向ひずみベクトルの絶対値：ひび割れひずみ) の発生状況を示す。梁および柱について最も大きな塑性ひずみを生じていたのは低層階の梁であったが、上層階を含めた梁端部や 1 階柱脚部にも塑性ひずみが生じた。他の解析でも、これと同様な箇所に塑性ひずみ (ひび割れひずみ) が生じた。そこで、本研究では、図-1 に示すように、乾燥収縮ひずみによる部材の変形と損傷について、柱については外柱の層間変形角、梁については中間スパン梁に関する軸方向応力、塑性ひずみ、拘束率について評価することとした。なお、解析結果の経時変化について、前報¹⁾の表-1 の解析 1~3 は、解析 4 と同じ材料条件であるから、ここでは解析 4~6 について検討した。

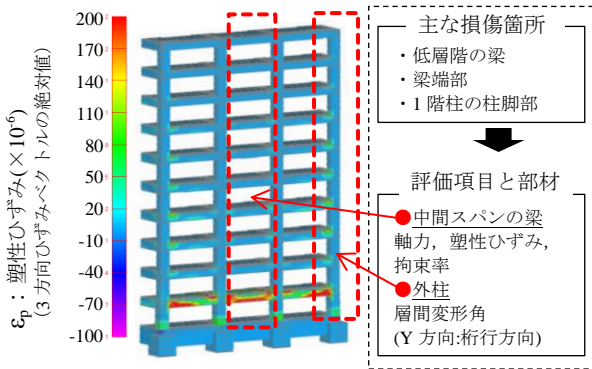


図-1 乾燥後の塑性ひずみ (解析 4)

(2) 層間変形角

図-2~4 に、各階の桁行方向に関する層間変形角の経時変化を示す。この値は、各階スラブ位置の外柱の変形から求めた。いずれの解析番号についても 1 および 2 階に大きな層間変形角が生じ、1 階であれば 0.0012 程度 (1/800 程度)、2 階であれば 0.0005~0.0006 (1/2000 程度) 程度であった。解析 5 および 6 については、それを上限として、経過時間とともにその値を保つかやや減少する

傾向を示した。図-1 の 1 階柱脚部に塑性ひずみが生じたのは、以上の層間変形によるものと考えられる。

(3) 梁に作用する軸方向平均垂直応力

表-1 に、梁部材の圧縮強度と引張強度を示す。図-5~7 に、桁行方向の梁に作用する軸方向平均垂直応力力の経時変化を示す。対象とした梁は、3 スパンのうちの中央の梁で、平均垂直応力は梁中央部の要素群の軸方向 (桁行方向) の直角断面における垂直応力の平均値とした。解析 4 については、引張強度に達したのは 2 階の梁のみであった、解析 5 および 6 については上層階についても引張強度に達していた。ただし、これらの解析で引張強度に達する場合は、その値を保持するか緩やかな減少の傾向を示した。

(4) 梁の Y 方向の塑性ひずみの平均値

平均軸力と同様に、同じ梁位置および要素群の塑性ひずみ (Y 方向成分) の平均を求めた。図-8~10 に、その経時変化を示す。解析 4 では 2 階のみ塑性ひずみが生じたが、解析 5 および解析 6 では上層階でも塑性ひずみは増大し、上層階でもひび割れた状態となっていた。

(5) 拘束率 (Y 方向ひずみ成分で算定)

これも平均軸力と同様に、同じ梁位置および要素群の拘束率を求めた。拘束率の算定方法は既報²⁾と同様である。図-11~13 に、その経時変化を示す。

2 階では 0.4~0.7 程度の高い値を示したが、高層階になるといずれもそれよりも低い値となった。解析 6 では、高層階でも徐々に大きな値を示す結果となった。このように、梁が拘束されることによって引張応力が発生し、ひび割れが生じる現象が発生したものと考えられる。

3. まとめ

本報では、ひび割れ解析結果を報告した。次報では、Pushover 解析結果を報告する。

[参考文献]

- 1) 富田耕司, ほか: 自己歪が鉄筋コンクリート造建築物の構造性能に与える影響に関する研究 その2, 日本建築学会学術講演梗概集, 2016
- 2) 森井万葉, 渡部嗣道: RC ラーメン構造の乾燥収縮ひび割れ発生評価に関する施工工程を考慮したフルモデル解析, コンクリート年次論文報告集, Vol36, No.2, pp49-54, 2014

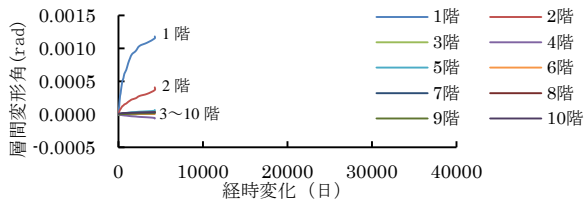


図-2 層間変形角の経時変化 (解析 4)

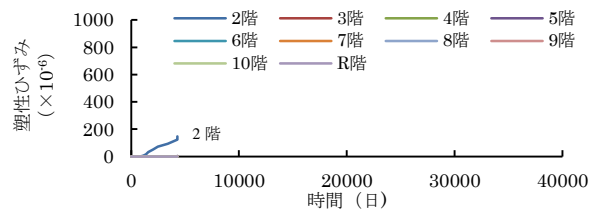


図-8 平均塑性ひずみの経時変化 (解析 4)

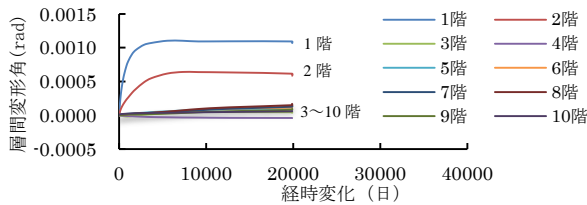


図-3 層間変形角の経時変化 (解析 5)

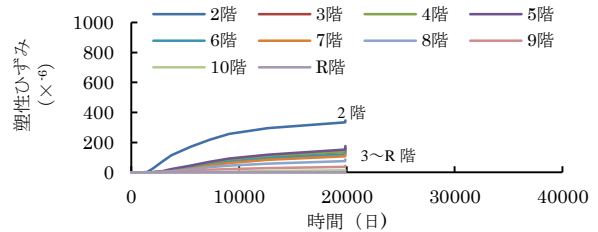


図-9 平均塑性ひずみの経時変化 (解析 5)

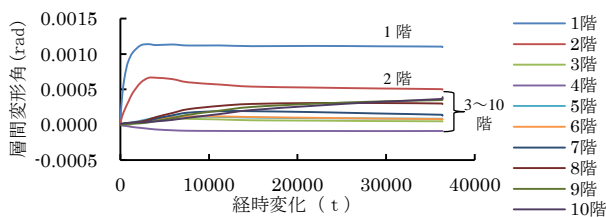


図-4 層間変形角の経時変化 (解析 6)

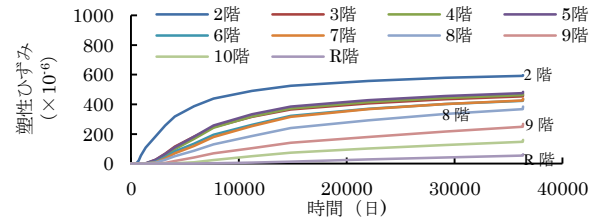


図-10 平均塑性ひずみの経時変化 (解析 6)

表-2 梁部材の圧縮強度と引張強度

階数	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	階数	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
2	36	2.25	4~7	30	1.96
3	33	2.11	8~R	27	1.81

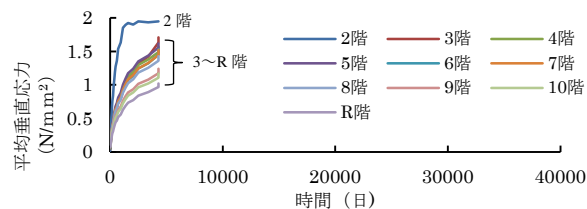


図-5 軸方向平均垂直応力の経時変化 (解析 4)

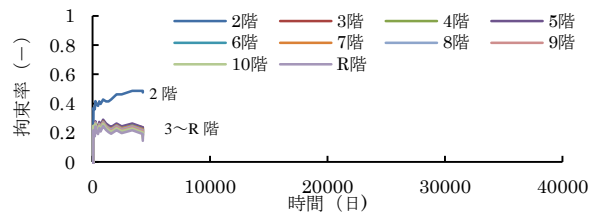


図-11 拘束率の経時変化 (解析 4)

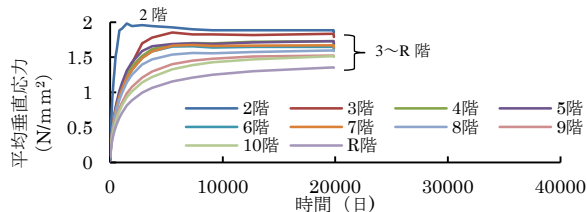


図-6 軸方向平均垂直応力の経時変化 (解析 5)

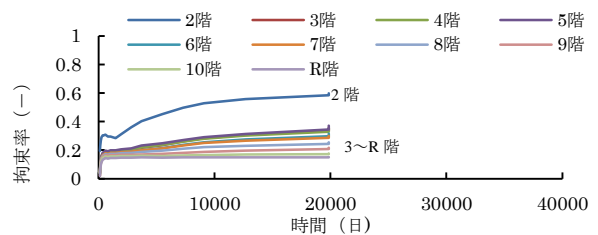


図-12 拘束率の経時変化 (解析 5)

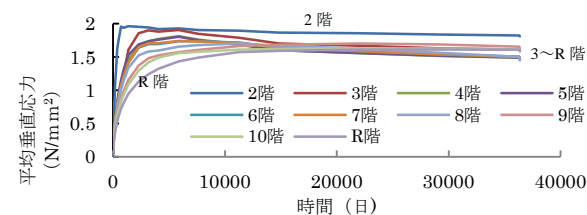


図-7 軸方向平均垂直応力の経時変化 (解析 6)

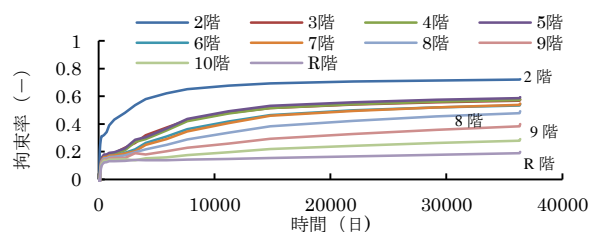


図-13 拘束率の経時変化 (解析 6)