

若材齢期間における超高強度 RC 造建物のひび割れ評価

(その 2)三次元 FEM 解析を用いたひび割れ予測

Crack Evaluation of Ultra High Strength RC Buildings During Early-Age

(Part-2) Prediction of Cracks Using Three-Dimensional Finite Element Method

○加藤舜也¹, 田嶋和樹², 長沼一洋², 佐藤裕一³

*Shunya Kato¹, Kazuki Tajima², Kazuhiro Naganuma², Yuichi Sato³

Abstract: : In Part-2, crack prediction was carried out for portal type RC frame specimen using three-dimensional finite element method. It was shown that the crack widths were overestimated unless the creep was considered although insignificant influence was found in the consideration of the bond-slip. In addition, when considering both creep and bond-slip, the width of the cracks generated at the age 28 days was around 0.1mm, and it was confirmed that the experimental result were well predicted.

1. はじめに

(その 2)では, (その 1)で示した解析手法を用いて, 門型の RC フレーム試験体を対象とした三次元 FEM 解析を実施し, 初期ひび割れの幅, 位置および発生時期の予測を行う。

2. 試験体概要および解析概要

本解析では, 自己収縮研究委員会^[1]が実施した自己収縮試験の試験体を解析対象とした。Fig.1 に試験体概要および解析概要を示す。実験では, 材齢 28 日時に圧縮強度 136MPa が計測されている。引張強度, 弾性係数の実測値は, (その 1)で示す。

本解析では, 対称性を考慮し, 1/4 でモデル化を試みた。コンクリートは六面体要素, 鉄筋はトラス要素でモデル化し, コンクリート-鉄筋間の界面に接合要素を設け, 付着すべりを考慮している。境界条件は, スタブ底面は X, Z 方向の並進を固定し, また, 境界面では直交する方向の並進を固定した。Fig.2 に解析で与えたコンクリートの自由ひずみの履歴を示す。自由ひずみは, 実験より計測されている値を用いた。なお, 計測は材齢約 5 日目まで行われており, その後のひずみは一定と仮定した。Fig.3 にクリープ関数を示す。各パラメータは, $\alpha = 0.8$, $d = 0.6$, $p = 0.3$ とした。材齢 1 日以前のクリープ関数を過大評価しているが, このような極若材齢期間のクリープひずみは, 応力緩和にあまり影響しないと考え, 材齢 1 日以降のクリープ関数に適合するように各パラメータを決定した。

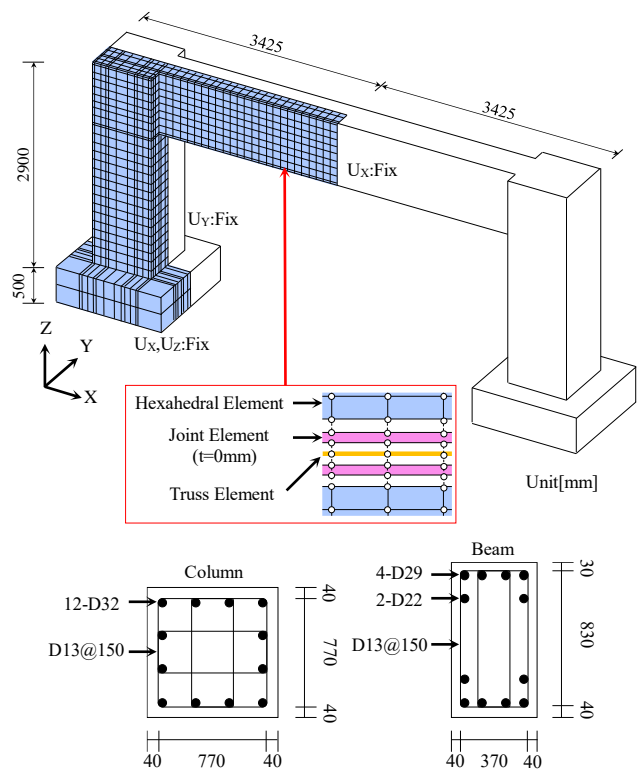


Fig.1 Configurations of Specimen and Analysis Model

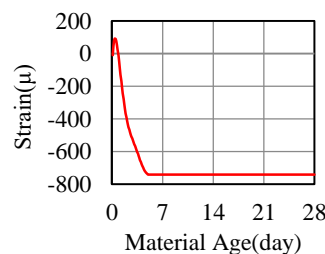


Fig.2 Strain History

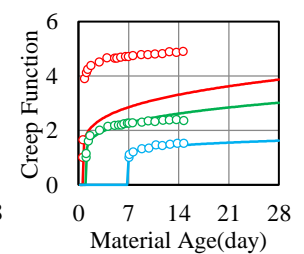


Fig.3 Creep Function

3. 解析結果および考察

解析結果を Fig.4 に示す。本解析では, 若材齢期間のクリープおよび付着すべりによる影響も確認するため, 付着すべり, クリープいずれも考慮しない場合(Case1),

クリープのみを考慮した場合(Case2), 付着すべりのみを考慮した場合(Case3), 付着すべり, クリープ両方考慮した場合(Case4)の 4 通りの解析を実施した。ひび割れが連続して生じている箇所では, 材齢 28 日

1 : 日大理工・院 (前) 2 : 日大理工・教員・建築 3 : 京都大学工学・助教・建築

時点で、ひび割れ幅が最大である要素を抽出した。

Case1 では、梁端部、梁下端部、および柱頭、柱脚にひび割れが生じた。特に、柱頭では 0.54mm と大きなひび割れが生じており、これはコンクリートと鉄筋の定着が不十分であり、すべりが大きく生じることが予想されるが、完全付着としているため、コンクリートに過大な応力が生じていると考えられる。なお、柱脚および梁端部については、収縮による外部拘束の影響を強く受けることから、大きなひび割れが生じている。これに対し、Case2 では、全体的にひび割れ幅が大きく低減されており、また、柱脚および梁端部にひび割れが閉じている箇所が確認された。

一方、Case3 では、柱頭のひび割れが抑制されたが、全体的にひび割れ幅は低減されていないことが分かる。特に、柱脚、梁端部では、コンクリート-鉄筋間においてすべりが生じ、応力伝達機構が低減されるため、コンクリートに過大な応力が生じていることが考えられる。Case4 では、Case2 と同様にひび割れ幅が全体的に低減されている。Fig.5 に示すように、実験では、材齢 28 日時点で柱脚、梁端部に 0.1~0.15mm 程度のひび割れが生じており、概ね予測できていると言える。

Fig.6 に Case1~4 において生じたひび割れ幅の経時変化を示す。Case1,3 ともに、材齢 2 日からひび割れが生じており、梁下端部を除いて、ひび割れ幅が著しく進展していく傾向が見られる。特に、Case3 では、材齢 4 日付近で柱脚、梁端部にすべりが生じ、大きなひび割れが生じている。Case2,4 では、柱脚、梁端部に Case1,3 よりも早期にひび割れが生じているが、大きな変化は見られなかった。また、材齢 5 日以降のひび割れの進展は一定であるため、リラクゼーションによって応力が緩和され、ひび割れ幅が低減していると考えられる。

以上の結果から、若材齢期間のクリープは、応力緩和によってひび割れ幅が低減されるが、外部拘束の影響を強く受ける箇所では、付着すべりを考慮してもひび割れ幅は抑制されないことが分かった。

4. まとめ

(その 2)では、門型の RC フレーム試験体を解析対象とした三次元 FEM 解析を実施した。その結果、本手法を用いることで概ねひび割れの位置と幅の予測が可能であることを確認した。また、若材齢期間のクリープは、応力緩和により、ひび割れ幅が低減されるが、外部拘束を強く受ける箇所では、付着すべりを考慮してもひび割れ幅はほとんど低減されないことが分かった。

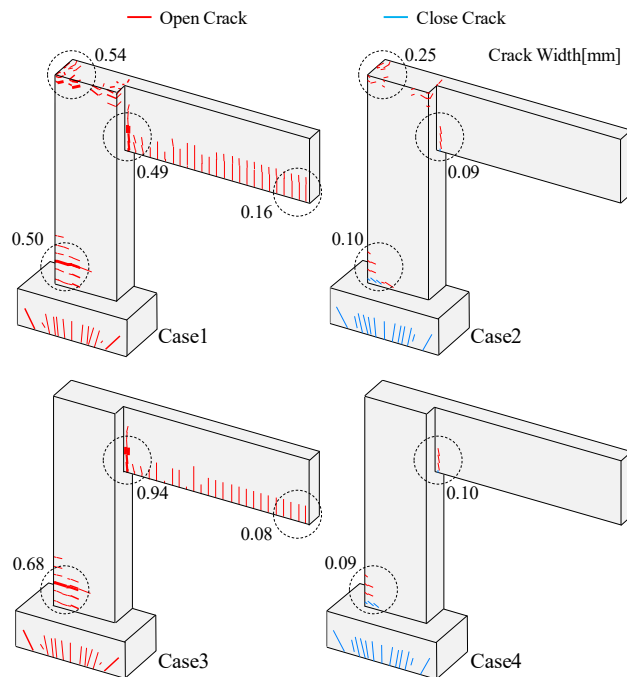


Fig.4 Cracks at 28 days (Analysis)

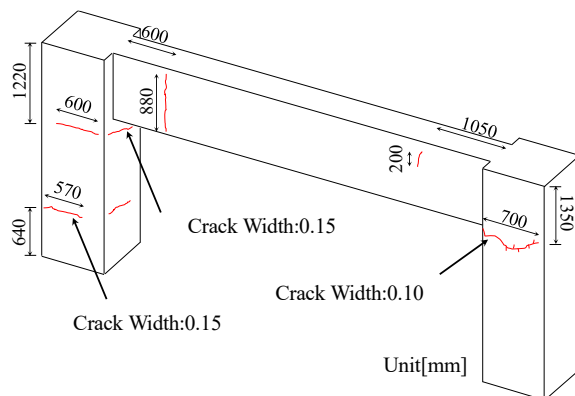


Fig.5 Cracks at 28 days (Experiment)

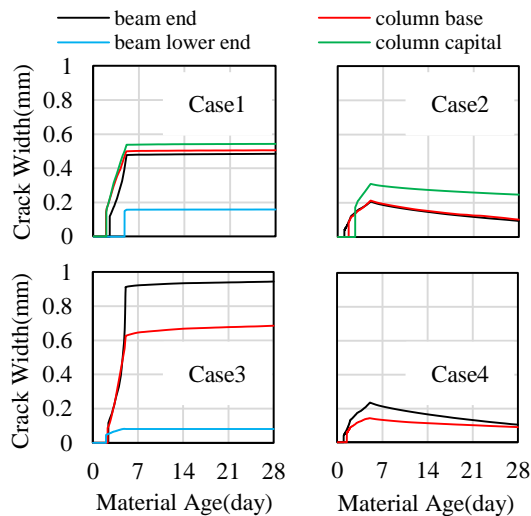


Fig.6 Crack Width-Age Relationships (Analysis)

5. 参考文献

- [1] 日本コンクリート工学協会：自己収縮研究委員会報告書, pp.172-190,1996.11