

FEM 解析を用いた RC 構造物の乾燥収縮ひび割れの予測
(その 2) 柱梁付壁部材に生じる収縮ひび割れの予測
Prediction of Shrinkage Cracks of RC Structures Using FEM Analysis
(Part 2) Prediction of Shrinkage Cracks on Framed-wall

○ 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 Framed-wall specimen using finite element method. As a result, it has been found that the number and width of cracks are greatly reduced by considering creep strain. Also, we confirmed that it is possible to predict the location and pattern of shrinkage cracks by means of our method.

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、柱梁付壁部材を対象とした FEM 解析を実施し、収縮ひび割れの幅、発生位置および発生時期の予測を行い、本解析手法の適用性を確認する。

2. 試験体および解析概要

ここでは、今本ら¹⁾が実施した柱梁付壁部材の乾燥収縮試験を解析対象とした。Fig.1 に試験体の概要および解析モデル図を示す。壁厚さは 100mm であり、配筋は D10@100 のシングル配筋である。試験体は、下梁が先行して打設されており、その 30 日後に柱、壁、上梁の打設が行われ、打設後 8 日に脱型されている。コンクリートは材齢 28 日時で圧縮強度 32.8MPa、弾性係数 24.2GPa が計測されており、破壊エネルギーは $G_F=0.094\text{N/mm}$ としている。

試験体に対して FEM 上では、Fig.1 に示すような要素分割とし、また、対称性を考慮して 1/2 をモデル化している。コンクリートを六面体要素、鉄筋をトラス要素でモデル化し、コンクリートと鉄筋間には接合要素を設け、付着すべり挙動を表現している。なお、本解析では打設時期の影響を考慮し、下梁打設後 30 日目まで柱、壁、上梁は存在しないものとしている。境界条件は下梁底面の鉛直変位を固定し、また、境界面と直交方向の並進変位を固定している。

Fig.2 に引張強度および弾性係数の経時変化を、Fig.3 に収縮ひずみの経時変化を示す。力学的性質は(その 1)で示した予測式を使って材齢依存性を与え、収縮ひずみは試験体とは別のダミー部材から計測された収縮ひずみをそのまま適用した。

3. 解析結果および考察

まず初めに、弾性応力解析を実施し、コンクリート

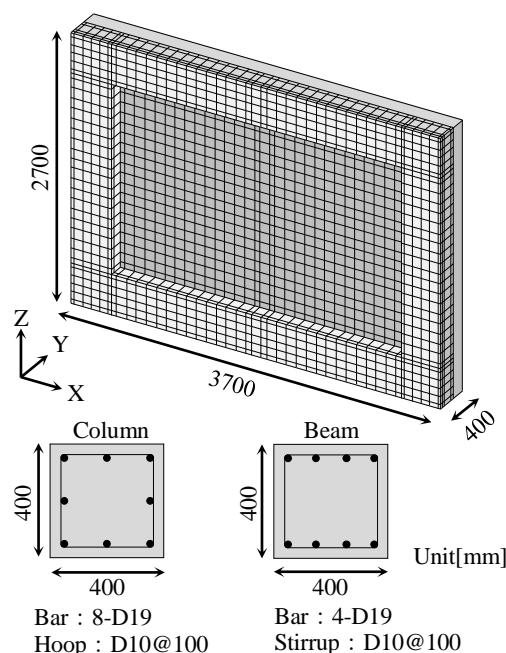


Fig.1 Configurations of Specimen and Analysis Model

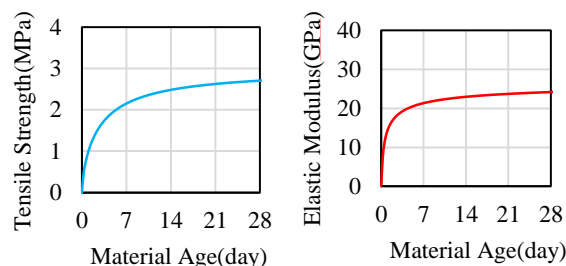


Fig.2 Time-Dependency of Tensile Strength and Elastic Modulus

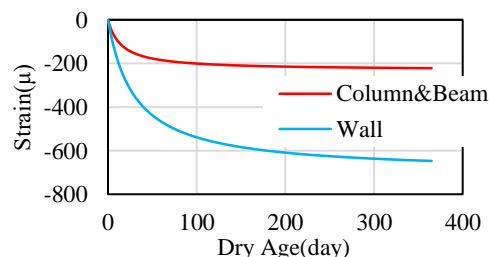


Fig.3 Shrinkage Strain

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

が収縮する際に生じる拘束応力の分布状況を確認する。Fig.4 に材齢 1 年時における最大主応力分布を示す。壁の収縮の進行に伴って壁周辺の応力が増大していることが分かった。また、鈴木ら^[2]は、壁やスラブのような面部材が収縮する際、周辺に取りつく部材近傍であるほど拘束力が強くなることを示唆しており、本解析においても同様の傾向が確認された。

次に本手法による解析結果を示す。比較のため、クリープを考慮しない解析も実施した。Fig.5 に材齢 1 年時における壁のひび割れ状況を示す。クリープを考慮することでひび割れの数が大きく減少していることが分かる。また、実験では壁四隅および中心でひび割れが確認されており、概ねひび割れの発生位置を模擬できている。ただし、ひび割れの発生時期は、実験では 36 日であるのに対し、解析では 52 日とやや遅く生じる結果となった。

Fig.6 に材齢 1 年時における壁中心のひび割れ幅分布を示す。ひび割れの数と同様に、クリープによってひび割れ幅が大きく低減していることが確認された。ただし、実際の実験では平均ひび割れ幅は 0.17mm 程度であるのに対し、本解析(クリープを考慮した場合)では 0.25mm と過大評価する結果となった。実験では外気温の変動が大きいことから、クリープの変動が解析と異なっていると考えられる。実験結果とやや差はあるものの、ひび割れの発生位置を概ね模擬出来ていることから、本手法を用いることである程度の精度で収縮ひび割れの予測が可能であることが分かった。

Fig.7 に壁中心のひび割れ幅の経時変化を示す。クリープの有無によってひび割れの進展が大きく異なっていることが分かる。また、クリープを考慮した場合、リラクゼーション効果によって応力が緩和されるため、材齢約 200 日以降はひび割れの進行がほぼ一定になる傾向が確認された。

4. まとめ

(その 2)では、柱梁付壁試験体を対象とした FEM 解析を実施し、長期的に生じる乾燥収縮ひび割れの予測を行った。その結果、クリープによってひび割れの数および幅が大きく低減することが分かった。また、本手法を用いることで概ねのひび割れの発生位置の予測が可能であることを確認した。

参考文献

[1] 今本啓一：各種コンクリート壁体の収縮挙動, AIJ 構造系論文集, 第568号, pp.15-20, 2003.6

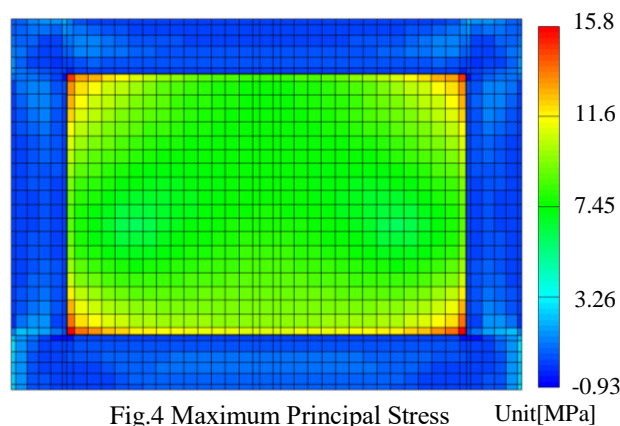
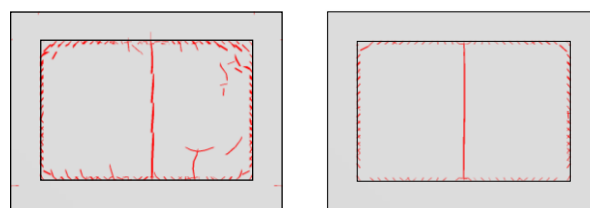


Fig.4 Maximum Principal Stress Unit[MPa]



(a)Without Creep (b)With Creep
Fig.5 Cracks After One Year(Analysis)

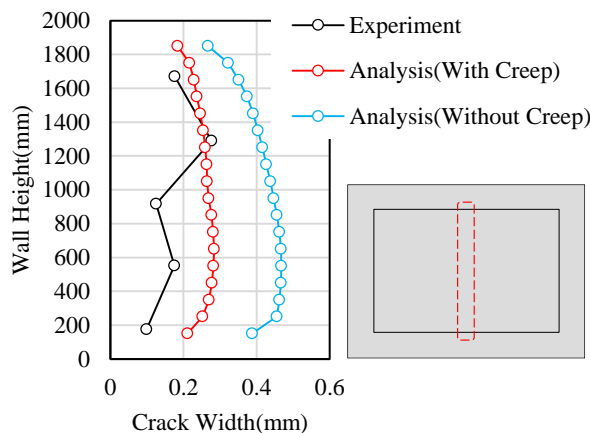


Fig.6 Crack Width Distribution at Center After One Year

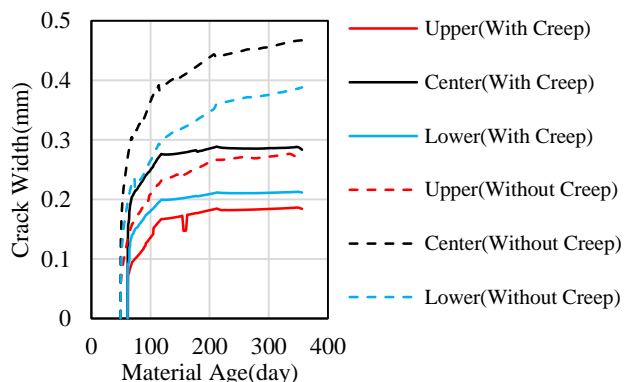


Fig.7 Crack Width - Age Relationships(Analysis)

[2] 鈴木雄大,小林薫：梁付4辺固定スラブのコンクリートの乾燥収縮ひずみと拘束度に関する基礎研究,コンクリート工学年次論文集 Vol.33, No.2, pp.1-6, 2011