

フープ筋量を変化させた PC 定着具背後コンクリートの 3 次元解析

群馬大学工学部

学生会員 ○川島 卓也

群馬大学大学院

正会員 半井 健一郎

群馬大学大学院

学生会員 内川 典賢

FKK 極東鋼弦コンクリート振興(株)

黒輪 亮介

1.はじめに

PC 構造物においては PC 鋼材の安定的な定着が重要であり、多種多様な工法が提案されている。従来、定着具の性能評価は模型実験を中心に進められ、PC 鋼材の定着性状には様々な要因が影響することが確認されている¹⁾。定着具の合理化には、各要素の影響の程度や相互関係を定量的に把握する必要があるが、模型実験による網羅的な検討には限界がある。近年の計算機の高性能化とともに、数値解析手法による検討が有効な手法の一つとなってきた。

本研究では、まず、最新の 3 次元数値解析手法を用い、PC 定着具背後コンクリートにおける補強鉄筋量やその配置位置などのパラメータを変化させた解析を行い、各種パラメータが PC 定着部の性能に及ぼす影響を定量的に分析した。その上で、補強効果が高いと考えられる配筋条件に関して模型実験を行い、感度解析の結果を検証することとした。

2.感度解析

2.1 解析概要

解析には 3 次元鉄筋コンクリート非線形解析プログラムである COM3²⁾を用いた。

解析対象とした試験体の概要を図-1 に示す。直方体の試験体にプレート状定着具を埋め込んだ形状で、定着具プレートの直下に、定着具背後のコンクリートを補強するためのグリッド筋(D10)およびフープ筋(D10)を配置した。図-2 にグリッド筋、図-3 にフープ筋の形状寸法を示す。グリッド筋は M 字鉄筋を 2 本重ねることで格子状にして用いた。また、軸方向に 4 本の軸筋(D10)、下部の圧縮破壊を抑制するために 4 本の下部補強筋(D13)をそれぞれ配置した。

解析要素図を図-4 に示す。解析要素寸法は骨材寸法、鉄筋位置を考慮し、32~60mm とした。また、ゾーニング手法を採用し、鉄筋は RC 要素内に均一に分布するものとした。

本研究では、フープ筋の本数および配置位置をパラメータとした感度解析を行い、定着部の性能に及ぼす影響を検討した。フープ筋配置位置は図-1 に示す 1~8 のいずれか

とした。フープ筋本数は、鉄筋間隔を考慮して最大で 6 本とした。既往の研究¹⁾からグリッド筋周辺を補強することが効果的だと考えられたため、グリッド筋周辺を補強したものを中心に 3~4 種類の配置位置を検討し、最大荷重の比較を行った。また、グリッド筋周辺の補強効果を確認するため、グリッド筋周辺以外を補強したものの解析も行った。

なお、グリッド筋のみで補強し、フープ筋のない場合には、解析結果が既往の実験結果¹⁾とおおよそ整合することを事前に確認している。

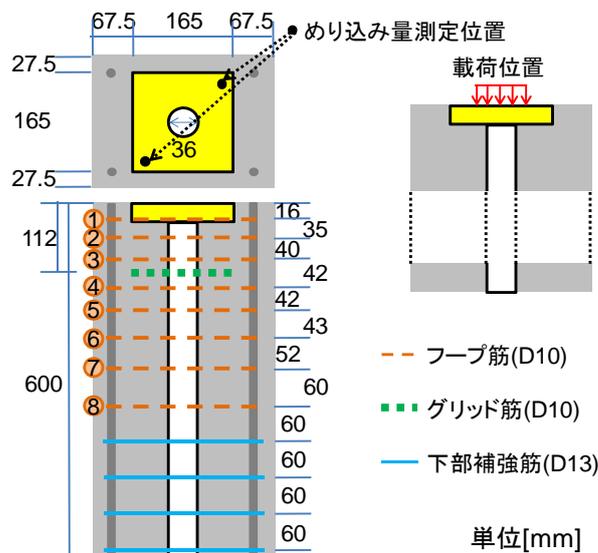


図-1 試験体概要図

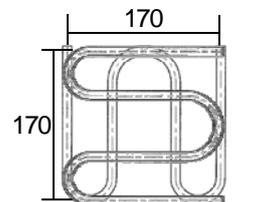


図-2 グリッド筋図

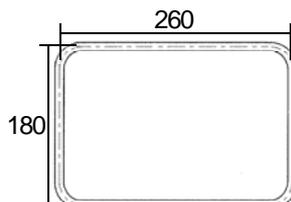


図-3 フープ筋図

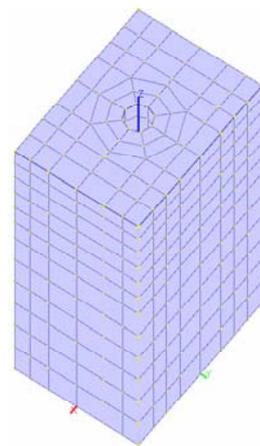


図-4 解析要素図

キーワード PC 定着具 3 次元解析 フープ筋 めり込み量 模型実験

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学 工学部 建設工学科 TEL0277-30-1613

解析における材料物性値として、コンクリートのヤング係数と圧縮強度はそれぞれ 20.5kN/mm², 26.6N/mm², 鉄筋のヤング係数と降伏強度は 200kN/mm², 345N/mm²とした。

荷重は変位制御で行い、図-1 に示す定着具プレート上面に 1.04×10⁻²mm/min の鉛直下向きの強制変位を与えた。

2.2 解析結果

フープ筋をパラメータとした感度解析結果を図-5 に示す。それぞれ、各本数において最も大きな最大荷重を示した配置である。図中における0本の線は、フープ筋を配置せず、グリッド筋のみで補強した試験体の解析結果である。図より、配置位置に関しては、いずれの本数においても、グリッド筋周辺への配置が効果的であった。本数については、配置本数 4 本までは、配置本数が増えるに従い、試験体の最大荷重が増加することが確認された。配置本数 4 本以上では最大荷重の大きな増加は見られず、ほぼ一定であった。これは、試験体中心部は上部に比べ、補強効果が小さいため、最大荷重への影響が顕著に現れなかったと考えられる。

3. 検証実験

3.1 模型実験概要

解析結果を検証するため、図-1 に示した形状の、フープ筋を 2 本配置した試験体を 1 体作製した。フープ筋は、解析において最も大きな最大荷重を示した位置 3・4 に配置した。

3.2 模型実験方法

作製した試験体は、打ち込み後 7 日間封緘養生を行い、材齢 8 日目に荷重試験を行った。コンクリートの圧縮強度は 26.6N/mm²であった。模型実験は一軸圧縮荷重試験とし、荷重中は、定着具プレート上に変位計を設置し、試験体への定着具プレートのめり込み量を測定した。変位計設置位置を図-1 に示す。なお、荷重は変位制御で行い、0.4×10⁻²mm/min の強制変位を与えた。

荷重中は、荷重 400kN, 500kN, 600kN, 800kN にて荷重を停止し、ひび割れの進展を記録した。また、建築学会が定める試験体判定基準³⁾に従ってひび割れ幅を測定した。

3.3 模型実験結果

荷重時における荷重と定着具プレートのめり込み量の関係を図-6 に示す。ひび割れ発生荷重と最大荷重は、模型実験では 450kN, 1080kN, 解析では 400kN, 1000kN であり、それぞれほぼ一致する結果となった。荷重値における議論では、解析の妥当性が確認される結果となった。

図-6 に示すようにプレートめり込み量においては、600kN 程度までは模型実験と解析は同様の挙動を示したが、600kN 以上では実験の方がプレートめり込み量は大きくなっ

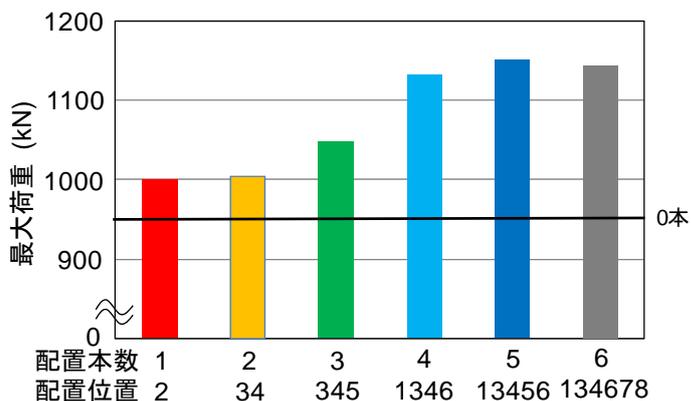


図-5 最大荷重—フープ筋配置本数の比較

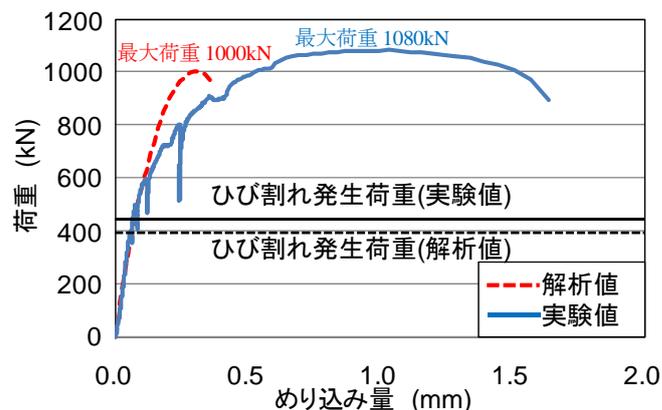


図-6 荷重—めり込み量グラフ

た。600kN から 700kN にかけて模型実験では、幅が 0.1mm を超えたひび割れが発生したため、めり込み量が増加したと考えられる。また、今回の解析においてはコンクリートのクリープを考慮していなかったが、模型実験では高い圧縮応力が作用してクリープ変形量が大きくなり、解析によりめり込み量が再現されなかったものと考えられる。

4. まとめ

フープ筋量をパラメータとした解析を行い、定着具背後コンクリートの補強効果を検討するとともに、模型実験による検証を行った。その結果、ひび割れ発生荷重や最大荷重はよく一致したが、実験で観察された終局時のめり込み量の増大を再現するには検討が必要と考えられた。

【参考文献】

- 1) 内山 周太郎:1S29 用一体型定着具の開発に関する実験的研究,プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集,13,pp.485-490,2004.9
- 2) Maekawa, K., Okamura, H. and Pimanmas, A.: Nonlinear Mechanics of Reinforced Concrete, SPON PRESS, 2003
- 3) 日本建築学会:プレストレストコンクリート設計施工規準,同解説,pp.431,1998.11