

鋼コンクリート複合構造接合部の時間依存性挙動のモデル化

氏名：西尾勇太

指導教員：下村 匠

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造物の挙動の計算値と測定値が乖離する例が報告されている¹⁾。この原因のひとつにコンクリートのクリープや乾燥収縮などの時間依存性挙動の影響が挙げられる。本研究では、新規実験方法により、頭付きスタッドにより接合された鋼コンクリート複合構造接合部のせん断力伝達挙動について、乾燥、持続荷重を実験変数とした荷重試験を行う。実験により、荷重前のコンクリートに生じる乾燥収縮の影響や乾燥によるクリープの増加、すなわち「乾燥クリープ」が接合部のせん断力-ずれ関係においても認められるかどうかを検討する。

加えて、力学モデルを用いた一次元解析により、鋼コンクリート複合構造接合部の応力伝達挙動において、コンクリートの乾燥収縮とクリープの影響の考慮する方法について検討する。

2. 試験方法

2.1 試験体諸元と使用材料

本研究では、図-1の頭付きスタッドで接合された鋼コンクリート複合構造試験体の押し抜き試験を行う。試験体は、コンクリートの乾燥収縮が生じやすいように体積に比して表面積が大きい小型とし、軸方向の乾燥収縮がスタッドを介して鋼材に拘束されるようにスタッドを複数本配置した。H形鋼フランジとコンクリートの界面にテフロンシートを配置し、両者間の摩擦を除去した。試験体は左右分割した状態でコンクリートを打設し、脱型後、添接板を用いて高力ボルトにより摩擦接合した。

試験水準の表-1に示す。試験体はすべて打設から7日後に脱型し、荷重前乾燥検討用の試験

表-1 試験水準

	検討要因	荷重条件	荷重前乾燥条件
A-a	標準	静的荷重	非乾燥
A-b	荷重前乾燥		36日乾燥
A-c			69日乾燥
B-a	持続荷重	56kN, 15日間持続	非乾燥
B-b		83kN, 15日間持続	非乾燥
C-a	持続荷重+荷重中乾燥	56kN, 15日間持続	非乾燥
C-b		83kN, 15日間持続	非乾燥

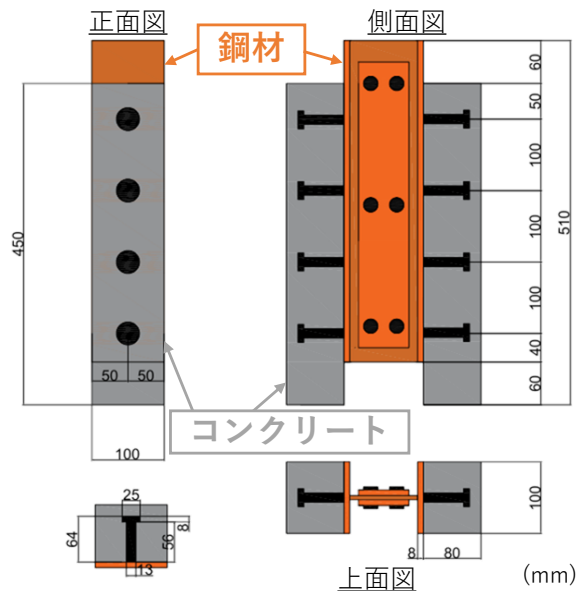


図-1 試験体寸法

体(表-1のA-D1とA-D2)を気中養生し、その他の試験体は気密防水テープを用いて非乾燥状態で養生した。実験は、検討要因に応じて以下の3つのシリーズに分類される。

Aシリーズは、荷重前に生じる乾燥収縮が静的荷重時の接合部の耐力や剛性に与える影響を検討するためのものだ。

Bシリーズ、Cシリーズは持続荷重を行うシリーズである。Bシリーズは、封緘状態を維持したまま持続荷重を行うことで基本クリープ的な特性を検討するものである。Cシリーズでは、

持続荷重開始と同時にコンクリートを乾燥環境下に曝すことで、乾燥クリープ的な現象の有無を検討するものである。

2.2 持続荷重試験方法

持続荷重時における乾燥の影響を正確に抽出するには、荷重環境（温度・湿度）および荷重履歴を統一しなければならない。これらを統一するための新規実験方法として、図-2 に示す直列クリープ試験法を採用した。

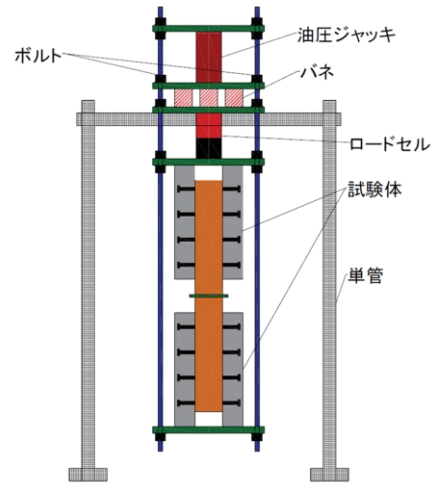


図-2 試験体寸法

3. 荷重前乾燥が接合部の力学特性に及ぼす影響

図-3 に示すように、A-N1 と A-D1 の挙動は概ね一致しており、せん断力-ずれ変位関係および耐力に有意な差異は認められなかった。

一方、乾燥期間の長い A-D2 については、これらと異なる挙動を示した。具体的には、A-N1 や A-D1 と比較して乾燥収縮の影響で初期剛性が低下し、抵抗機構の違いにより、最大耐力は上昇する結果となった。

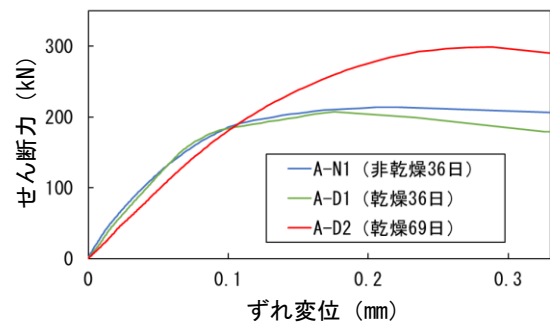


図-3 Aシリーズの静的荷重試験結果

3.2 持続荷重が接合部の力学特性に及ぼす影響

図-4 にクリープずれ変位の経時変化を示す。クリープずれ変位とは持続荷重期間中に増加した鋼材とコンクリートの相対変位のことを指す。

乾燥条件によらず、作用荷重が大きいくほどクリープずれ変位が大きく、クリープ変形は荷重に依存することも確認された。

また、持続荷重中に乾燥を受けることにより、ずれ変位が増加することも判明した。

図-5 にクリープ係数の経時変化を示す。非乾燥条件下（Bシリーズ）のクリープ係数（瞬間変形と時間依存性変形の比）の比較により、非乾燥時には線形クリープ則が成り立つことが確認された。

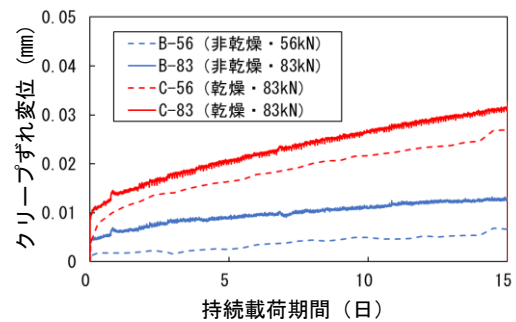


図-4 クリープずれ変位の経時変化

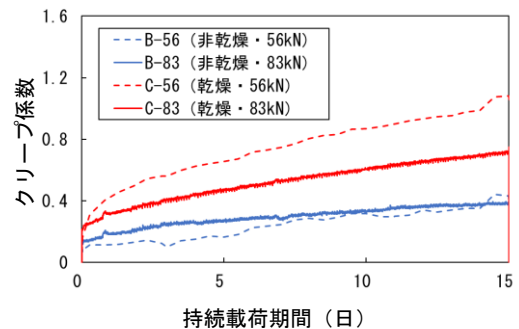


図-5 クリープ係数の経時変化

4. 力学モデルを用いた一次元解析

鋼コンクリート複合構造接合部の挙動に及ぼすコンクリートの乾燥収縮と持続荷の影響を検討のための、力学モデルを用いた一次元解析を行った。

鋼材を剛体、コンクリートを弾性体とし、鋼コンクリート界面の付着すべり関係を仮定し、微小区画の力のつり合いに関する微分方程式を解いた。

図-6 に、代表値として C-56（持続荷+載荷中乾燥）の持続荷後の静的荷試験における実験値と計算値の比較を示す。

持続荷によるコンクリート弾性係数の低下および付着すべり関係の変化を考慮し、これらのパラメータを調整した。

コンクリートの弾性係数の低下を考慮した解析（赤線）、付着すべり関係を考慮した解析（青線）、両方の要因を考慮した解析（緑線）をそれぞれ計算し、比較を行った。その結果、両方を考慮した計算結果は、初期剛性の低下傾向および降伏後挙動の双方が実験値（黒点線）と良好に整合した。

以上の結果より、乾燥収縮の拘束と持続荷により応力を受け続けることは、コンクリートの剛性低下と接合界面の付着すべり関係の双方に影響すると考えられる。

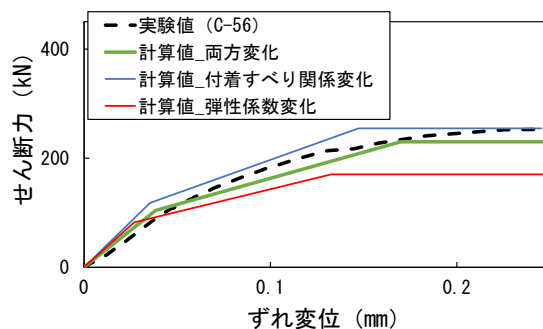


図-6 C-56 の実験値と計算値の比較

5. まとめ

本論文で得られた知見を以下にまとめる。

載荷前にコンクリート乾燥収縮を受けた複合構造接合部の初期剛性は低下する。

乾燥条件下における持続荷では、非乾燥時と比較して、ずれ変位が増加する。

非乾燥条件下では、クリープ係数は概ね同等となり、線形クリープ則が成立する。

乾燥収縮の拘束と持続荷により応力を受け続けることは、コンクリートの剛性低下と接合界面の付着すべり関係の双方に影響すると考えられる。

[参考文献]

- 1) 藤原良憲, 谷口望: 連続合成桁床版コンクリート施工時の桁挙動の測定, 構造学会論文集 Vol.54A, 土木学会, pp860~870, 2008