

# 鋼コンクリート複合構造における接合部の腐食が力学特性に及ぼす影響

氏名：田村悠人  
指導教員：下村匠

## 1. はじめに

鋼コンクリート複合構造とは、鋼とコンクリートを結合し、それぞれの特徴を生かすように工夫された構造形式である。鋼とコンクリートの接合部には機械的にずれ止めを防止する頭付きスタッドが最も一般的に用いられている。頭付きスタッドは、複合構造標準示方書<sup>1)</sup>において、最小間隔を橋軸方向に $5d$ ( $d$ :スタッド径)または100mmと設定されている。

複合構造物において、鋼とコンクリートの界面には保護が不足しており、腐食が発生する可能性がある。腐食はコンクリート構造物の劣化の主な原因であり、腐食の影響を調査することは、コンクリート構造物の供用性や耐久性を予測する上で極めて重要である。

そこで、本研究では、ずれ止めとして一般的に用いられている頭付きスタッドを対象として、スタッドの腐食量をパラメータとした実験を行い、力学特性への影響を調査する。

## 2. 現状と問題点

鋼コンクリート複合構造における接合部の力学特性に関して、これまでに様々な知見が得られている<sup>2)3)</sup>。しかし、スタッドが腐食した場合の力学特性に関する知見は殆どない。

スタッド間隔が小さい場合にスタッドに腐食が発生すると、スタッド間で腐食ひび割れが繋がり、大幅な耐力低下が起こることが推測される。そのため、スタッドが腐食した場合の力学特性を明確にする必要がある。

## 3. 腐食ひび割れの導入に関する実験

### 3.1 試験対象

スタッドに腐食が発生した場合、腐食ひび割れは発生するのか、どのように進展するのかを明確にしなければならない。そこで、鋼-コンクリー

ト複合構造の接合部を模した試験体を作製し、電食試験を行うことで、腐食ひび割れの導入や進展に関して調査を行った。

試験体は、スタッドが1本のものと2本のものを用意した。試験体の寸法を表3-1に示す。それぞれの試験体で、スタッドの影響に着目するために、鋼とコンクリートとの界面にはエポキシ塗装で防錆処理を施した。

表 3-1 試験体寸法

材料	スタッド1本		スタッド2本		
	軸径	高さ	軸径	高さ	間隔
スタッド	16mm	80mm	16mm	80mm	100mm
鋼板	寸法				
	150×150		250×150		
コンクリート	ブロック寸法				
	高さ 150×幅 150×厚さ 150		高さ 150×幅 250×厚さ 150		

### 3.2 試験方法

スタッドは電食試験によって腐食させる。7日間養生した後、3%の塩水に3日間浸漬した。その後、直流安定化電源を用いて電流を流した。電食期間は腐食ひび割れがコンクリート表面まで進展してくるまでとし、電食試験が終了後、はつり出した鋼材から腐食生成物を除去し、打設前の質量とはつり後の質量の差から腐食減少率を求めた。

### 3.3 試験結果

図3-1に腐食ひび割れの様子を示す。スタッドが1本の試験体では、コンクリート面に対して4方向にひび割れが進展していた。スタッドが2本の試験体では、スタッドの軸方向にひび割れが進展していた。またスタッド間でひび割れが繋がっていることが確認された。腐食減少率を測定したところ、それぞれ5.8%、4.1%であった。



図 3-1 コンクリート内部のひび割れ状況

#### 4. 力学特性に関する実験

##### 4.1 試験対象

(社)日本鋼構造協会による「頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)」<sup>4)</sup>を基に、試験体を作製した。試験体の寸法を表 4-1 に示す。スタッド間隔は最小間隔の 100mm としている。前述の試験結果を参考に、目標腐食減少率を、腐食なしの 0% (N)、腐食は発生しているがひび割れが連結していない 3% (D-3)、腐食が発生しひび割れが連結している 6% (D-6) の 3 水準とした。

##### 4.2 試験方法

本試験では 28 日間養生した後、3%の塩水に 3 日間浸漬した。その後、前述の試験と同様の方法で電食試験を行った。電食試験は、目標腐食減少率を基に推定した積算電流量に達しても、コンクリート表面にひび割れが確認されなかったため、コンクリート表面にひび割れが確認されるまで延長して行った。

電食試験終了後、押抜き試験を行った。押し抜き試験では、せん断力、ずれ変位を計測し、腐食の度合いによるせん断力-ずれ関係、破壊形式の違いを調査した。

その後、鋼材をはつり出し腐食減少率を測定した。

##### 4.3 試験結果

電食試験は、上述した通り D-6 でコンクリート表面にひび割れが確認されるまで行った。その結果、N と D-3 ではコンクリート表面に変状は無く、D-6 でのみ、スタッド位置のコンクリート表面においてひび割れが連結していることが確認され

た。

図 4-1 に荷重-ずれ関係を示す。初期剛性、最大せん断耐力ともに腐食程度の違いによる影響は確認されなかった。最大せん断耐力に多少の差はあるが、これは試験精度によるものだと判断した。また、コンクリート表面でひび割れの連結が確認された D-6 においても、計算値と比較すると安全側に評価された。

図 4-2 に破壊状況を示す。本試験では全ての供試体でコンクリートの割裂により耐力を失った。

これらの結果は予想と反するため、鋼材をはつり出し状況を確認した。その結果、目標としていた腐食減少率が 3%、6%なのに対し、それぞれ 1%以下、約 2%と大幅に小さい値となった。つまり、本結果は腐食程度が非常に小さい範囲でのものであることが明らかとなった。

表 4-1 試験体寸法

材料	スタッド 1 本		
	軸径	高さ	間隔
スタッド	16mm	80mm	100mm
H 形鋼	寸法		
	200×200×8×12		
補助筋	呼び名		
	D10		
コンクリート	ブロック寸法		
	高さ 800×幅 400×厚さ 150		

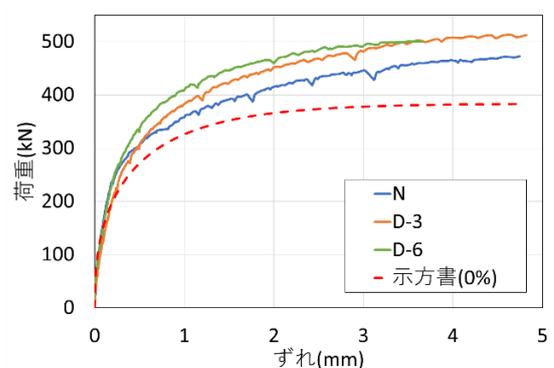


図 4-1 荷重-ずれ関係

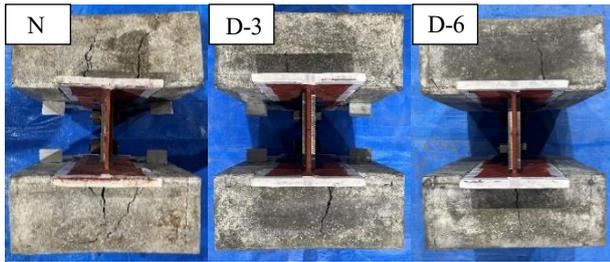


図 4-2 破壊状況

## 5. まとめ

本研究では、鋼-コンクリート複合構造における接合部の腐食が力学特性に及ぼす影響を把握することを目的とし実験をおこなった。以下に得られた知見を示す。

- ・ スタッドに腐食が発生することで、コンクリートに腐食ひび割れが生じる。
- ・ スタッド間隔が小さいと、スタッド間で腐食ひび割れが連結する。
- ・ 腐食減少率が 2%程度であれば、力学特性に及ぼす影響は小さい。

## 6. 今後の課題

本研究では腐食の程度が非常に小さい範囲での試験だったため、腐食量が増加し、腐食ひび割れがより進展した場合においても力学特性を調査する必要がある。

## 【参考文献】

- 1) (社)土木学会複合構造委員会：2014年制定複合構造標準示方書，2015.3.
- 2) 保坂鐵也ら：鉄道用連続合成桁用いるずれ止め構造のせん断特性に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.44A，pp.1497-1504，1998.3.
- 3) Ju Chen ら：Experimental investigation and design of corroded stud shear connectors, *Advances in Structural Engineering*2016, Vol.19(2), pp.218-226
- 4) 頭付スタッドの押抜き試験方法（案），JSCCテクニカルレポート，No.35，（社）日本鋼構造協会，pp.1-24，1996