

コンクリート埋込部が腐食欠損した H 形鋼柱の正負交番載荷実験

東北大学 学生会員 ○横手加奈 東北大学 学生会員 佐野善紀
 土木研究所 正会員 高橋 実 土木研究所 正会員 村越 潤
 東北大学 正会員 内藤英樹 東北大学 フェロー 鈴木基行

1. はじめに

近年、トラス橋の斜材等においてコンクリート埋込部に著しい鋼材腐食(以下、境界部腐食)が生じている事例が散見される¹⁾。この種の接合部における耐力損失は使用性や安全性に多大な影響を与える要因となり得るため、境界部腐食が構造性能に及ぼす影響を調べる必要がある。本研究では、コンクリートフーチングに埋め込んだ片持式鋼製柱供試体を作製し、電食により鋼材腐食を促進させた後に正負交番載荷試験を行った。そして、境界部腐食が柱の耐力や変形性能に及ぼす影響を検討した。

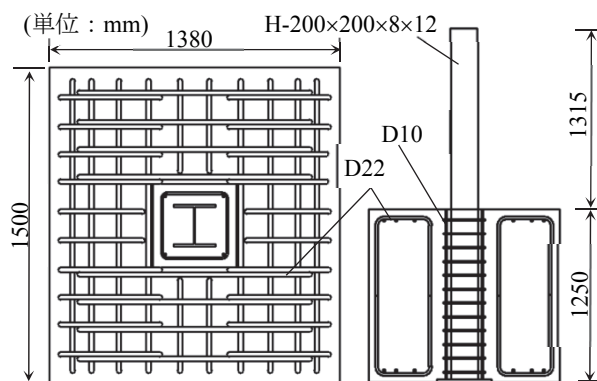


図 - 1 供試体の概略図

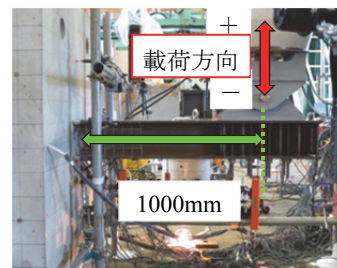


写真 - 1 供試体の載荷条件

表 - 1 供試体パラメータ

供試体名	腐食率 (%)	腐食区間 (mm)	腐食箇所	柱の全変位に占める鋼材伸び出しの影響(%)
健全	0	0	---	45
W100A	14.9	100	ウェブ	51
W100B	19.4	100		55
F50	17.2	50	フランジ	61
F100	8.2	100		53

2. 実験概要

建築構造物の骨組みや道路付属物等の柱部材を模擬した H 形鋼の鋼製柱供試体を 5 体作製した。供試体寸法および配筋図を図 - 1 に示す。また、供試体パラメータを表 - 1 に示す。H 形鋼の材料特性は、降伏強度 264 N/mm^2 、引張強さ 433 N/mm^2 、伸び 32 % である。コンクリートの材料特性は、圧縮強度 26.1 N/mm^2 、静弾性係数 22800 N/mm^2 、動弾性係数 27400 N/mm^2 、密度 2250 kg/m^3 である。このうち 4 体に対して、表 - 1 の腐食性状をパラメータとして電食試験を行った。ここで、腐食率とは、腐食区間における鋼材の平均質量減少率である。W シリーズはウェブに対してフランジの 2 倍、F シリーズはフランジに対してウェブの 2 倍の電流を流すことによって、フランジおよびウェブのそれぞれの腐食量を大きくしている。電食方法は、フーチング上面から腐食区間に渡って鋼材周囲に金網を埋め込み、その近傍の孔から濃度 5 % の NaCl 水溶液を供給して直流電流を流した。その後、全ての供試体に対して正負交番載荷試験を行い、荷重-変位関係を得た。載荷試験の状況を写真 - 1 に示す。載荷位置はフーチング上面より 1000 mm の位置とし、H 形鋼の橋軸方向に載荷した。載荷ステップは、鋼材の実強度から算定した降伏荷重 P_y の半分まで荷重制御で載荷し、以降は変位制御によってフランジのひずみゲージより判定した降伏変位 δ_y を基準として、整数倍の変位にて 1 回の正負交番荷重を加えた。なお、本試験では H 形鋼に軸力を導入していない。また、座屈発生点の定義は、目視によりフランジあるいはウェブに面外変形が確認された点とした。

3. 実験結果

電食試験と載荷試験が終了した後に、フーチング内部から鋼材を取り出して腐食性状を確認し、質量を測定することで実際の腐食率を求めた。W シリーズではフーチング内部のウェブ面に著しい腐食欠損が見られた。F50 供試

キーワード：合成構造，鋼材腐食，電食試験，正負交番載荷試験

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL：022 (795) 7449 FAX：022 (795) 7448

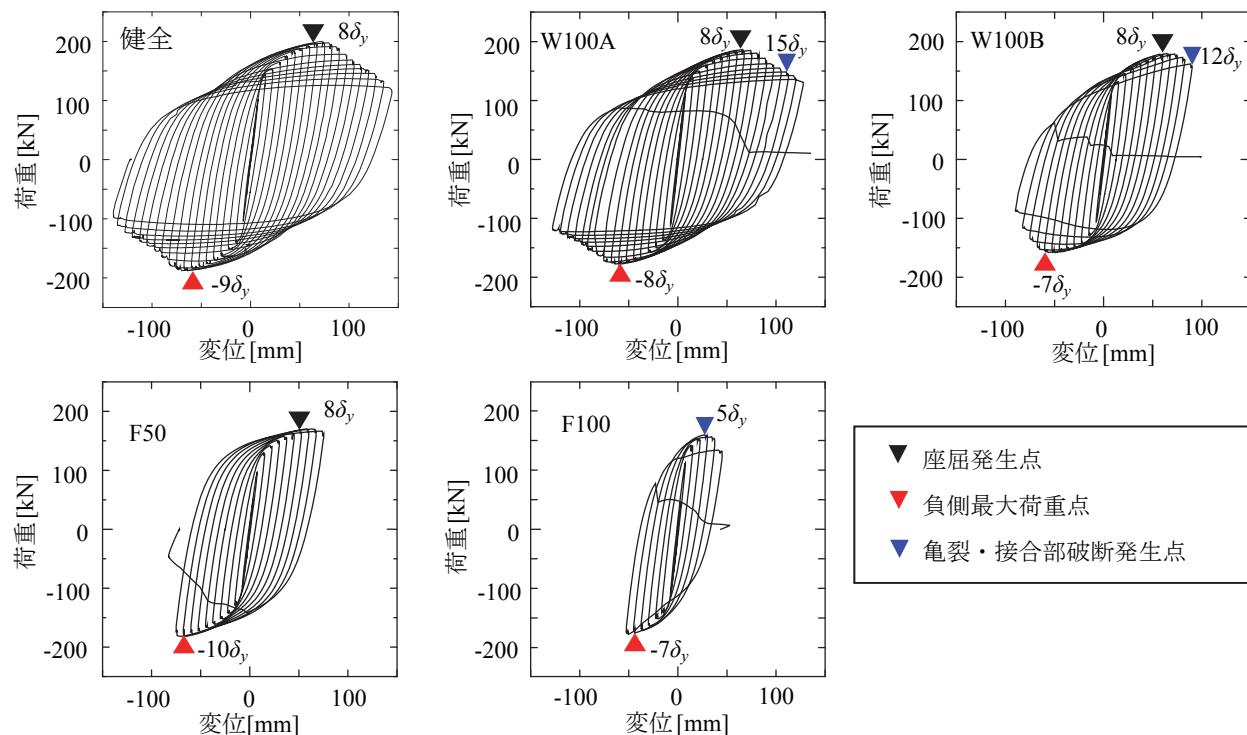


図 - 2 荷重 - 変位関係

体ではフーチング内部のフランジ面にて腐食が進行していた。F100 供試体ではフーチング上面にてフランジの腐食欠損が集中していた。コンクリートのひび割れの進展については、全ての供試体においてフランジ端部から斜め方向に腐食ひび割れが発生・進展した。

正負交番荷試験から得られた荷重 - 変位関係を図 - 2 に示す。健全供試体は柱基部の座屈箇所にて亀裂が生じることなく試験機のスローク限界によって載荷を終了した。W シリーズは最大荷重後にフランジとウェブの座屈を呈し、W100A 試体では $18\delta_y$ 、W100B 供試体では $13\delta_y$ にてフーチング内部の腐食区間におけるウェブの座屈箇所を起点として破断した。F シリーズではフランジとウェブの連成座屈を呈することなく、F50 供試体ではフランジの座屈直後に腐食欠損部から破断し、F100 供試体では座屈前にフランジの腐食欠損部から破断した。このように、フランジを腐食させた 2 つの供試体では極めて脆性的な破壊を呈し、ウェブを腐食させた場合でも最大荷重後のポストピーク挙動において変形性能が大きく低下することが示唆された。

フーチングからの鋼材の伸び出しの検討では、柱基部に設置した変位計により、フランジ上下の変位差に基づいて柱の部材回転角を算出した。いずれの供試体でも、載荷ステップに依らず、柱の全変位に占める伸び出しによる回転変位の割合は概ね一定であった。全変位に占める伸び出しの割合を表 - 1 に示す。健全供試体でも伸び出しの割合が 45 % を占めており、図 - 2 の荷重 - 変位関係でも高い変形性能が発揮されている。また、境界部腐食が生じた場合には、腐食率の増加に伴って伸び出しの割合が大きくなる傾向が示された。これはフーチング内部の腐食区間において鋼材の塑性変形が局所化したことや、鋼とコンクリートの付着が低下したためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、コンクリートフーチングに埋め込んだ片持式鋼製柱供試体を作製し、電食により鋼材腐食を促進させた。その後、正負交番荷試験を行い、境界部腐食が柱の構造性能に及ぼす影響を検討した。その結果、腐食率の増加に伴って最大荷重や最大荷重時変位が低下した。特に、フランジが腐食した場合には脆性的な破壊を呈するほか、ウェブの腐食でも最大荷重後のポストピーク挙動にて変形性能が大きく低下することが確認された。

謝辞： 本研究は、(独) 土木研究所と東北大学による共同研究「コンクリート埋込部における鋼部材の腐食欠損等の共鳴振動評価法に関する研究」(平成 23 年度～24 年度) として実施したものである。ここに記して、関係者各位に謝意を表します。

参考文献： 1) 加藤光男: 他人ごとではない木曽川大橋の斜材破断, 日経コンストラクション, 2007 年 7 月 27 日号, pp. 64-67, 2007.