

定着部で腐食の生じたフック付き鉄筋の定着挙動

土木大学 学生会員 ○裏野 将大 土木大学 正会員 山本 貴士
土木大学 正会員 高谷 哲

1. 研究目的

定着部で鉄筋が腐食すると定着性能が低下し、部材の耐荷性能が大きく損なわれる可能性がある。さらにスパン中央部の軸方向鉄筋の腐食があわせて起こると、大きな引張力が定着域まで伝達することになり、曲げ引張破壊を想定している部材で付着割裂破壊のような脆性的な破壊が発生する恐れがある。一方、定着部では一般的に鉄筋端部に標準フックが設けられており付着のみに期待した定着となっていないことが多く、標準フックの影響により腐食が直ちに定着性能に影響しないことも予想される。これまで、腐食した鉄筋とコンクリートの付着挙動に関する研究は数多く行われてきている。しかし、標準フックを持つ鉄筋の定着挙動に与える腐食の影響に関する知見が十分でないのが現状である。

そこで本研究では、RC部材の端部を想定した標準90°フックを持つカンチレバー型の引抜試験供試体に対し、鉄筋に腐食を発生させたうえで引抜試験を行い、鉄筋の定着性能に与える腐食の影響を把握することを目的とした。

2. 実験概要

フック付き引抜供試体の概要図を図1に示す。供試体はそれぞれ、幅×高さ×全長=200×300×400mm、200×300×520mmの鉄筋定着部分に加え、鉄筋周囲のコンクリートの応力状況を引張応力にするため、また引拔力を与えた際に供試体が過度に傾くことを防ぐために、幅×高さ×全長=200×200×234の水平拘束部を供試体引抜側に設けた。引抜対象の異形鉄筋として、D16(SD345)を上隅隅角部に配置し、端部に曲げ内半径40mmの標準90°フックを設けた。引抜試験概要図を図2に示す。

実験要因として、定着長、鉄筋質量減少率、腐食箇所を用意した。定着長は、フック無し状態で健全時に割裂破壊を生じる300mmと、鉄筋が降伏する420mmの2種類とした。鉄筋の質量減少率は0%、

キーワード 引抜試験、標準フック、付着、定着

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂

10%、15%の三種類を目標腐食量とし、電食により腐食を促進させた。引抜供試体の腐食箇所は、全体腐食、直線部腐食、フック部以降腐食の3種類とした。引抜供試体の各部位の名称を図3に示す。

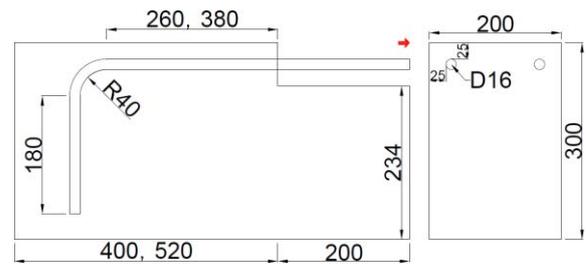


図1 引抜供試体概要図(単位 mm)

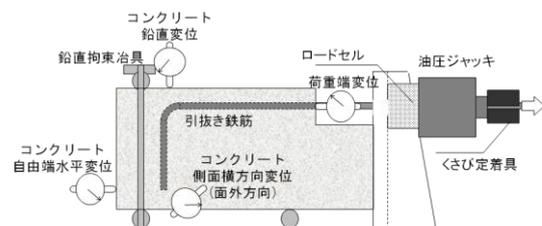


図2 引抜試験概要図

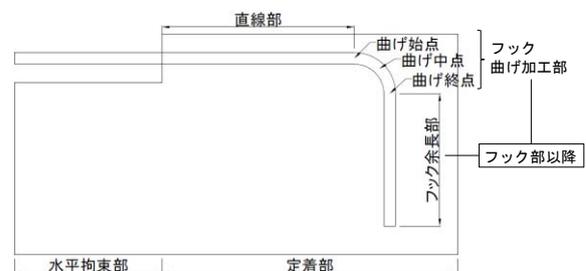


図3 引抜供試体部位名称

3. 実験結果および考察

引抜試験から得られた、フックの有無ごとの荷重-荷重端変位関係を図4に、最大荷重と鉄筋質量減少率の関係を図5に示す。フック無し供試体では、最大荷重に到達するとともに供試体断面隅角部を割り裂くようなひび割れが発生し、荷重がほぼ0まで急激に低下する脆性的な破壊が生じた。これに対してフック有り供試体では、ポストピークで直線部の鉄筋直上に割裂ひび割れを生じながら荷重が若干低下するも荷重を維持し、その後フック余長部に沿った

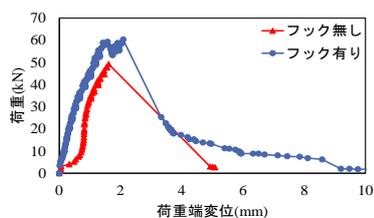


図4 荷重-荷重端変位関係

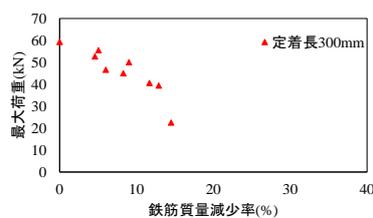


図5 最大荷重-質量減少率関係(フック有り)

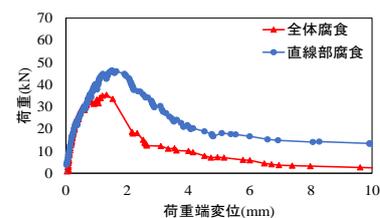


図6 荷重-荷重端変位関係



図7 破壊時の様子(全体腐食)



図8 破壊時の様子(直線部腐食)

ひび割れを生じながら荷重が緩やかに低下した。直線部の割裂ひび割れ発生で最大荷重を迎えると、引抜荷重がフック部以降に伝達し、フック曲げ加工部が内側に軸外変形を生じながら滑る。その結果、フック余長部に引張力が伝達し、フック余長部周囲のコンクリートが割裂破壊に至ることで荷重低下が生じたと考えられる。このことから、フック付き定着部の定着機構は、直線部の付着、フック内側コンクリートの軸外変形に対する支圧抵抗、フック余長部の付着から構成されていると考えられる。また、Tangら¹⁾の既往研究によるフック無し供試体の荷重-鉄筋質量減少率関係と、本研究における実験結果の比較を行ったところ、フック有り供試体における質量減少率の増大に伴う最大荷重の低下幅は、フック無し供試体に比べ小さくなった。フック有り供試体では、フック内側に腐食ひび割れが生じているもののフック無し供試体では皆無であるフック内側コンクリートの支圧抵抗があり、腐食状況下でも抵抗機構がある程度維持されていたことが一因であると考えられる。

直線部腐食と全体腐食ごとの荷重-荷重端変位関係を図6に示す。全体腐食の供試体ではポストピークで急激な荷重低下を生じ、その後ほとんど荷重が残留しなかった。一方で直線部腐食の供試体では、ポストピークで荷重が緩やかに低下し、20kN程度荷重が残留した。破壊後、全体腐食ではフック余長部周囲のコンクリートが剥落していたのに対し、直線部腐食ではフック余長部周囲のコンクリートが割裂せず、

鉄筋がコンクリートに埋まったままフック曲げ加工部が内側に大きく軸外変形していた(図7、8)。直線部腐食供試体のフック内側コンクリートには潜在的な腐食ひび割れが発生しており、それによりフック余長部周囲のコンクリートが割裂する前にフック内側コンクリートが支圧破壊に至ったと考えられる。

4. 結論

- 1) フック付き引抜供試体では、ポストピークで直線部の鉄筋直上に割裂ひび割れを生じながらも荷重を維持し、その後フック余長部に沿ったひび割れを生じながら荷重が漸減した。さらに荷重端変位が増えると、フック余長部端部から荷重端を結ぶ斜めひび割れが発生、進展し、抵抗機構が失われた。
- 2) フック有り供試体の質量減少率の増大に伴う最大荷重の低下幅はフック無し供試体に比べ小さかった。
- 3) 直線部腐食の供試体は、鉄筋腐食後における健全時からの最大荷重の低下幅が、フック無しに比べて若干小さかった。また破壊時において、フック余長部周囲のコンクリートが割裂せず、フック内側コンクリートが支圧破壊し荷重低下に至った。

5. 参考文献

- 1) Denglei Tang, Thomas K.C.Molyneaux, David W.Law, and Rebecca Gravina : Influence of surface crack width on bond strength of reinforced concrete, ACI Materials Journal, January-February, 2011, pp.29-37