

載荷条件が鋼・コンクリート定着部の付着特性に与える影響に関する基礎的研究

愛知工業大学 学生会員 ○近藤駿光
愛知工業大学 正会員 宗本 理

愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
愛知工業大学 正会員 嶋口儀之

1. 序論

あと施工アンカー定着部のような鋼・コンクリート複合構造では鋼・コンクリート間の一体化がなされていることが重要な前提条件となる。あと施工アンカー接合部の設計式はアンカーボルトの強度やコンクリートの強度によって定められているため、材料強度の影響が大きく関係する。また、埋め込み深さに関係なく付着応力は一定としているが、実際はアンカーボルトに作用する力の向きや境界条件によって定着部における力の伝達機構が変化し、埋め込み深さ別に応力分布が変化する可能性がある。さらに、既往の論文では、鋼材やコンクリートに関してひずみ速度効果により載荷速度が大きくなると脆性破壊を起こす危険性が高くなることがわかっている。そのため、載荷速度が付着特性に与える影響が大きいことが考えられる。そこで本研究では、あと施工アンカーボルト定着部の付着特性に着目し、載荷条件（載荷速度や載荷方向）が鋼・コンクリート定着部の付着特性に与える影響について検討する。具体的には、付着部分における応力伝達の違いを把握するため、載荷方向や載荷速度を変えたアンカーボルトの押抜き・引抜き試験を実施する。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

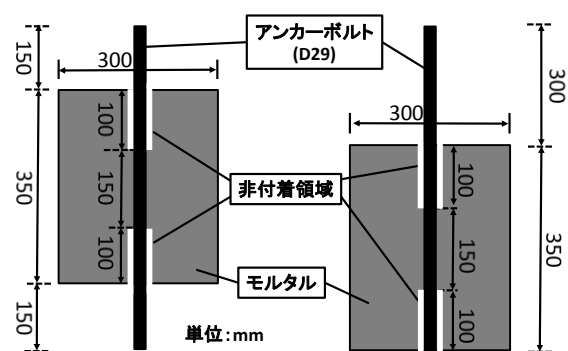
供試体概要を図-1に示す。高さ350mm、幅、奥行ともに300mmのモルタルにアンカーボルトを埋め込んだ。付着区間はモルタル中央の区間150mmとし、両端100mmは非付着領域とした。これは、モルタル界面でひび割れが生じないようにすることで、純粋な付着特性を求めるためである。(a)はアンカーボルトが両端に150mm突出し、(b)はアンカーボルトを上方に300mm突き出している。アンカーボルト端部から150mm部切削加工し治具と連結する。アンカーボルトは異形鉄筋D29の全長650mm、材質はSD345とし、降伏強度は413N/mm²、引張強度は586 N/mm²である。モルタルの圧縮強度は25 N/mm²、引張強度は3 N/mm²であった。あと施工にはアオイ化学工業株式会社のエポボンドEB-100夏用を使用し、注入方式で施工した。

2.2 試験ケースおよび試験方法

試験ケースを表-1、載荷試験概要を図-2に示す。試験ケースとして載荷速度が0.008mm/s、80mm/sの各2体ずつ、計8体の試験を行う。実験には4830形制御装置SHIMADZUサーボパルサを使用する。押抜き載荷試験では、供試体底面とH鋼の間に治具を介し、アンカーボルト上端部を鉛直下向きに押抜く試験とした。一方の引抜き載荷試験では、試験体上面を治具で抑えアンカーボルト上端部を鉛直上向きに引抜く試験とした。なお、供試体底面と治具間の摩擦に関しては両者とも剥離剤によって摩擦を低減させた。また、本試験では供試体の割裂破壊を防止するため、供試体側面に一定の拘束圧を作用させた。



写真-1 天井に設置されたアンカーボルト

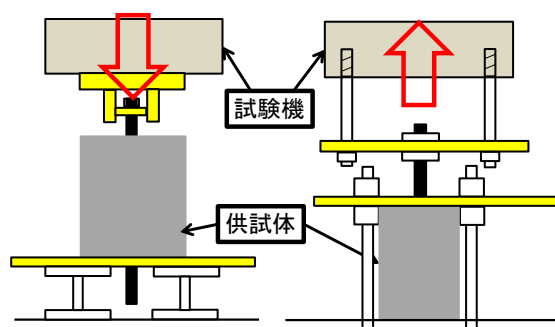


(a) 押し抜き供試体 (b) 引抜き供試体

図-1 供試体概要

表-1 試験ケース

	載荷速度(mm/s)	
	0.008	80
引抜き	2体	2体
押抜き	2体	2体



(a) 押し抜き試験 (b) 引抜き供試体

図-2 載荷試験概要

3. 実験結果

3.1 荷重-変位関係

荷重-変位関係を図-3 に示す。グラフから荷重速度別にみると引抜き、押抜きともに荷重速度が速くなると、最大荷重が増加する傾向が確認できた。最大荷重は、引抜き試験に対する押抜き試験の増加率が荷重速度 0.008mm/s のケースで 14.3%，80mm/s のケースでは 26.9%の結果となった。また、荷重速度別に最大荷重を比較すると、引抜き試験で 26.1%，押抜き試験で 40%となった。これらの結果から、荷重速度が速くなるにつれて最大荷重が増加し、押抜き試験が引抜き試験結果と比べて最大荷重が増加することが確認できた。その理由として、荷重速度が速くなるほどひずみ速度効果の影響が増加したと考えられる。初期剛性の結果を表-2 示す。初期剛性に関して、引抜き試験では荷重速度 0.008mm/s のケース 40.6kN/mm, 80mm/s のケースで 45.3kN/mm となった。一方の押抜き試験では 0.008mm/s で 46.0kN/mm, 80mm/s で 46.2kN/mm となった。この結果から、試験方法に関係なく初期剛性は増加することから、荷重速度が供試体に与える影響が大きくなるものと思われる。

3.2 ひずみでの比較

アンカーボルトに貼付したひずみゲージについて、における位置別にまとめたひずみと時間の関係を図-4 に示す。この図より、荷重方向に関わらず最大荷重を迎えた後、すべての位置におけるひずみ値が減少している結果となった。また図-4(a)では、最大荷重時の各位置におけるひずみの比率が荷重位置から最も遠い 125mm のひずみを 1 とした場合に 1.0 : 2.2 : 3.5 となっており、図-4 (b)では荷重位置から最も近い位置 25mm のひずみを 1 とした場合に 1.0 : 2.2 : 3.7 となり、両者の試験とも最も治具に近いひずみほど値が大きくなる傾向が得られた。よって、アンカーボルトの各位置における付着応力分布は荷重位置による影響はほぼ受けず、治具による境界条件によって各位置における応力分布の割合が決まるものと予測される。さらに、荷重速度が各位置におけるひずみに与える影響を把握するため、一例として引抜き試験によるひずみ-荷重速度関係のグラフを図-5 に示す。結果にばらつきはあるものの、深い位置のひずみ、荷重速度が速いほどひずみが大きくなる結果が確認できた。

4 結論

- 1) 荷重速度が鋼・コンクリート間の付着特性に与える影響について、荷重速度が速くなるにつれ、最大荷重が増加する傾向が得られた。また、初期剛性は荷重速度が速くなるにつれ、増加する傾向が確認できた。
- 3) 引抜き試験では、荷重速度が速く、ひずみ位置が深くなるほどひずみが大きくなることが確認できた。また、押抜き試験でも同等の結果が得られた
- 4) 荷重条件によりひずみ位置別のひずみの比率は変化が見られなかったが、ひずみが顕著に表れる深さに変化が見られたため、応力伝達の変化が確認できた。

参考文献

- 1) 村田二郎, 河合紘茲: 引抜き試験による異形鉄筋の付着強度に関する研究, 土木学会論文集, 第348号, V-1, pp113-122, 1984. 8

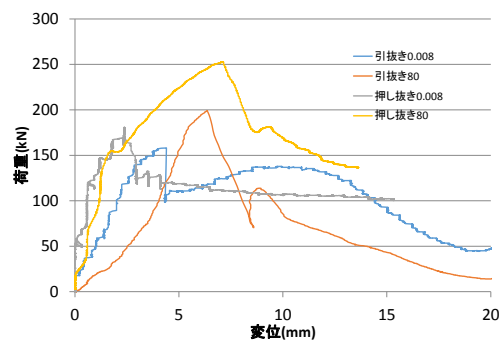
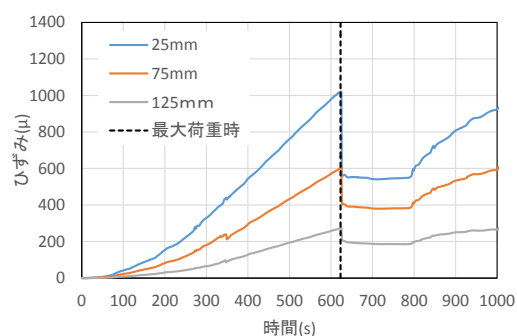


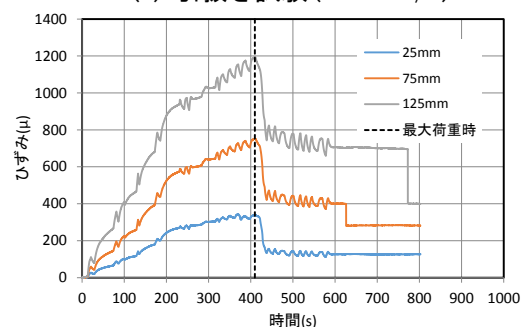
図-3 荷重-変位関係

表-2 初期剛性

	荷重速度 (mm/s)	初期剛性 (kN/mm)
引抜き	0.008	40.6
	80	45.3
押抜き	0.008	46.0
	80	46.2



(a) 引抜き試験 (0.008mm/s)



(b) 押抜き試験 (0.008mm/s)

図-4 ひずみ-時間関係

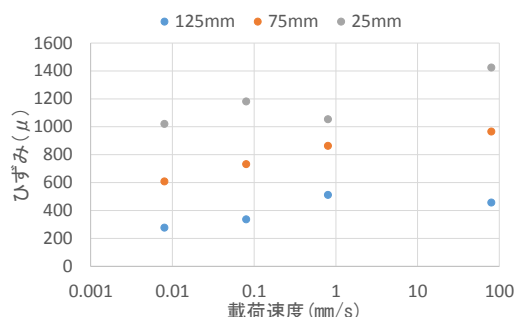


図-5 ひずみ-荷重速度関係
(引抜き試験)