

立命館大学大学院理工学研究科 ○学生員 井上 敏男
立命館大学理工学部 正会員 尼崎 省二

1.はじめに

構造体コンクリート強度を推定する引抜き法であるポストアンカー法は、従来、試験精度が悪いことから、あまり研究は行われていなかったが、近年、拡底式アンカー穿孔機が開発されたことで、試験精度が向上している。本研究では、この拡底式アンカー穿孔機を用いたポストアンカー法を適用するにあたり、ボルト直径、ボルトの埋込み深さおよび反力リングの内径がボルトの引抜き性状に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

使用材料を表1に示す。供試体は、 $200 \times 380 \times 1120\text{mm}$ の梁状無筋供試体を使用した。供試体はスランプ $7 \pm 1\text{cm}$ 、空気量 $5 \pm 1\%$ を目標として作製し、材齢1日で脱型、材齢4日までの散水後、試験日まで室内保管とした。引抜き試験は材齢7日と28

日に供試体の各せき板面で行い、試験終了後 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ のコアを採取した。アンカーボルトは、図1に示す直径12mm（拡底部の直径15.6mm）および14mm（拡底部の直径18.3mm）の2種類を使用した。埋込み深さ l_e は直径12mmでは30mmおよび40mmとし、直径14mmでは40mmとした。反力リングは内径80mm、100mm、150mmとした。また、引抜き時のボルト軸方向の変位も測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 ボルト直径が引抜き力-変位曲線に及ぼす影響

図2および3にボルト埋込み深さ40mmの場合の各反力リングにおける代表的な引抜き力-変位曲線を示す。引抜き耐力に達するまでの曲線形状は、ボルト直径12mm、14mmとともに①と②部分で勾配が異なり、①部分では反力リング内径による相違が生じていないが、②部分では、反力リング内径の減少とともに引抜き耐力および変位が大きくなっている。

引抜き力-変位曲線の相違は、①部分がボルトおよびコンクリートの弾性変形によるもの、②部分がひび割れ発生・進展に伴う剛性低下によるものと考えられている¹⁾。（以下、前者を弾性変形域、後者を剛性低下域と略記）反力リング内径による剛性低下域の相違は、コンクリートの変形拘束程度が影響していると考えられる。

埋込み深さが一定の場合、各反力リングでの曲線形状がボルト直径に関係なく同様の傾向を示したのは、コンクリートの変形拘束程度が反力リング内径とボルトの引抜き力に抵抗するコンクリートの領域（以下、抵抗域と略記）との関係によって変化し、ボルト直径の相違が抵抗域に影響を及ぼさないためであると考えられる。剛性低下域での変形程度は、ボルト直径に関係なく反力リング内径80mmでは4mm程度、100

表1 使用材料	
セメント	普通ポルトランドセメント 比重3.16
細骨材	野洲川産川砂 表乾比重2.61 吸水率1.68 F.M.=2.65
粗骨材	高槻産硬質砂岩碎石 表乾比重2.69 F.M.=6.83 最大骨材寸法20mm

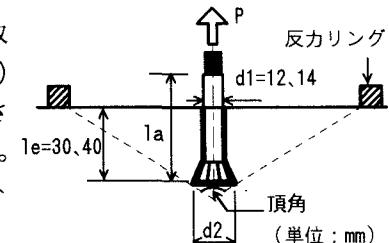


図1 拡底部の形状

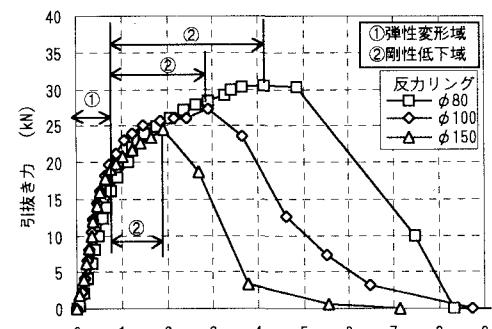


図2 引抜き力-変位曲線の代表例 (12×40)

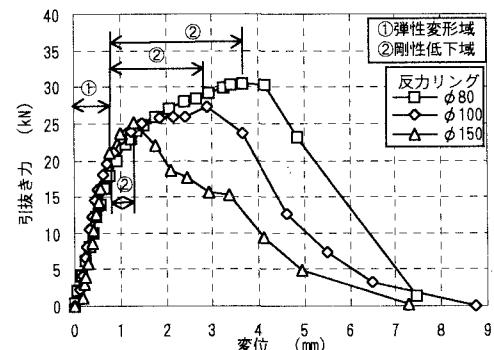


図3 引抜き力-変位曲線の代表例 (14×40)

mmで3 mm程度であるのに対し、反力リング内径150 mmの場合はボルト直径14 mmに比べ12 mmの方が大きくなっている。これは、コンクリートの変形拘束の有無によって、ボルト直径が剛性低下域での変形程度に及ぼす影響が異なるためであると考えられる。

3.2 埋込み深さが引抜き力一変位曲線に及ぼす影響

図4にボルト直径12 mm、埋込み深さ30 mmの場合の引抜き力一変位曲線の代表例を示す。埋込み深さ40 mmの場合と同様に、弾性変形域①では反力リング内径による相違はほとんど生じていない。一方、剛性低下域②では埋込み深さ40 mmの場合と異なり、反力リング内径100 mmで支持した場合のコンクリートの変形が小さく、引抜き耐力は反力リング内径100 mm、150 mmともに内径80 mmよりも小さい。これは、ボルトの埋込み深さの相違が、抵抗域に影響を及ぼしたためと考えられる。

すなわち、抵抗域はボルトの埋込み深さの約1.7倍を半径とする領域のコンクリートといわれている¹⁾。この考え方を本研究に適用すると抵抗域は、埋込み深さ40 mmでは直径約140 mm ($40 \times 1.7 \times 2$ mm)の、埋込み深さ30 mmでは直径約100 mm ($30 \times 1.7 \times 2$ mm)の円形領域となる。この場合の反力リングと埋込み深さの関係を図5に示す。反力リング内径80 mmでは、埋込み深さ30 mmの場合でも抵抗域内で支持することになり、コンクリートの変形を拘束することになる。そのため、引抜き耐力が大きくなり、剛性低下域が大きくなつたと考えられる。一方、反力リング内径100 mmの場合、埋込み深さ30 mmでは抵抗域外で支持するためコンクリートの変形拘束はないが、埋込み深さ40 mmでは抵抗域内で支持することになりコンクリートの変形を拘束すると考えられる。

また、埋込み深さ40 mmの場合では、反力リング内径100 mmに比べ内径80 mmの方がコンクリートの変形拘束程度が大きくなる、すなわち、抵抗域内を反力リングで支持する場合、その内径が小さいほどコンクリートの変形拘束程度が大きくなるため引抜き耐力およびその時の変位は大きくなると考えられる。

4.まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) ボルトの埋込み深さの約1.7倍を半径とする領域内で支持した場合は、変形拘束の影響を受けて、剛性低下域での変形が大きくなり、引抜き耐力およびその時の変位は大きくなる。
- (2) ボルトの埋込み深さが一定であれば、ボルト直径がボルトの引抜き力に抵抗するコンクリートの領域に及ぼす影響はなく、反力リング内径が小さいほどコンクリートの変形拘束程度は大きくなる。

最後に、本研究の遂行にあたり、御協力頂いた日本パワーファスニング株式会社に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 百瀬光広・丸山久一・清水敬二・橋本親典：アンダーカット型アンカーボルトの性状に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集第12巻、第2号、p.801～806、1987年

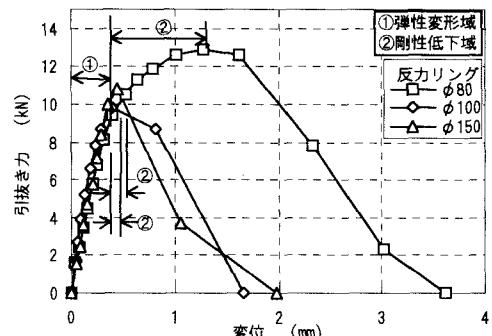
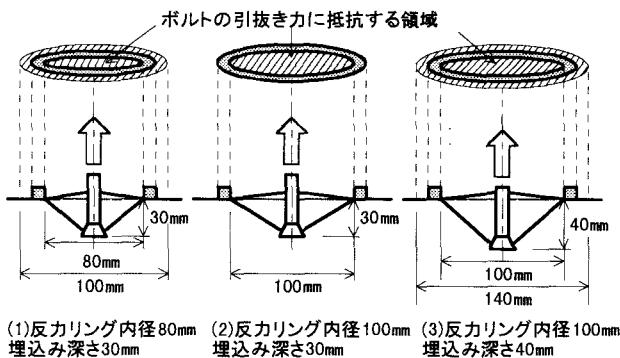


図4 引抜き力一変位曲線の代表例(12×30)



(1)反力リング内径80mm 埋込み深さ30mm (2)反力リング内径100mm 埋込み深さ30mm (3)反力リング内径100mm 埋込み深さ40mm

図5 引抜き力に抵抗する領域