

立命館大学大学院 学生員 今井 伸明
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の圧縮強度を推定する非破壊検査方法に引抜き法がある。そのうちポストアンカー法は、硬化コンクリートにも随時試験が可能である反面、その試験精度が悪いことから、あまり研究されていなかった。しかし、拡底式アンカー穿孔機が開発されたことで、従来のポストアンカー法に比べて、ボルトの確実な固定が可能であると考えられたため、試験精度も飛躍的に向上すると考えられた。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について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料を表1に示す。細骨材は、川砂以外に、粒形が丸みを帯びた砕砂も使用した。供試体は、JCIの「硬化コンクリートの引抜き試験方法（試案）」に準じた $200 \times 200 \times 1000$ mm の梁状無筋供試体で、セメント水比が異なるごと（ $C/W=1.8, 1.6, 1.4, 1.2$ ）に供試体を作製し、それぞれ材齢7日と28日に実験を行った。引抜き試験は、図1に示すように各せき板面で5箇所ずつ行い、圧縮強度試験用として $\phi 100 \times 200$ mm の円柱供試体以外に、 $\phi 100 \times 200$ mm のコアを供試体より採取した。引抜き試験装置は、反力リング、ロードセル、センターホールジャッキ、変位計で構成している。アンカーボルトは、図2に示す全長60mm、外径12mm（拡底後の外径15.6mm）を使用し、埋込み深さを40mmとした。反力リングは、頂角の影響と実用的なサイズを考慮して内径100mm（頂角 93.1° ）、150mm（頂角 118.4° ）とした。変位計は、引抜き力方向の変位を測定するために取り付けた。

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2.62 吸水率1.81 F.M.=2.59
	洗い試験で失われる量2.44	
	高槻産砕砂	絶乾比重2.60 吸水率1.86 F.M.=2.88
粗骨材	洗い試験で失われる量3.65	
	高槻産硬質砂岩砕石	表乾比重2.70 F.M.=6.57
	最大骨材寸法20mm	

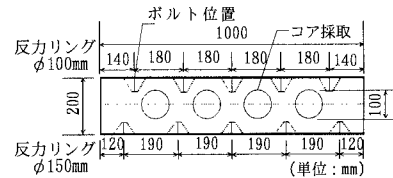


図1 供試体の概要

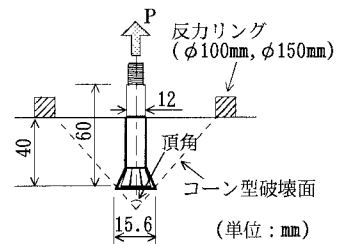


図2 拡底式アンカーボルト

3. 実験結果および考察

3.1 円柱供試体強度とコア強度

図3に $\phi 100 \times 200$ mm の円柱供試体とコアの圧縮強度の関係を示す。川砂を使用した場合、コア強度は円柱供試体の圧縮強度に比べて、全体的に1.3MPaずつ小さくなった。養生条件が同一の場合でも、コア強度が円柱供試体強度と異なる原因として、養生効果の違いや締め固めによる影響が考えられる¹⁾。砕砂を使用した場合も、円柱供試体強度に比べコア強度は低下した。

3.2 破壊形式の検討

引抜き試験の結果、コーン型破壊以外に、ボルトの滑りによって放射状にひび割れが発生する割り裂き破壊（星型破壊）も生じた。コーン型破壊後、コーン塊を引抜くまで载荷し続けると、コーン塊が放射分割されて抜けることが数多くの引抜き試験で観察された。これは、コーン型破壊後に星型ひび割れが発生して分割したのではなく、引抜き耐力に達する前に、コーン内部

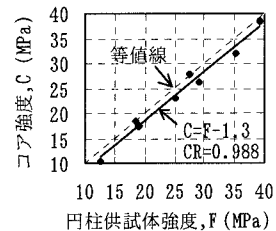


図3 円柱供試体強度とコア強度の関係

拡底式アンカー穿孔機、非破壊検査、引抜き法、圧縮強度

〒525-0058 滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大学理工学部土木工学科 Tel077-561-2726, Fax077-561-2667

に星型ひび割れが発生していたものと考えられる。

3.3 引抜き力と変位の関係

図4、図5に引抜き力-変位曲線の一例を示す。ここに、図4はコア強度 38.5MPa の川砂供試体、図5はコア強度 18.5MPa の川砂供試体の曲線である。反力リング内径 100mm の引抜き耐力が、内径 150mm の場合より大きくなっている。これは、反力リングの内径が小さくなると頂角（図2）が小さくなり、引張破壊よりせん断破壊の傾向が強くなるためと考えられる²⁾。コーン型破壊の場合（図4(a), 5(a)）、リング内径 100mm と 150mm では引抜き耐力時の変位（終局変位）は異なるが、リング内径 150mm の終局変位までは、引抜き力-変位曲線は一致している。反力リングの内径が、引抜き耐力と終局変位に影響を及ぼすためと考えられる。星型破壊の場合も（図4(b), 5(b)）同様に、リング内径が終局変位に影響を及ぼしていると考えられる。図4の(a),(b)を比較すると、破壊形式により引抜き力-変位曲線に差が生じているが、これはコーン型破壊では、破壊後コーン塊として引抜かれるので、ボルトが滑っている星型破壊に比べて、破壊後の引抜き力が急速に低下するためと考えられる。また、図4と図5から、引抜き力-変位曲線は、コンクリートの応力-ひずみ曲線と同様、圧縮強度によって変化すると考えられる。

3.4 較正曲線

図6にコーン型破壊時における引抜き耐力とコア強度の関係（較正曲線）を示す。引抜き耐力とコア強度の間には線形関係が成立し、相関係数（CR）は、川砂、砕砂供試体ともに良い相関が得られている。一般に引抜き試験は粗骨材に大きく影響されるため²⁾、粗骨材の種類や量がほぼ同じ川砂と砕砂

供試体では、較正曲線に大きな差は生じないと考えられる。しかし、本研究では、川砂と砕砂の較正曲線に差が生じた。ただし、同一の供試体と見なして一つにまとめれば、相関係数は低下するが、細骨材に関わらず適用可能な較正曲線と考えられる（図6(b)参照）。

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) 反力リングの内径が、引抜き耐力と終局変位に影響を及ぼすと考えられる。
- (2) 川砂、砕砂供試体ともに良い相関が得られた。川砂・砕砂を同一と見なした場合、相関係数は低下するが、細骨材の種類に関係なく適用可能な較正曲線と考えられる。

【参考文献】

- 1) 太田実、コア強度と標準供試体強度との関係についての既往の試料、コンクリート・ライブラリー第38号、pp.75-83
- 2) (社)日本コンクリート工学協会、コンクリートの非破壊試験法研究委員会報告書、pp.37-62、(1992)

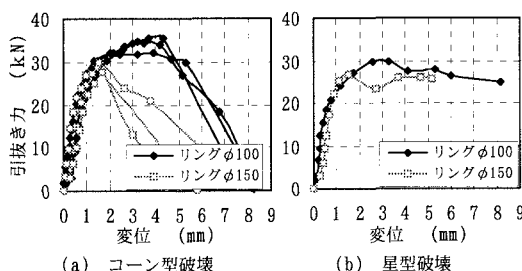


図4 引抜き力-変位曲線（川砂 $f'_c=38.5\text{MPa}$ ）

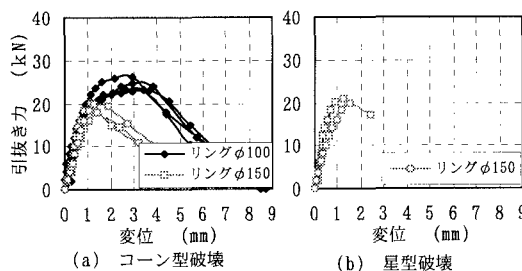


図5 引抜き力-変位曲線（川砂 $f'_c=18.5\text{MPa}$ ）

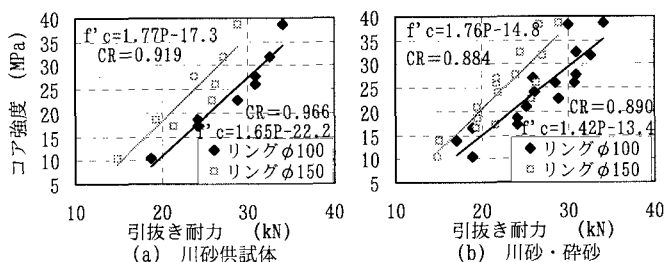


図6 較正曲線と回帰式