

V-129 ポストアンカー方式を用いたコンクリートの引抜き試験法

佐藤工業（株）中央技術研究所 正会員 荒添 正棋
 佐藤工業（株）中央技術研究所 正会員 伊東 良浩
 芝浦工業大学 工学部 正会員 勝木 太

1. はじめに

コンクリートの圧縮強度を推定するための非破壊検査方法の一つに引抜き試験法がある。従来の引抜き試験法では、反力リングがコンクリート表面の凹凸の影響を受けること、またアンカーの垂直性を確保することが困難であったことなどから、その試験精度が懸念され、我が国ではあまり用いられていないのが現状である。そこで我々は、引抜き試験法による圧縮強度推定の精度を向上させる目的で、引抜き力がアンカー軸と常に一致し、コンクリート表面の凹凸の影響を受けない反力リングのセット方法を考案した。本研究では、この試験方法によるコンクリートのアンカー引抜き荷重と圧縮強度の関係、および圧縮強度を評価するために必要な試験本数について検討した。

2. 実験概要

図-1 に引抜き試験法の概要を示す。アンカーの先端部は打撃を加えると拡張するメカニズムになっており、専用ドリルで削孔および拡張した穴にアンカーを挿入し打撃を加えコンクリートに定着する。次にアンカーにガイドバーを取付け、これを軸に反力リングセット用の溝をコアリングする。このため、コアリング面（反力面）とアンカー軸は常に垂直性を保ち、コンクリートの凹凸に影響を受けない。また、今回の実験では、反力リング位置からアンカー拡張頂部までの高さを7cmとし、反力リングの直径を10cmとした。

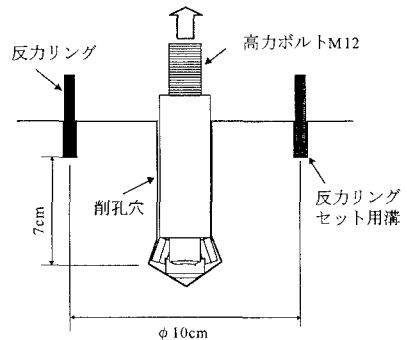


図-1 引抜き試験概要

表-1 に引抜き試験に使用したコンクリートの配合を示す。

なお、表中の早強コンクリートは試験精度および必要試験本数を検討するために用いた。また、図-2 には引抜き試験用供試体（50×50×20cm）の概要を示す。吹き付けコンクリートの引抜き用供試体は、ノズル手前で粉体急結材と表中の吹き付け用コンクリートとを合流混合させ、急結性のコンクリートを型枠に吹き付けて製作した。引抜き本数は、各々の配合および材令について3本実施した。なお、材令1日および7日における圧縮強度は、供試体からコアリングしたもの（φ7.5×15cm）で、材令3時間については別に行った既往の引抜き試験法[1]による試験結果から推定したもので評価した。一方、早強コンクリートの圧縮強度は気中養生したφ10×20cmの円柱供試体で評価した。

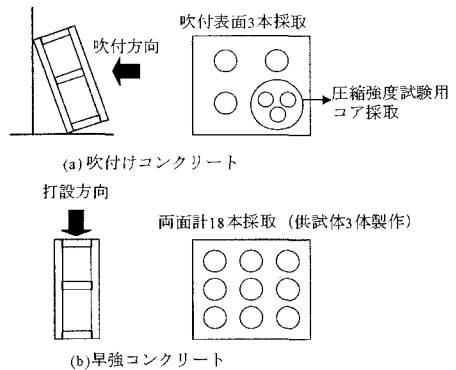


図-2 引抜き試験用供試体の概要

表-1 引抜き試験用供試体の配合

種類	材令	粗骨材の最大寸法	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	AE 剤(g/m ³)
吹き付け用	3 時間, 1 日, 7 日	13mm	50	41	205	410	990	719	—
			56.9	59	205	360	1031	719	—
早強	2 日	20mm	53	47.6	175	331	835	956	2.98

キーワード：非破壊試験，引抜き試験法，ポストアンカー，吹き付けコンクリート，圧縮強度

〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL 0462-41-2172 FAX 0462-41-2176

〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 TEL 03-5476-3050 FAX 03-5476-3166

3. 実験結果

3.1 引抜き性状

写真-1 に引抜き後の破壊状況を示す。引抜き後のコーン頂角は約 67.4° であり、精度よい圧縮強度を推定するために必要な頂角の範囲が 60° から 68° であるという既往の研究結果[2]の範囲内であることが確認された。なお、引き抜き試験を行う上でコンクリートの凹凸は問題とならなかった。

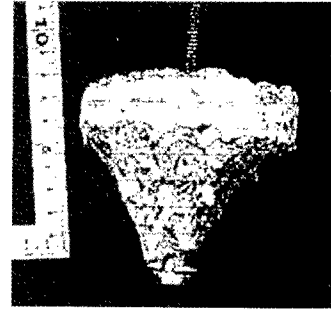


写真-1 引抜き性状の一例

3.2 アンカー引抜き荷重と圧縮強度の関係

図-3 に吹き付けコンクリートおよび早強コンクリートの引抜き試験結果を示す。また、図中には吹き付けコンクリートのデータのみを直線回帰したもの（回帰式 1）と両者すべてのデータを直線回帰したもの（回帰式 2）も示す。図中の回帰式の相関係数は回帰式 1 で 0.94 程度、また回帰式 2 で 0.84 程度となり、両者とも引抜き荷重と圧縮強度にはほぼ良好な直線関係があることが分かった。

なお、今回の実験では、引抜き荷重と圧縮強度の関係において吹き付けコンクリートと早強コンクリートで大きな差異は見られないが、骨材の大きさ等により差異が生じる可能性がある。よって今後、これらの条件を考慮し実験を行いデータを増やす必要があると考える。

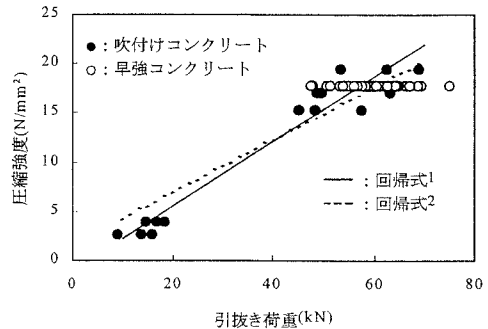


図-3 引抜き荷重と圧縮強度の関係

3.3 必要試験本数の検討

ここで、早強コンクリートで製作した供試体から 54 本のアンカーを引抜いた試験結果を用いて圧縮強度を推定するために必要な試験本数を検討した。まず、54 本のアンカー引抜き荷重をすべて回帰式 2 を用いて圧縮強度に換算する。次にその母集団の中から、試験本数 n 本をランダムに抽出し推定平均圧縮強度を求める。この作業を 100 回行ない、推定平均圧縮強度の最大値と最小値を求める。これにより求めた値をそれぞれ母集団（54 本のデータ）の推定平均圧縮強度で除した値と試験本数の関係を図-4 に示す。図より、各試験本数から得られた最大および最小の推定平均圧縮強度と母集団の推定平均圧縮強度との比が、 $\pm 10\%$ 以内に収まるようにするならば、試験本数は 5 本以上必要であることが分かる。

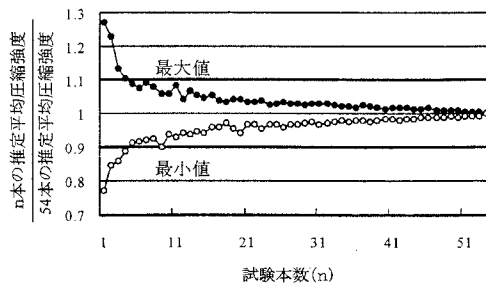


図-4 試験本数と推定平均強度比の関係

次に本試験方法による推定圧縮強度のバラツキについて検討するために、一般に良く用いられているシュミットハンマー法との比較を行った。ここで用いたシュミットハンマー法による圧縮強度の推定は、54 本引抜き採取した供試体を対象に 60 回行った結果である。両者の変動係数は引抜き法で 9.55%、シュミットハンマー法で 29.8% となり、今回提案した引抜き試験方法がシュミットハンマー法に比べバラツキが $1/3$ 程度であることがわかった。

4. まとめ

今回提案した引抜き試験方法において得られた知見を以下に示す。

- 1) アンカー引抜き荷重と圧縮強度の間には高い直線性の相関関係がある。
- 2) 圧縮強度を推定するために必要とされるアンカー引抜き試験本数は、本研究の試験範囲内における 54 本行った結果との誤差を $\pm 10\%$ 以内にするために 5 本程度必要となる。

【参考文献】

- [1] 後藤、稲田：吹付コンクリートの弱材令強度評価の為の引抜き試験、佐藤工業技術研究所報 No.5, pp95-102, 1978
- [2] Todd Rutenbeck : Summary of Workshop C, ACI Publication sq-45, pp351-365