

前田建設工業株式会社技術研究所 ○ 正会員 関 順一

// 中村敏夫

// 井上博之

1. まえがき

NATMの支保部材としての吹付けコンクリートは、掘削後速やかに地山に密着した施工をすることが大切であり、早期に地山荷重を受けるので、特に早期強度の管理が重要となる。しかし、若材令における強度測定は、コアの採取が難しいため、圧縮強度試験にかわる簡便な試験方法として、Pull-out Test による早期強度の判定を試みている。Pull-out Testは、単に吹付けコンクリートのみならず、モルタル、コンクリートにも適用可能である。本実験では、Pull-out Test により、モルタル、コンクリート、吹付けコンクリートの早期圧縮強度の判定を行なうために、現場及び室内実験によってPull-out Test による引抜せん断強度とコアやモールドの圧縮強度との相関性を求めたので、ここに報告する。

2. 実験概要

図-1に試験装置を、写真-1, 2に試験方法を示す。モルタルとコンクリートは室内実験で、モールドによる供試体の圧縮強度とPull-out Test による引抜せん断強度との相関関係を求めた。試験は全て材令1日で行なった。圧縮強度は、吹付けコンクリートの材令1日までの強度発現状況を想定し、 $\sigma_c = 10 \sim 120 \text{ Kg/cm}^2$ とした。圧縮強度差は、配合とセメントの種類をかえて生じさせた。吹付けコンクリートは現場実験で、コアによる圧縮強度との相関関係を求めた。試験は材令1日で行なった。室内実験で使用したセメントは、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、超早強ポルトランドセメントで、吹付けコンクリートは普通ポルトランドセメントを使用した。粗骨材は最大寸法15mmの碎石を用いた。配合は割愛する。圧縮強度試験用の供試体は、吹付けコンクリートは $\phi 10 \times 10 \text{ cm}$ のコア、モルタル、コンクリートは $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ のモールドによる円柱供試体である。

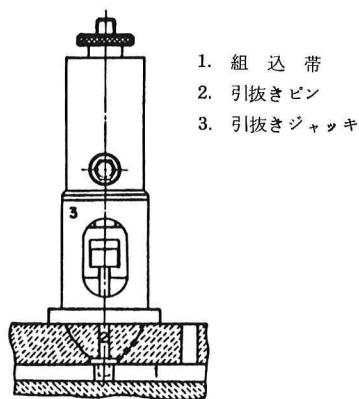


図-1 Pull-out Test 強度測定器

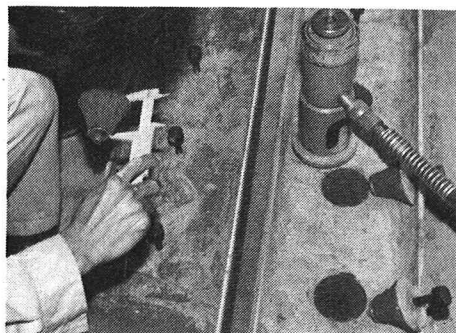


写真-1

室内実験

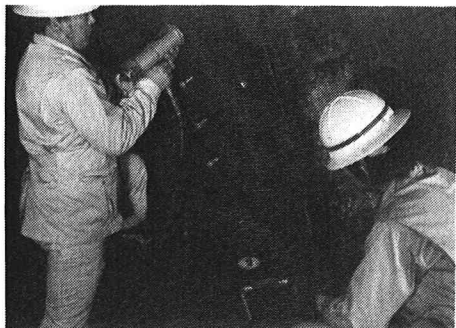


写真-2

現場実験

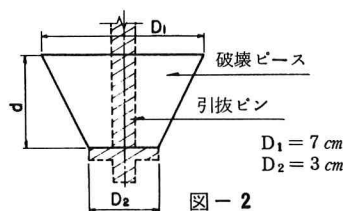


図-2

引拔せん断強度は、埋込んだピンを引抜くことによって得られる破壊ビースの側面積と引抜力によって、次式で与えられる（図-2 参照）。

$$\tau_s = P/M, \quad M = (10 + 2.5 d^2) \cdot 3.5 \pi / \sqrt{(3.5)^2 + (1.75 d)^2}$$

τ_s : 引拔せん断強度 (Kg/cm^2), P : 引抜力 (Kg), M : 破壊ビースの側面積 (cm^2), d : 引拔ピンの埋込み高さ (cm)。引拔ピン埋込み高さ d は、吹付けコンクリートは $3 \sim 5 \text{ cm}$, モルタル, コンクリートは 4 cm とした。又、モルタルとコンクリートの室内実験では、 d をかえて引拔ピン埋込み高さ d と引拔せん断強度との関係を求める試験も行なった。

3. 実験結果と考察

図-3, 4 に実験結果を示す。(1)モルタル, (2)コンクリート, (3)吹付けコンクリートについて、最小二乗法によって圧縮強度 σ_c と引拔せん断強度 τ_s の関係を求めると、

$$\sigma_c = 3.87 \tau_s - 19.84, \quad r = 0.982 \dots (1)$$

$$\sigma_c = 3.72 \tau_s - 25.48, \quad r = 0.996 \dots (2)$$

$$\sigma_c = 1.84 \tau_s + 20.90, \quad r = 0.920 \dots (3)$$

となり、圧縮強度と引拔せん断強度との間には、いずれも高い相関関係が認められる。しかし、図-3 に示されている様にモルタル, コンクリート, 吹付けコンクリートには各々別な σ_c と τ_s の関係がある。これは施工方法と材料の違いによって生ずる品質の違いが(1)~(3)になったものと思う。したがって、

Pull-out Test によって圧縮強度を判定する場合、モルタル, コンクリート, 吹付けコンクリート各々についての相関関係を用いる必要がある。(1)(2)と(3)の相関係数の差は、図-4 に示されている様に、引拔ピン埋込み高さ d が高くなると σ_c が同一であつても τ_s は大きくなり、 σ_c が大きくなるにつれ d の影響が大きくなる点で、 d の違いによるものと思う。図-4 は d の管理の必要性を示しているが、吹付けコンクリートの場合引拔ピン埋込み高さを一定にすることは困難であるが、今後のデータ集積により(3)式をさらに補正して、実用的な関係を求め得る。

4. まとめ

今回の実験によって、引拔せん断強度と圧縮強度の間には高い相関性があり、Pull-out Test が早期強度の判定に、有効な試験方法であることが実証された。特に若材令の強度管理が要求される吹付けコンクリートでは、その特殊性を考慮して、早期強度の判定に、圧縮強度試験にかわる簡便な Pull-out Test が有効な試験方法であると考ええる。

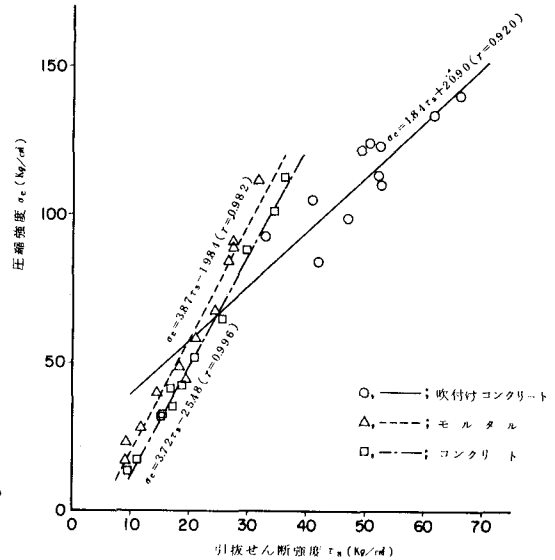


図-3. σ_c と τ_s の関係

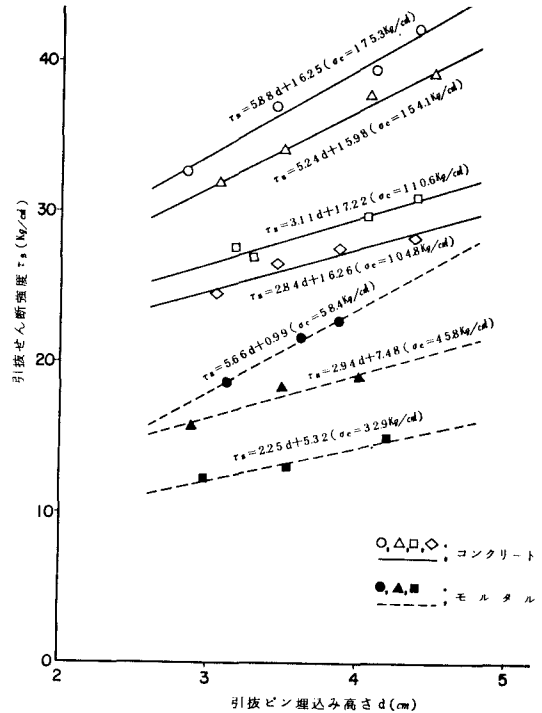


図-4. τ_s と d の関係