

大林組技術研究所 正員 西林清茂
同 上 正員 細谷芳巳
同 上 正員 〇小日向 隆

1. まえがき

セメント混合固結土によつて形成された地中構造物の設計を行う際、その内部応力に関する安定性の検討に圧縮強度はもとより、引張強度、曲げ強度の把握が不可欠である。しかし、これらの強度の内、とくに引張強度、曲げ強度を求める試験法に統一的なものはなく、したがつて得られる結果も同々の試験法の特徴に対応した結果になっていると考えられる。

そこで、試験法の相違がセメント混合固結土の引張強度、曲げ強度に及ぼす影響について、それぞれ2〜3種類の試験法を並び比較試験を行つた結果、知見を得たので以下に報告する。

2. 実験概要

2.1 対象土の土質性状

実験に使用した対象土は川崎沖海成粘土の調整試料であり、その土質性状は表-1に示す通りである。

2.2 試験方法

引張試験は、割裂引張試験、ひょうたん形供試体直接引張試験、エポキシ樹脂接着による円柱供試体直接引張試験の3種類とし、曲げ試験は、中央一点載荷曲げ試験、三等分二点載荷曲げ試験の2種類とした。供試体寸法および載荷方法は図-1に示す通りである。なお、今回適用した一軸圧縮強度の範囲は、28日強度で $q_u = 5 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ であるが、この強度はセメントスラリー濃度 ($\% = 0.4, 0.8$) と添加量 ($d_w = 10, 20, 30, 40\%$) を適宜変化させて求めた。

比 重		2.60
自然含水比 (%)		74.0
コン シ ス ト	液性限界 (%)	30.6
	塑性限界 (%)	21.8
	塑性指数 (%)	8.8
PH		9.2
粒 度	砂 (%)	44.4
	シルト (%)	23.9
	粘土 (%)	31.7
有機物含有量 (%)		5.2

表-1. 対象土の土質性状一覧

3. 実験結果および考察

3.1 引張強度

図-2は、引張試験方法の相違による引張強度 σ_t と一軸圧縮強度 q_u の関係である。いずれも一軸圧縮強度が大きくなるに従つて引張強度は大きくなるが、その増加割合は一軸圧縮強度が大きくなると次第に小さくなる。

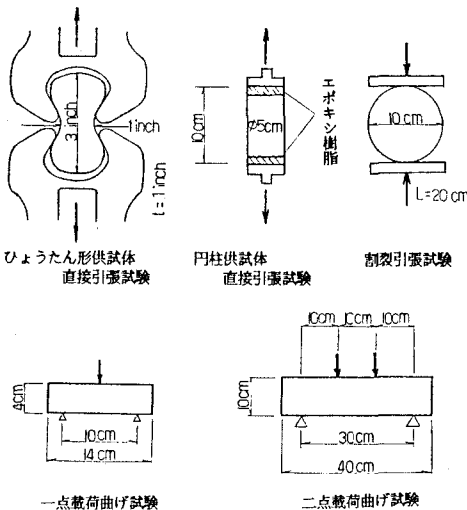


図-1 供試体寸法および載荷試験方法

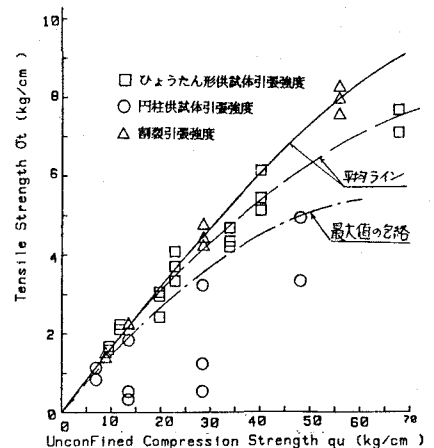


図-2 引張強度試験結果

傾向が見られる。また、各試験方法の相違をみると、引張強度は同じ一軸圧縮強度に対して割裂引張強度が最も大きな値を示し、次にひょうたん形供試体、円柱供試体直接引張強度の順となっている。そして、その差は $\bar{\sigma}_u$ が大きくなるほど広がる傾向にある。特に円柱供試体直接引張強度は大きなバラツキがみられ、しかも極めて低強度な値もある。このように極端に強度が小さいものは、引張治具と供試体の接着部分が離れたものが大部分であった。

また、割裂引張強度がひょうたん形供試体直接引張強度より大きい理由として、コンクリートなどに比べ強度の小さい固結土の割裂引張試験では、載荷具が圧縮時にある載荷帯となるために、純粋な引張応力以外の圧縮強度の成分も加算されるためと考えられる。

次に図-3は、引張強度の平均値と一軸圧縮強度の平均値の比 $\bar{\sigma}_t/\bar{\sigma}_u$ と $\bar{\sigma}_u$ の関係を示したものである。試験法の違いによる差は多少見られるものの、 $\bar{\sigma}_t/\bar{\sigma}_u$ は $\bar{\sigma}_u$ の増加とともに若干小さくなり、概ね $\bar{\sigma}_t/\bar{\sigma}_u = (0.1 \sim 0.2)$ の範囲に分布することがわかる。

3.2 曲げ強度

図-4は、曲げ強度試験方法の相違による曲げ強度 σ_b と一軸圧縮強度 σ_u の関係である。一軸圧縮強度が大きくなるに従って曲げ強度が大きくなる傾向は、引張強度の場合と同様である。

次に図-5は、曲げ強度の平均値と一軸圧縮強度の平均値の比 $\bar{\sigma}_b/\bar{\sigma}_u$ と $\bar{\sigma}_u$ の関係を示したものであるが、一負載荷試験に比べ二負載荷試験による曲げ強度は小さい値を示している。この理由として、一負載荷では曲げモーメントの最大がスパン中央にのみ限定されるのに対し、二負載荷では二つの載荷具の間が等最大曲げモーメントとなるので、弱部部を含みやすいセメント混合固結土では強度の弱い部分をとらえる確率が増すためと考えられる。このような両試験法による結果の相違は、コンクリート供試体の曲げ強度試験においてもみられる現象である¹⁾。

4. まとめ

今回行なった比較試験の結果、引張強度、曲げ強度とも試験方法の相違の影響を受け、得られる結果に差異のあることがわかった。しかし、引張強度は一軸圧縮強度に比べて値が小さいため、試験法による差は小さく、試験精度が大きく影響する円柱供試体直接引張試験を除いて、いずれの方法によっても概ね $\bar{\sigma}_t/\bar{\sigma}_u = 0.1 \sim 0.2$ の範囲にあることがわかった。

一方、曲げ強度は試験法による差が大きく表われ、一負載荷試験では $\bar{\sigma}_b/\bar{\sigma}_u = 0.4 \sim 0.5$ 、二負載荷試験では $\bar{\sigma}_b/\bar{\sigma}_u = 0.3 \sim 0.4$ とかなり評価の異なる結果となった。

どの試験方法が正確で真の値であるとは言えないが、引張・曲げ強度の評価に当ってはこのような試験法の特徴があることに留意して試験値を評価すべきであると考ええる。

＜参考文献＞リ工本学会編 新体系土木工学29、フレッシュコンクリート・硬化コンクリート pp.87～pp.94.

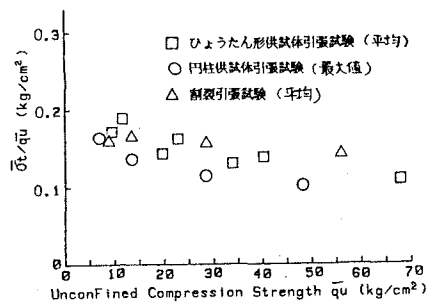


図-3 $\bar{\sigma}_t/\bar{\sigma}_u \sim \bar{\sigma}_u$ の関係

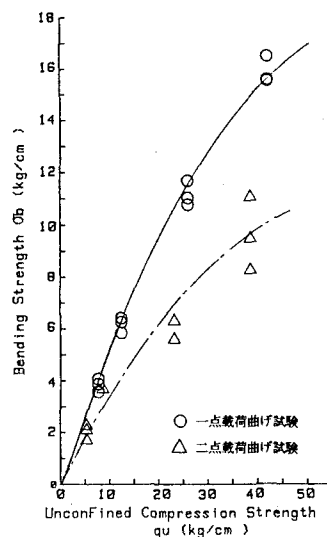


図-4 曲げ強度試験結果

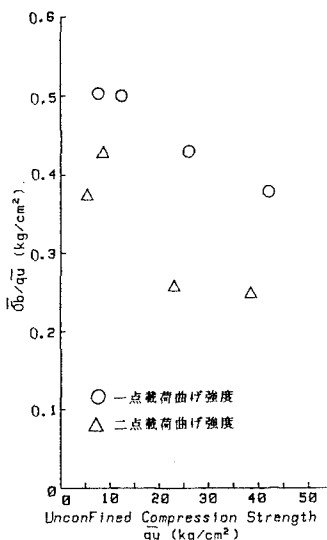


図-5 $\bar{\sigma}_b/\bar{\sigma}_u \sim \bar{\sigma}_u$ の関係