

圧縮・引張り試験機の試作

徳島大学工学部 （学） ○小野直人 （正） 望月秋利

同上 （学） 黒崎ひろみ （正） 上野勝利

1. はじめに

当研究室では空洞の破壊実験を行い、その解析を進めているが、材料の引張り強度に関する情報がなく、この点が本研究のきっかけとなった。引張り試験は今までにも実施されており、その主なものは圧裂引張り試験と、直接材料の両端を引張る方法の2つである^{1), 2)}。後者の一つとして村田らのシラスについての研究³⁾があるが、供試体に「くびれ」を作り、そこを「半割りリング」で挟んで引張る方法である。その結果、圧裂引張り強度とほぼ等しい結果を得ている。しかし、引張り試験用供試体の整形のむずかしさについては本文でも指摘されている。また圧裂引張り試験に対して、本研究で用いた様な「中程度の硬さを持つ粘性土」に対して、適用の可否も問題である。そこで粘性土の圧縮および引張り試験を行うことが可能な装置を開発し、さらに一軸圧縮、圧裂引張り試験も併せて実施し、それらの強度比較、検討した結果をまとめた。

2. 「圧縮・引張り試験機」の概要

一軸圧縮試験に求められる条件は、①供試体の載荷面の平行、②載荷軸と供試体中心軸の一致、さらに③供試体の平均的な強度が求まること（仮に供試体内部に弱層が存在していたとしても）、と考えた。この条件は引張り試験でもまったく同様と考えられるので、これらの条件を満たす、図-1に示すような「圧縮・引張り試験機」を考案した。供試体寸法は20×30×100(mm)の四角柱形状を標準とし、水平方向に供試体を設置する。供試体は石膏を用いて試験機に固定し、モーターの正逆回転を用いて、「引張り試験」および「圧縮試験」の両方が可能な試験機である。この試験機を「徳大型圧縮・引張り試験機」とよび、その特徴は次のようである。①供試体の両端を石膏で固めるので、載荷軸と供試体軸を容易に一致させ得るとともに、軸方向に一致させて圧縮力および引張り力を載荷することができる。②供試体を水平方向に設置しているので、供試体の自重の影響を低減できる。また自重でたわむような軟らかい材料に対しては、供試体高さを高くすることで、その影響を低減することもできる。③供試体整形の必要条件は、側面（一面）の平面性であるので、四角柱供試体を用いているにもかかわらず整形は容易である。また供試体両端面の平行性は必要ではない。

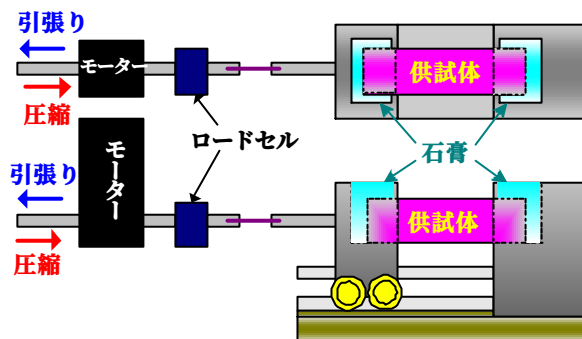


図-1 圧縮・引張り試験機

3. 試験条件と結果

材料には、「カオリン粘土」と「水」、「石膏」の混合材料を用いた。「A 材料=水/石膏=0.4」、「B 材料=水/カオリン=0.8」としたとき、A 材料 30%、B 材料 70%に配合したものである。混合した後4日間養生する。一軸圧縮と圧裂試験の供試体はφ50×100(mm)のモールドで作成する。なお徳大型圧縮・引張り試験の供試体は、モールドから取り出した供試体をトリマーにセットし、ガイドに沿ってワイヤーソーで20×30×100(mm)の四角柱形状に整形する。

表-1 は代表的な試験結果をまとめたもので、まず圧縮強度について比較する。図-2 は一軸圧縮試験結果で、図-3 は徳大型圧縮試験結果を示す。徳大型圧縮試験による強度は、 q_u の約 1.5 倍である。徳大型試験機は、端面拘束の影響も考えられるが、すべり面発生範囲に対して±1.5cm の余裕を設けており、その影響は軽減されている。一方球座タイプの一軸圧縮試験機では、載荷板の回転により結果として強度を低く見積もり過ぎている可能性があると考えている。また破壊ひずみは、徳大型試験機の方が約 1.4 倍大きい。これは供試体の端面拘束条件で、載

key Words : 一軸圧縮試験、圧裂試験、引張り強度、圧縮強度

〒770-8079 徳島県徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部 TEL/FAX 088-656-9721

荷軸と供試体軸とを一致させたまま、ずれることなく載荷できるためと考えられる。

一方引張り強度については、図-4に圧裂試験の結果を、図-5に徳大型引張り試験機による結果を示す。徳大型試験機の結果は、圧裂試験の強度よりも約2倍大きい。また破壊ひずみは圧裂試験結果の約1/6である。少なくとも、同じ引張り強度として見なすには無理がある。

そこで圧裂試験が「引張り試験」になり得ているかについて、次の様に検討した： 図-6(1)は、圧裂試験のピーク強度付近で撮影した写真で、図-6(2)はその模式図である。破壊は、まず図中に示す「D-A-E」で囲まれる「楔」が形成され、その後「A-Z」部分に亀裂が進み、破壊する。場合によっては、載荷の最終段階では上部にくさびが形成されることもある。そこでこの破壊メカニズムを基に、2つの破壊形式を考えた。「モード①」は、楔側面（A-D、A-Z）のせん断強度が発揮されている状態で「A-Z」部に働く引張り強度(S_t)と釣り合っている場合で、「モード②」は楔が形成された後、 S_t と釣り合っている場合を考えた。表-2に計算結果を示す。「モード②」の場合 S_t は約2 kgf/cm²と q_u 値よりも大きく、説明できない。この結果から「モード①」つまり、圧裂載荷によって楔が形成されるがその両面にはせん断強度が動員されており、せん断抵抗力の水平方向の力が「A-Z」部の S_t と釣り合い、楔の貫入と共に図中のA点からZ点に向かって進行的に破壊が進んだものと推定できる。また徳大型試験機による S_t よりもかなり小さくなったことも説明できる。なお圧裂試験でこのような楔を形成して破壊するような場合、仮にここで示したような計算をしたとしても適切な S_t を得ることはできず、圧裂試験は適切でない、といえる。

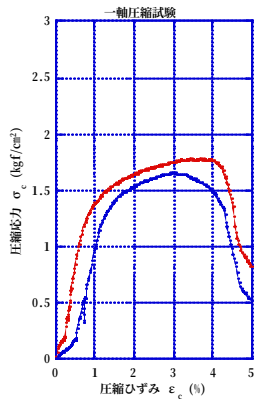


図-2 一軸圧縮試験

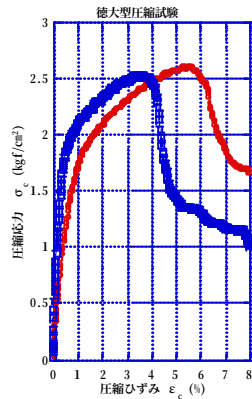


図-3 徳大型圧縮試験

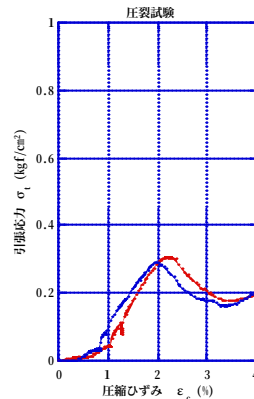


図-4 圧裂試験結果

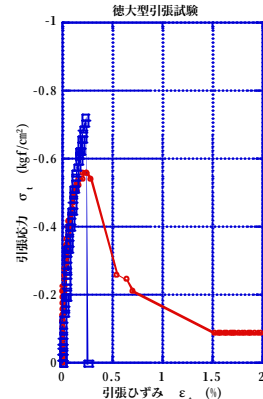


図-5 徳大型引張り試験

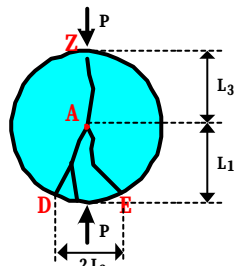


図-6 (1) 破壊時の供試体前面

図-6 (2) 供試体前面模式図

表-1 代表的な試験結果

方法	試験数	平均強度(kgf/cm ²)	平均ε(%)	供試体平均寸法(mm)
徳大型圧縮	3	2.56	4.41	21.75×30.87×100.76
徳大型引張	6	0.66	0.22	19.03×31.32×101.44
一軸圧縮	3	1.70	3.24	φ=99.2, h=100.45
圧裂引張	3	0.32	3.84	φ=98.2, h=100.13

表-2 圧裂試験の力の釣り合い

	モード①	モード②
力の釣り合い		
P (kgf/cm)	3.2	3.2
R (kgf/cm)	0.48	5.37
$S_t = R/L$ (kgf/cm ²)	0.18	2.03
θ (°)	16.58	16.58
L (cm)	2.65	2.65

参考文献

- 1)大久保誠介、福井勝則、木村有仁：土丹の力学的特性と構成方程式、「トンネルと地下」Vol33,No1,PP45～50,2002
- 2)伊藤雅夫、平野富佐夫、杉浦研五：土の引張り試験法について、第29回年次学術講演会講演概要集、第3部,pp210～212,1974
- 3)村田秀一、山内豊聡：乱さないシラスの強度特性の要因について、土質工学会論文報告集 Vol.17,No.3,Sept.1977