

変成エポキシ樹脂で固化処理された土の工学的性質に関する研究
(特に透水性能について)

舞鶴工業高等専門学校 学生会員○田村和彦
舞鶴工業高等専門学校 山下良
舞鶴工業高等専門学校 フェロー 中澤重一

1. はじめに

近年の国土開発に伴って遺跡や埋蔵文化財の発掘調査件数が増大しているが、これらの遺跡の多くは土や岩石で構成されており、その恒久的保存は困難とされている。これらの遺構の保存材料として十分な強さと透水性を持つ変成エポキシ樹脂が利用されている¹⁾²⁾。この変成エポキシ樹脂は土に混合された場合、水分を取り込んだ形で硬化反応を示し、所定の硬化反応後取り込んだ水分を急激に放出して反応を終結させるという性質を持っている。水分放出に伴い硬化体は気孔をもつことになる。したがって処理層は透水性を持ち、未処理土との界面で剥離現象を生じることもなく、未処理土と一体となって所期の目的を達する。本研究は変成エポキシ樹脂で固化処理された土の工学的性質を明らかにすることを目的とし、特に透水特性について検討を行った。

2. 研究内容

エポキシ樹脂は水、主剤、硬化剤で構成されており、この3種類の配合比を変えて20種類の供試体を作成し、透水試験、圧縮試験、引張試験を行った。透水試験は4種類の試料土、すなわち6号、7号、7号:6号=1:1、7号:6号=3:1について行い透水係数とエポキシ樹脂混合率について比較検討を行った。また圧縮・引張試験では2種類の試料土(7号、7号:6号=3:1)についてエポキシ樹脂混合率、圧縮・引張強度について比較検討を行った。試料土の性質については表-1の通りである。

3. 透水装置の概要

図-1に透水試験装置を示す。透水装置は上板、下板と円盤状の型枠で構成されている。型枠は高さ43mm、直径300mmで、2つに分割できる構造となっており、型枠内にエポキシ樹脂で固化処理した供試体がセットされる。透水試験装置は変水位透水試験方式で実験を行う。供試体の厚さは31.8mmで透水試験時には図-1のように上下に5.6mmの空間を設け透水時に供試体全体に均等に水が行き渡る構造となっている。JIS方式による透水円筒では固化処理土の養生期間中、試料土が収縮した場合、円筒壁と試料土の間にすきまができるなどの問題が発生したので2つ割りモールド形式を採用した。

4. 透水試験の結果

6号の試料土 エポキシ樹脂混合量が10%~20%では、透水係数のオーダーは 10^{-2} ~ 10^{-3} cm/sの範囲にほぼ保たれていた。しかし樹脂混合量増加に伴い透水係数のバラツキが大きく、透水性は不安定であった。また、他の試料土の実験結果では樹脂混合量25%前後で大幅な透水係数の低下が見られたが、6号の試料土では樹脂混合量20%の時にすでに透水係数の低下が見られた(図-2)。

7号:6号=1:1の試料土 樹脂混合量増加に伴う透水係数の変化はあまりなく、樹脂混合量10%~20%の間では透水係数は 10^{-2} ~ 10^{-3} cm/sのほぼ同じオーダーを保っていた。樹脂混合量が20%以上となると透水係数は急激に低下し1オーダー小さな値となった(図-3)。

表-1 試料土の性質

試験名	試験結果				
		7号	7号:6号 3:1	6号	7号:6号 1:1
粒度試験	フルイ (μ m)	残留率%			
	420	24.43	52.16	48.50	6.63
	250	64.72	44.12	44.50	47.24
	110	8.60	2.02	7.00	41.40
	75	2.08	1.70		4.04
変水位 透水試験	透水係数 (cm/s)	1.63E-03	1.18E-03	1.28E-02	1.24E-02

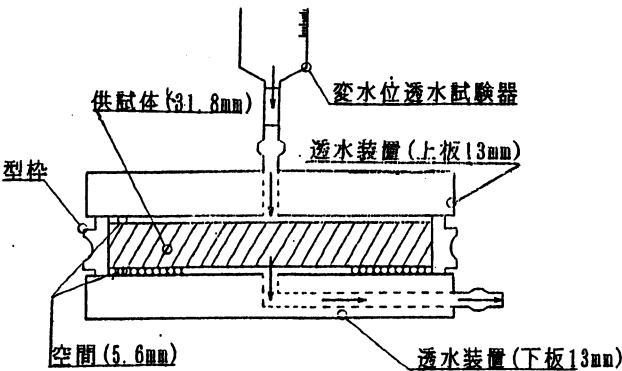


図-1 透水試験装置概要図

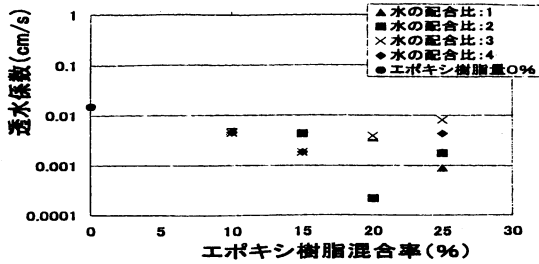


図-2 6号の透水係数と配合比

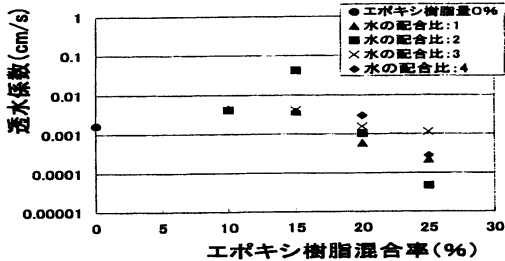


図-3 7号：6号=1：1の透水係数と配合比

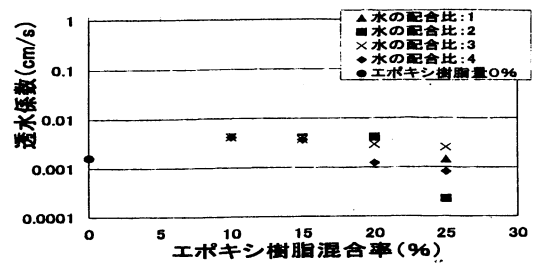


図-4 7号の透水係数と配合比

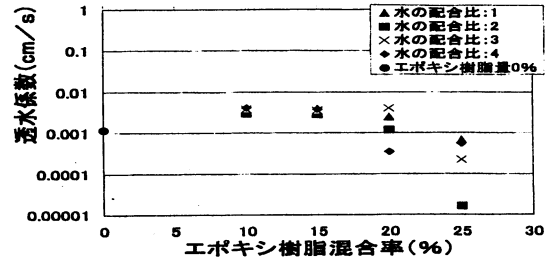


図-5 7号：6号=3：1の透水係数と配合比

7号の試料土 エポキシ樹脂混合量10%～20%の間では透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ のオーダーに保たれていた。樹脂混合量20%をこえると透水係数は1オーダー低下した(図-4)。

7号：6号=3：1の試料土 実験結果は7号とほぼ同じ結果となった。エポキシ樹脂混合量10%～20%の間では透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ のオーダーに保たれており、樹脂混合量20%をこえると透水係数は1オーダー低下した(図-5)。

5. 圧縮・引張試験の結果

圧縮試験 圧縮試験は7号、7号：6号=3：1の試料土について行った。実験の結果より、供試体中の水の配合比を多くすると圧縮強さは低下した。そして樹脂混合量20%前後で圧縮強さは最大値をとり、それ以上樹脂を混合しても圧縮強さには大きな変化はなかった。また7号：6号=3：1の試料土の実験結果は、7号の試料土の実験結果よりも大きな圧縮応強さを示した。

引張試験 引張試験の結果も圧縮試験の結果とほぼ同じ傾向となった。供試体中の水の配合比を多くすると引張強さは低下した。また7号：6号=3：1の試料土の実験結果は、7号の試料土の実験結果よりも大きな引張強さを示した。

6. 結論

透水性能について

1) 適度の透水性を持つエポキシ樹脂混合量は10%～20%の範囲である、2) 水の配合比の変化による透水係数の変化はあまり見られない、3) 樹脂混合量が25%以上になると透水性は低下する傾向が見られた。

圧縮・引張性能について

1) 水の配合比を多くすると、圧縮及び引張強さは共に低下する、2) 試料土の種類によって圧縮強さ、引張強さは変化する、3) 養生期間による強さの増加は大きい、28日程度ではまだ強さの伸びが認められる。

全体を通して

1) 強度面、透水面を考慮して事実上、使用可能なエポキシ樹脂量は10%～20%の範囲である、2) 施工性を考慮すると強度は多少低下するが水の配合比が多い方が望ましいといえる、3) 養生期間についてはさらに長期間の追加試験が必要である。

なお、この研究は文部省科学研究補助金(基盤研究(C)(2))の補助により行ったものである。

{参考文献}

- 1) 沢田正昭著：文化財保存化学ノート、石像文化財の保存修復・塩類風化、p176-178、1997
- 2) 沢田正昭：イースター島モアイ像の再建、土木学会誌、Vol.82、p21-23、1997

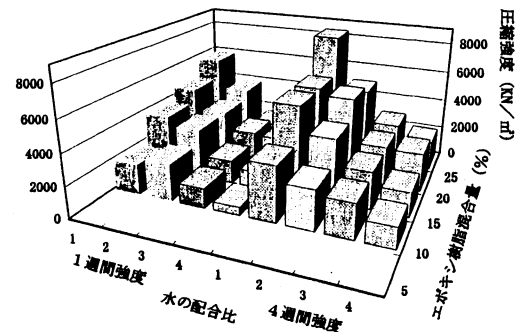


図-5 圧縮試験結果一例(7号：6号=3：1)

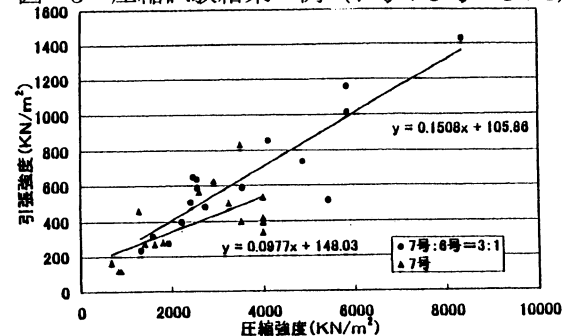


図-6 圧縮・引張強度相関性