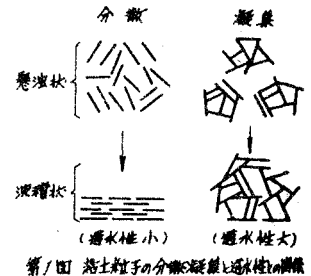


1. まえがき 土の透水抑制にベントナイト粘土(Bent)特にNa-Bentが広く使用されている。

Bentは水中で良く膨潤するので、Bentの透水抑制作用は一般に膨潤説のみによって説明されてきた。しかし著者は1961年に分散・配向(沈積)説を提案した¹⁾。「膨潤しやすいNa-Bentは水中で超微細粒子によく分散し、更に土中の微細粒子(粘土)をも分散させる。これら分散状態のBentおよび土粒子は土中孔隙にち密な配向沈積層を形成する。この層が透水を抑制する。」従ってBentの作用も膨潤と分散・配向の両見地から検討すべきであり、土中水にBentが懸濁する場合には、分散・配向説が妥当である。ここに分散・配向説の妥当性・有用性に関する一連の研究²⁾をまとめて報告する。

2. 粘土の分散・凝集と沈積粘土層の透水性 第1図に模式的に

示すように、水懸濁系で分散している板状、リン片状、棒状などの結晶性粘土粒子は、粒子間の結合がおこなないため、沈積時に最も安定な配向状態となり、当然沈底容積は小さくなる。その結果、自由水の通る間隙も少なく透水性も小さい。他方、凝集している粘土粒子は、粒子間結合のため沈積しても構造形成して配向しにくく、沈底容積は大きく透水性も大きい。以上の基本原理を確立し、この原理に基づいて、膨脹性結晶粘土鉱物モンモリロナイトを主成分とするBentの透水抑制作用の機構をBent自体の分散性と、その分散剤的特性の両面から究明した。



3. Bentの分散性と透水抑制作用

第1表で、Ca-Bentに比べてNa-Bentは膨潤しやすく、また完全に分散している。そして飽和土中でNa-Bent粒子は懸濁状になり、土中孔隙内に配向沈積して透水性を著しく抑制する。分散度の低いCa-Bentに分散剤たとは $(\text{NaPO}_3)_6$ を添加すると、第2表のように、膨潤度は殆んど変化しないが、分散度は増加して透水性は著しく低下する。この知見によれば、非膨脹性粘土も分散すれば透水を抑制する筈である。第2表に、砂土を分散剤処理し、土中に既存の非膨脹性粘土を分散させると、透水性が抑制された実験例を示した。以上から、土にBentを混入した場合、Bentの分散・配向性が透水抑制の主因であることが判った。一方、土中にBentを層(膜)状に施用する場合にはBentの膨潤性が主に関与しているが、Na-Bentが膨潤

第2表 分散剤処理による粘土の分散性増大と透水性低下

試料	$(\text{NaPO}_3)_6$ me/100g	分散度 %	透水係数 (k) cm/sec	膨潤度 (DS _{sw}) %
B-VIC	0	67	1.4×10^{-6}	2.77
	40	85	5.4×10^{-7}	2.87
	120	100	4.4×10^{-7}	2.88
砂土中の 粘土(2%)	0	73	5.4×10^{-4}	—
	10	100	2.7×10^{-5}	—

第1表 供試Bentの分散性とその沈積層の透水性 (付: 二三の理化学性)

試料 No.	説明	pH (1:100)	粘土 %	CEC me/100g	置換性カチオン me/100g				分散度 %	沈底容積 (SV) %	透水係数 (k) cm/sec	膨潤度 (DS _{sw}) %
					Na	K	Ca	Mg				
B-IN	市販Na-Bent	9.95	64.3	72.1	67.8	9.0	10.3	4.1	91.2	1.9	2.2×10^{-7}	6.02
B-IC	同様に調製Ca-Bent	8.75	67.2	71.5	10.5	6.3	43.8	12.0	72.6	2.5	1.7×10^{-6}	1.94
B-VIC	市販Ca-Bent	9.15	62.7	83.3	34.0	6.1	47.6	11.6	99.3	3.3	1.4×10^{-6}	2.77

する際にも粒子間に分散力が作用し、粒子相互は微細移動して最密充填状態すなわち配向状態に再配列し、そのために透水性をより一層抑制するのである。

4. Bentの分散剤的特性と透水抑制作用

Bent粒子はそれ自身の分散・配向沈積によって透水抑制するだけでない。Na-Bentは分散剤として土中の微細粒子特に粘土粒子をも分散させ、この分散粒子も土中孔隙内に

配向沈積し、Bentの透水抑制作用がより一層促進される。第2図に示すように、分散剤(NaPO₃)₆と同様にNa-Bentはカオリン粒子を良く分散させ、この分散粘土の沈積層の透水性が著しく低下している。一方、Ca-Bentはこのような分散剤的特性を殆んど有していない。

5. Bent客入に対する新説の適用 3.4.に述べたBentの透水抑制機構の新説の有用性を説明する。

(1) 第1,2表に示したように、Na-Bentに比べて透水抑制能の劣るCa-Bentも適当な無機系・有機系分散剤で処理し、その分散性を増すことによって、透水抑制能を増大させることができる。

(2) 土中の非膨脹性粘土分をNa-Bentまたは適当な分散剤によって分散しやすくすることにより、当然土の透水性を低下させることができる。また分散性の非膨脹性粘土の客入も有効である。

(3) 第3図において、透水係数 k として約 10^{-3} cm/sec以上の砂土では、客入Na-Bent粒子は分散しやすいために浸透水と共に移動流亡し、沈積層を形成できず、結局Bentは透水抑制能を発揮できない。しかし、合成高分子PVA(ポリビニルアルコール)がBentを凝集させることを見出し、少量のPVAによって

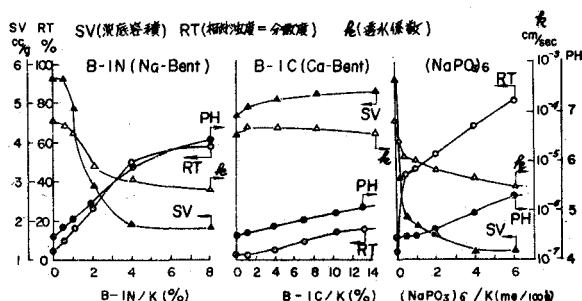
Bent粒子を弱く凝集させ流亡を阻止して、その透水抑制能を発揮させることができた。更にBentの透水抑制能を最大に発揮させるに必要なPVA/Bent比(図中のA₁、A₂)が存在することも、Bentの膨潤説では説明できないが、分散・配向沈積の立場から容易に説明できる。

(4) 第4図において、少量のBent添加による土の k の急激な低下(S-1で顕著)にはNa-Bentによる土中粘土の分散・配向が大いに関与している。火山灰土S-3ではBent約1%添加で逆に透水性が増大する特異現象を認めた。この現象はアロフェンに対するBentの分散・凝集作用によって明確に説明できる。

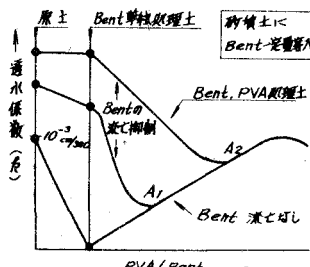
(5) 泥水掘削工法における掘削壁面の安定に關しても新説を適用できる。別の機会に発表する。

文献 1) 喜田・樺味・川口：土肥要旨集, No.7, 2 (1961)

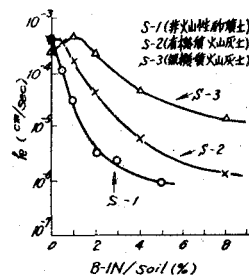
2) 喜田：土肥誌, 33, 397 (1962) ; 喜田・森・川口：土肥誌, 34, 119 (1963) ; 喜田・樺味・森・川口：土肥誌, 35, 47 (1964) ; 喜田：高分子, 10, 962 (1961) ; 喜田：高分子, 13, 306 (1964) ; 喜田：ペントナイト, No.3, 12 (1962)



第2図 Bent, (NaPO₃)₆によるカオリン(K)の分散性とその炭層の透水性の変化



第3図 PVA-Bentの透水抑制作用(模式図)



第4図 Na-Bent (B-IN)の透水抑制効果