

Ⅲ－17

低濃度薬液改良地盤の浸透破壊パターンに関する研究

東北学院大学 学生員 ○齋藤華 木村敦史

東北学院大学 齋藤孝一

東北学院大学 正会員 飛田善雄 山口晶

1. 研究の背景と目的

著者らは、これまでに豊浦砂を用いて緩詰め砂・密詰め砂・低濃度薬液改良砂についてクイックサンド実験を行い、浸透破壊パターンに着目して研究を行ってきた¹⁾。その研究により、低濃度薬液の液状化に対する抵抗は地盤の透水性に関係することと、クイックサンドによる地盤の浸透破壊パターンには激しくボイリングを起こすパターン（ボイリング破壊）と薬液によって固結した砂塊がブロック状に徐々に破壊するパターン（ブロック状破壊）が存在することを示した。しかし、クイックサンドによる地盤の浸透破壊パターンはこれらの2つのみではなく、条件によっては別の破壊パターンが存在する可能性がある。そこで本実験では、昨年度の実験¹⁾と異なる条件についてクイックサンド実験を行い、薬液濃度と間隙比をパラメータとして浸透破壊パターンについて詳細に検討を行った。

2. 浸透流による破壊実験

図-1に実験装置の模式図を示す。試料は豊浦砂を使用した。最初に水または所定の濃度の薬液を作製し水槽に入れる。次に豊浦砂を落下させ、所定の密度になるように突き棒で突き固める。その後、所定の日数養生を行い、上流側に動水勾配1未満の水を入れて上流側と下流側の水位が同じになった時を飽和終了とした。飽和終了後、矢板を境に上流側に水を入れ、動水勾配を1時間おきに0.5ずつ上げていくことによってクイックサンド実験を行った。なお、本実験では水ガラス系の恒久グラウト材料を使用した。配合を表-1に示す。薬液の作製は、A液とB液をそれぞれ攪拌して用意し、B液を攪拌しながらA液を少量ずつ所定量配合した。

表-2に実験条件を示す。密詰め砂（間隙比 $(e)=0.50-0.65$ ）、緩詰め砂 $(e=0.75-0.8)$ 、薬液シリカ濃度（3%、6%）、養生期間（3日、7日、11日）をパラメータとした。

3. 実験結果

実験によって得られた破壊時動水勾配 if と間隙比 e の関係を図-2に示す。図中に示す線はTaylorによる限界動水勾配である。薬液シリカ濃度3%緩詰め11日間養生の場合、破壊時動水勾配は3%緩詰め7日間養生の場合よりも低い結果となった。11日間養生では、水道が拡大してブロック状になった砂塊が浸透流によって持ち上げられ、期待の動水勾配を保てなくなった状態を破壊と考えた。しかし、ボイリングが発生しなかったことを考慮すると、11日間養生の方が強固に固結したといえる。

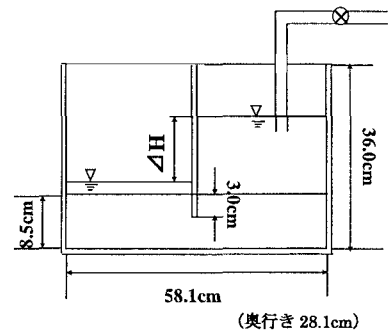


図-1 実験装置の模式図

表-1 薬液配合表

種 類		シリカ濃度	
		3 %	6 %
A 液	3号珪酸ソーダ	206.2ml	424.0ml
	水	2966.2ml	2776.0ml
B 液	硫酸	20.6ml	42.4ml
	硫酸バンド	87.2g	88.0g
	水	3806.9ml	3840.0ml

表-2 実験条件

	Test1	Test2	Test3	Test4	Test5	Test6
詰め方	緩詰め	緩詰め	緩詰め	密詰め	密詰め	緩詰め
養生期間	11日	7日	3日	11日	7日	3日
薬液濃度	3%	3%	3%	3%	3%	6%

破壊の形状は、薬液シリカ濃度 3% 緩詰め 11 日間養生の場合、ボイリングは見られず水道が発生し、薬液によって固結した砂塊が浸透流によって持ち上げられる様子が確認された。薬液シリカ濃度 3% 3 日間養生及び 7 日間養生の場合は、緩詰め密詰めともボイリングを起こして破壊に至った。しかし、7 日間養生供試体の場合、上流側の地盤表面に矢板に平行にひびが入った。そして、ひびと矢板にはさまれた部分が沈下する形でボイリングに至った。薬液シリカ濃度 6% の場合は、水槽で保てる最大の動水勾配でも破壊には至らなかった。

4. 破壊パターンに関する考察

これまでの研究で見られた「ボイリング破壊」と「ブロック状破壊」の 2 つのパターンに加えて、今回の実験では地盤表面にひびが入りながらも結果的にはボイリングを起こして破壊した新しいパターンが観察された。これは薬液シリカ濃度 3% 7 日間養生の結果である。また、このときのボイリングは未改良砂で見られるボイリングとは異なり、ひびと矢板にはさまれた部分が徐々に真下に沈下しその部分のみがボイリングする局所的な破壊であった。ひびが入ったことから、地盤表面はゲル化が進行していたことが分かる。表面付近の砂が 1 つの梁のように固結し、浸透流によって上部には圧縮力、下部には引張力が作用した。しかし、引張力に耐えられるほどの粘性はなかったためにそこにひびが入ったと考えられる。また、ボイリングを起こして破壊に至ったことから、地盤内部ではゲル化があまり進行しなかったことも分かる。

また、薬液シリカ濃度 3% 緩詰め及び密詰め供試体の破壊直前の上流部矢板付近では、沈下の様子が差が生じた。図-3 に沈下の様子の模式図を示す。薬液シリカ濃度 3% 3 日間養生及び 7 日間養生の密詰めの場合は、同じ条件の緩詰めの場合と比べると沈下に巻き込まれる砂が減少し、真下に沈下してボイリングに至った。このことより、3% 程度の低濃度の薬液改良地盤では、1 週間程度の養生の場合は満足なゲル化は期待できないため、砂地盤の間隙比の影響を受けることが分かった。一方、6% のような中濃度薬液の場合は間隙比にかかわらずに、養生期間が長いほうが強固に固結することが分かった。

5. 結論

低濃度薬液改良地盤にクイックサンド実験を行った結果、次のことが言える。

- (1) 従来の研究から示されていたボイリングを起こして破壊するパターン、ブロック状で徐々に破壊するパターンに加えて、地盤表面にひびが発生してからボイリングを起こして破壊に至った新しいパターンが観察された。
- (2) 6% 程度の中濃度薬液の場合は間隙比にかかわらずに養生期間の影響が強いが、3% 程度の低濃度薬液の場合は 1 週間程度の養生期間では間隙比の影響をうけることが分かった。

参考文献

- 1) 遊佐浩二・増岡郁子・飛田善雄：浸透破壊パターンに及ぼす透水性の影響，土木学会東北支部技術研究発表会（平成 13 年度），pp288-289，2002。

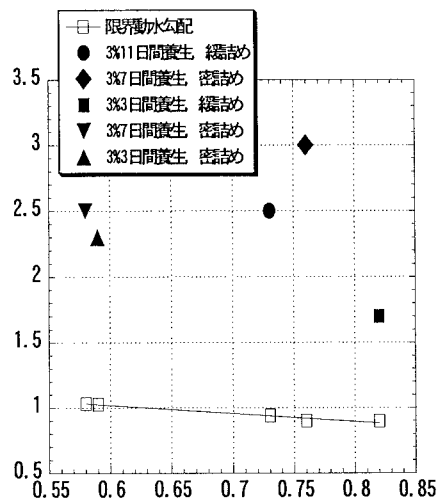


図-2 破壊時動水勾配 if と間隙比 e の関係

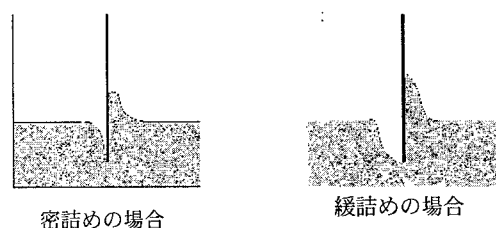


図-3 3% 沈下・隆起の様子