

熊本地震により液状化が発生した鉱さい堆積場の調査対策事例

基礎地盤コンサルタンツ（株）正会員 ○伊東 周作
日田市役所 矢幡 竜弥
日田市役所 渡邊 大祐

1. はじめに

本報告は熊本地震により液状化が発生した鉱さい堆積場において、液状化対策のための地質調査、安定解析及び対策工法の検討事例をまとめたものである。対象地は N 値 0～1 を示す鉱さい堆積物が 15m 程度堆積し、上位 10m 付近まで静水圧以上の過剰間隙水圧が確認されている。

液状化判定はレベル 1 相当地震動に対する設計震度 0.18 で 1.0 以下を示し、それに相当する地震動が作用により過剰間隙水圧が発生し、すべり破壊が発生したと考えた。対策工法は液状化防止、すべり安定性向上を目的に、改良率 50%程度 の格子式の深層混合処理工法を採用した。

2. 地盤状況

図-1 に地盤状況図を示した。鉱さい堆積物は N 値 0～1 を示し、層厚 15m 程度を示している。図-2 に粒径加積曲線を示した。粒度組成はシルトを主体とし、細粒分含有率は 40～80%を示している。図-3 に軸ひずみ両振幅 DA=5%時における繰返しせん断応力振幅比と繰返し回数の関係を示した。繰返し三軸試験による繰返し回数 N=20 回時における、両振幅軸ひずみ DA=5.0%に相当する繰返しせん断応力比は 0.2 程度を示している。図-4 に間隙水圧測定結果を示した。間隙水圧は上位 10m 付近まで静水圧以上の過剰間隙水圧が確認されており、地震動の影響が考えられる。

3. 安定解析・液状化判定

安定解析・液状化判定は「鉱業上使用する工作物等の技術基準を定める省令の技術指針による鉱さい等集積場の安定解析、液状化判定」（以下、「技術指針」と称す）に準じ、中規模地震(レベル 1 地震動)に対し、液状化検討、円弧すべり解析により評価した。

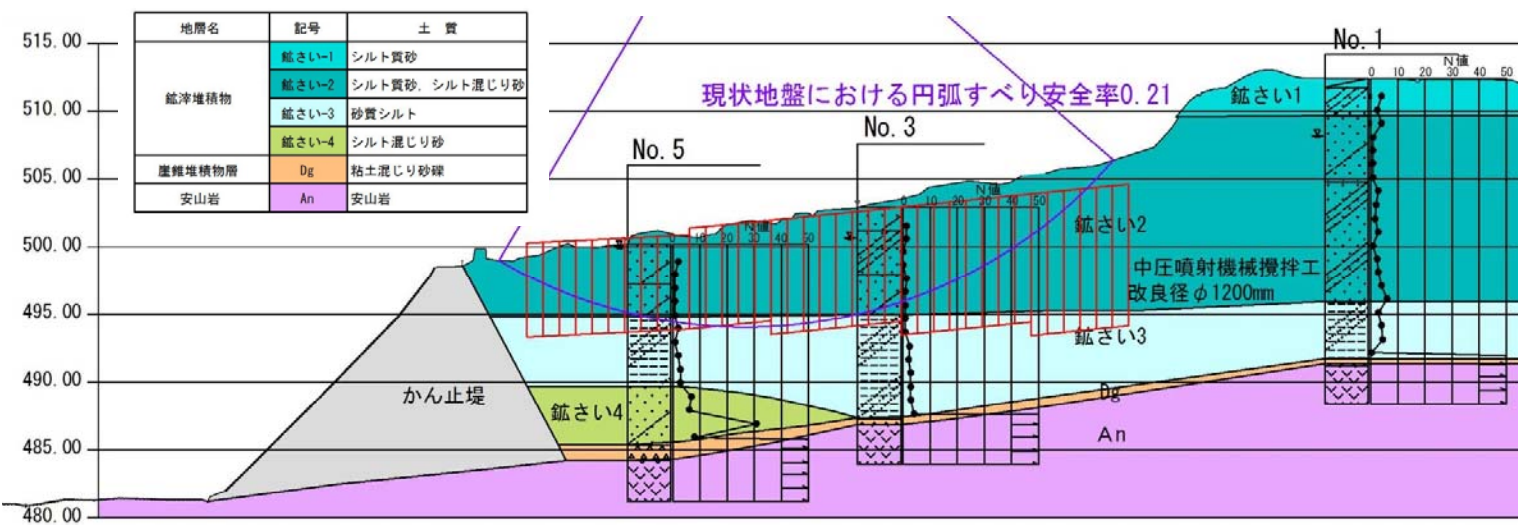


図-1 地盤状況図

キーワード 液状化判定, 間隙水圧測定, 熊本地震

連絡先〒862-0954 熊本市中央区神水 1-25-10 基礎地盤コンサルタンツ株式会社熊本支店 TEL096-386-1400

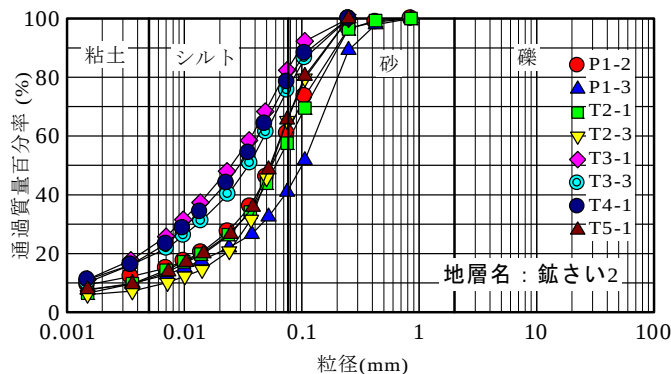


図-2 粒径加積曲線集積図

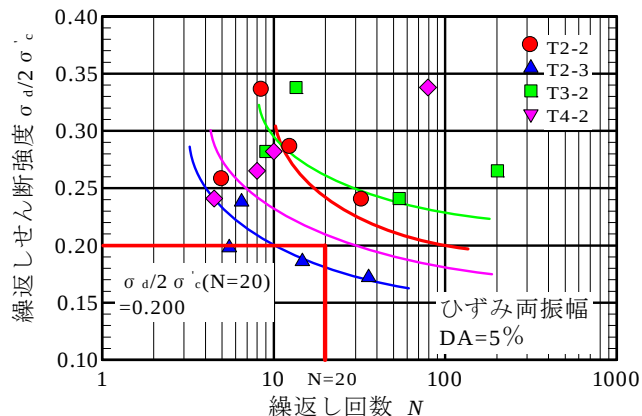


図-3 繰返しせん断応力振幅比と繰返し回数の関係

図-5 に液状化判定結果を示した。設計震度は「技術指針」において、 $K_h=0.12$ となるが、 $K_h=0.15, 0.18$ のケースで比較した。液状化抵抗率 FL は設計震度 K_h に応じて低下する傾向を示している。液状化抵抗率 FL は $K_h=0.18$ で 1.0 以下を示し、 $K_h=0.12, 0.15$ では 1.0 以上を示している。対象地は設計震度 $K_h=0.18$ 程度の地震動が作用したと考えられ、それに応じて過剰間隙水圧が発生し、地盤強度の低下を招き、すべり崩壊が発生したと考えられる。

円弧すべり解析は設計震度 $K_h=0.18$ に対する液状化解析結果を踏まえ、それに伴う過剰間隙水圧分布を考慮して行った。円弧すべり解析結果による安全率は 0.21 を示し、目標安全率以下を示している。円弧は鉦さい 2 層下端、鉦さい 3 層上端付近を通過している (図-1 参照)。

4. 対策工法の検討

検討対策工法の検討は、対象地層に対する適用性があり、小型の施工機械で傾斜地に対して適用できる深層混合処理工法を選定した。改良工法は格子式、トレンチ式中層混合及びスラリー揺動攪拌、深層混合理処理工法の中圧噴射機械攪拌工に対して比較した。

中圧噴射機械攪拌工は改良深度 10m 程度で適用可能とされる杭径 1.2m とし、改良率は 50% 以上の格子式とした。採用工法は経済的に優位となる中圧噴射機械攪拌工を採用した。

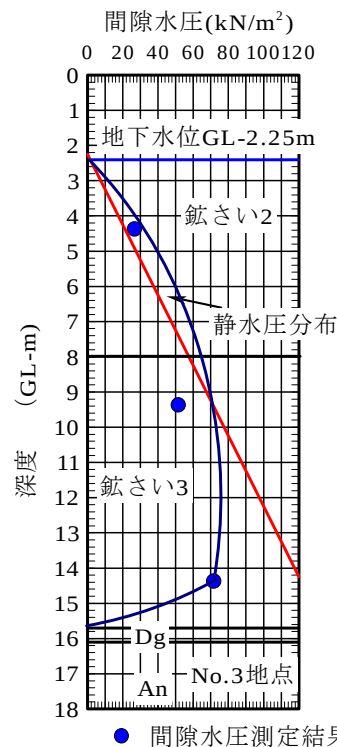


図-4 間隙水圧測定結果

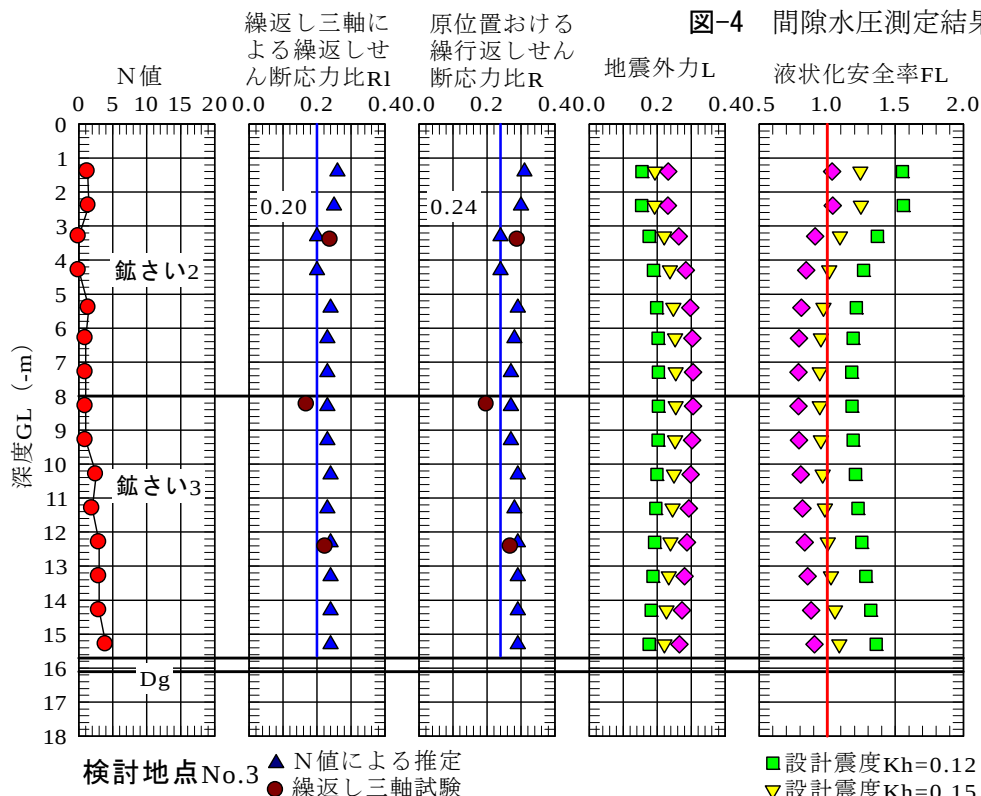


図-5 液状化判定結果