

水砕スラグの主働土圧について

岡山大学 工学部 正会員 河野 伊一郎
川崎製鉄 スラグ部 山田 照忠
〃 〃 正会員 二町 宣洋
〃 土建部 〃 〇道 玄 毅

1. 水砕スラグとは

水砕スラグは溶鉱炉から出鉄される際に副生するスラグを溶融状態のまま水で急冷したもので砂状をしている。

自然界に存在する土砂はその地域によって性質に著しい差異があり、そのために事前に充分な土質調査を行わねばならないが、水砕スラグは人工的産物であり、全国的にはほぼ同様な製造法により工場生産されるため、土木材料とした場合の設計値の信頼性が非常に高いことが特徴である。また、高炉セメントの原料として使用されていることからわかるように溶在水硬性を有しており、自然界の土砂と比較して水の存在下での剪断強度は安定しており、むしろ経時的に増加する傾向すらある。

写真-1でもわかるように、水砕スラグは単位体積重量が小さく、内部摩擦角が大きい材料であり、実験室におけるこれらの数値は、 $\gamma_s = 0.8 \sim 1.0$ 発、 $\phi_{min} = 30^\circ$ である。

2. 裏込用として用いた場合の効果予測

水砕スラグの設計値を $\gamma = 1.2$ 発、 $\phi = 35^\circ$ と仮定すればこれにより発生する主働土圧は容易に算出でき、 1.8 発、 30° の天然砂の場合と比較すればその低減効果は明らかである。

しかし水砕スラグの密度と内部摩擦角の関係は図-1に示すようにかなり急激に変化しており、現場における密度が通常は相対密度 $D_r = 0$ の可能性があることを考えると、現実には発生する主働土圧は仮定した設計値の場合よりも、もっと小さくなるはずである。

3. 予備試験

予備試験として中 1.0 m、高 2.0 m、奥行 1.0 mの鉄箱に 1.6 mまで人力で水砕スラグを投入し、24時間後に前面のおさえ板($H = 0.2$ m)を全部外したところ、全く崩落を起こさなかった。そこで箱の背面から衝撃を加えたところ、衝撃の加わった部分の前面の水砕スラグが崩落した。水砕スラグが自立したということは、前面のおさえ板には投入時の土圧による応力が残留しているのみで、水砕スラグの主働土圧は事実上消失していたことになる。この考え方を現場の工事に応用してみると、図-2に示すような盛土の投入回数に応じた鋸形の主働土圧になると考えられ、この考え方の妥当性を確認するために次に記す方法にて現場測定を試みた。

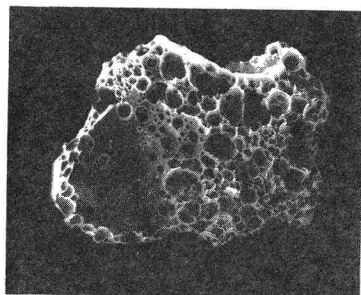


写真-1. 軟質水砕スラグ (x45)

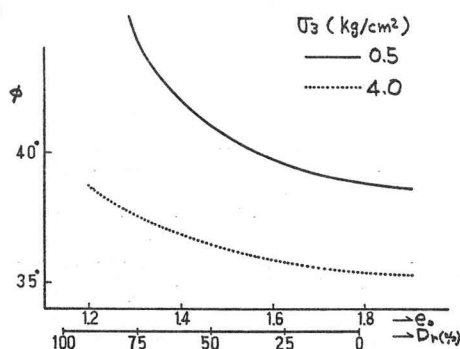


図-1. 内部摩擦角 ~ 密度

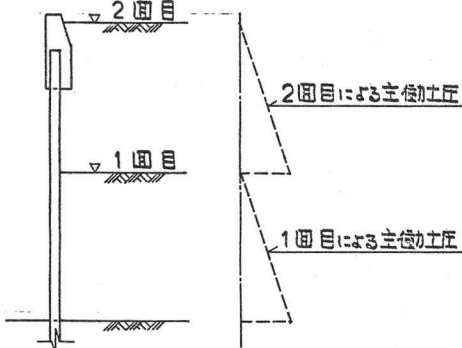


図-2. 鋸形土圧想定図

4. 測定の方法

測定を行つた護岸はV型の鋼矢板を使用し、控え矢板式護岸で、そのプロポーションと測定に用いた計器の取付位置を図-3に示す。土圧計をセットした目的は土圧計の絶対値を測定するためではなく、土圧の発生および消失を確認するためである。

測定頻度は投入中は1日、その他の期間は1週間とした。

5. 測定結果と解析

図-4に測定結果を示す。矢板頭部の変位量が大きいのは控え矢板の受働部分が埋め戻しになっているため、やむを得ない現象である。有効土圧については当初期待した土圧の作用と消失現象を充分観測し得ていないが、絶対値が小さいのは真の土圧が小さいのか、または水砕スラグと土圧計の適性に関する問題があると思われるが、今後の課題としたい。

今回は変位と応力が測定してあるため、両方の実測値にマッチするようなパラメーターを求め、これにより水砕スラグの裏込材としての挙動と評価をさぐることにした。

図-5は解析結果である。

図-5からわかるように、当初目的としていた鉋状の土圧又は極端な土圧の低減効果は表われていない。これは施工中の現場で行った計測のため、施工時特有の要因（ブルによる動荷重や材料の集積荷重など）が加わった結果と考える。しかし、これらの施工時の荷重は当然考慮されなければならない性質のものであり、今回の解析の結果はこれらの荷重を含んでも、水砕スラグの密度と現場密度試験の結果から $\gamma = 1.2$ とすると、内部摩擦角は $\phi = 37^\circ$ となった。この結果、水砕スラグは裏込材として従来使われている自然界の土砂よりも一定有利であることが証明できたわけであるが、護岸設計の重要性を考えると今後更に多くの解析例が望まれる。今回の計測中にみられた、一定断面時に主働土圧の経時的な伸びや全くないという興味ある事実や矢板の経手効率に関する問題など、次のテーマも示された。

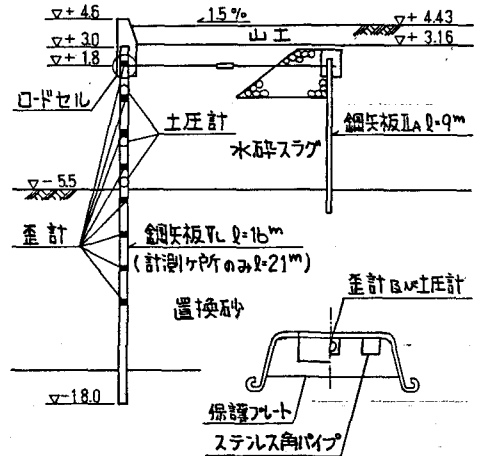


図-3. 計器取付位置図

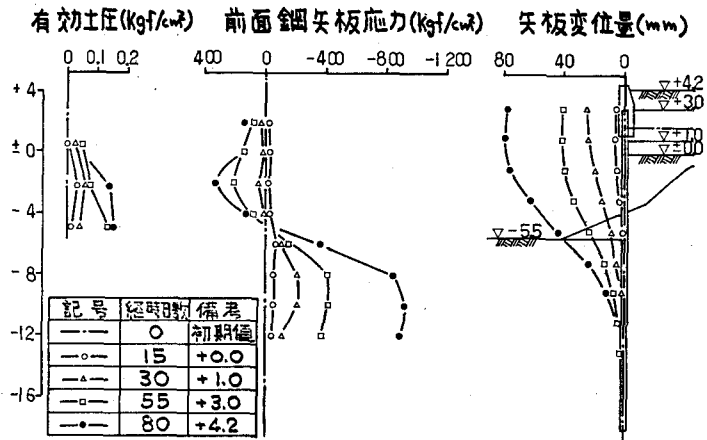


図-4 測定結果

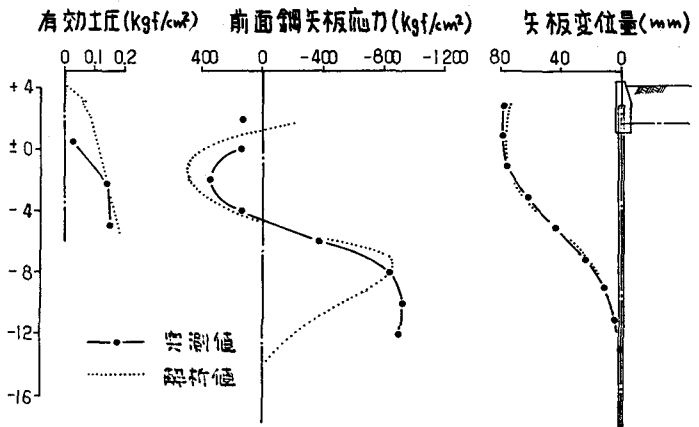


図-5 解析結果