

製鋼スラグの港湾工事へのリサイクル適用検討調査について

運輸省第五港湾建設局 鬼頭孝明

運輸省第五港湾建設局 村岡 猛

運輸省第五港湾建設局 大西裕之

1. はじめに

近年のゴミ問題の深刻化など、環境保全に関する意識の高まりに対応するため、平成3年10月に『再生資源の利用の促進に関する法律』（リサイクル法）が施行された。その中で製鋼スラグは『指定副産物』に指定されている。しかし、製鋼スラグは膨張性や高アルカリ性などの性質によって有効利用されていないのが現状である。

こうした状況を踏まえて、運輸省第五港湾建設局では鉄鋼スラグ協会と共同して製鋼スラグの利用を促進するため、鋼板セルの中詰め材に製鋼スラグを用いて、従来中詰め材として利用している砂、碎石との比較を通して、港湾工事事用材料としての有用性の確認をするために、四日市港霞ヶ浦北埠頭鋼板セル南仮護岸を利用して現地実証試験を行った。

2. 試験概要と工事目的

製鋼スラグは、地盤改良材、路盤材、中詰め材等の活用方が提案されているが、水と接すると膨張するとともに、接した水を高アルカリ性にするという性質がある。今回の試験工事では6カ月間エージング（スラグ中の遊離石灰と水とを反応させて安定化させる方法）した製鋼スラグを利用して、図-1に示す鋼板セルにて調査・解析を行い、中詰め材としての適用に関する評価を以下の項目について行った。

1) 製鋼スラグの中詰め材適用への評価（膨張に関する調査・解析）

2) 製鋼スラグが水質環境に与える影響の評価（高アルカリ性・濁りに関する調査・解析）

3. スラグの膨張変化と水質環境への影響の把握

図-2にセルに取り付けた歪みゲージ及び土圧計の位置を示す。鋼板セルの7号函（砂）、9号函（碎石）及び11号函（スラグ）の3函それぞれの内部においてH1（セル殻天端から3m下）、H2（同4.5m下）、H3（同6m下）で計測した中詰土圧の経時変化を図-3に示す。この土圧の経時変化は潮位の変動を考慮したものであり、潮位差による土圧の変化は補正したものである。この図より3函とも計測値に若干の変動は確認できるものの、経過日数100日頃までは概ね一定の値を示している。なお、それ以降若干の増加傾向が認められるが、この傾向は中詰め材にスラグを用いている11号函だけに見られる変化傾向ではなく、砂、碎石を中詰め材とした7、9号函においても同様の傾向が見られており、この土圧の増加傾向は、スラグの膨張に起因するものではないと考えている。

また、鉛直方向へのスラグの膨張についても、膨張に起因する顕著な変化は見られなかった。

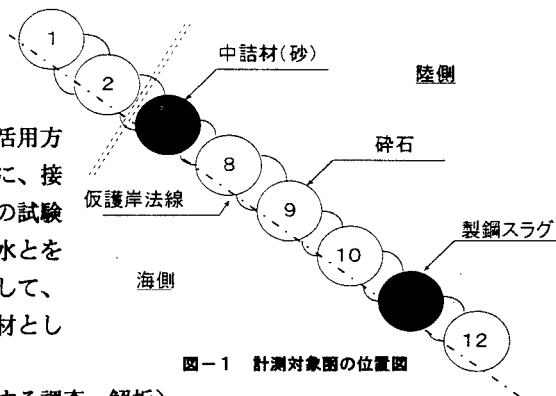
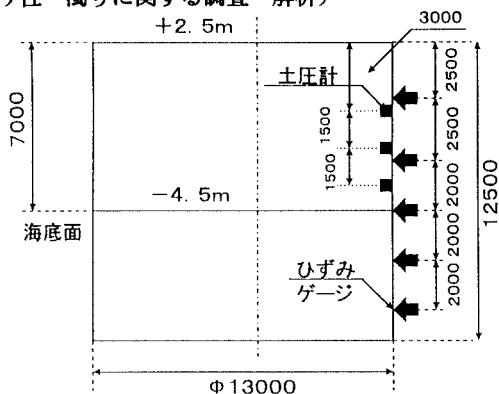


図-1 計測対象図の位置図



中詰め材の土性値

	砂	碎石	スラグ	
	基準値	基準値	基準値	室内試験値
ϕ (%)	30.0	35.0	35.0	42.5
γ (tf/m^3)	1.80	1.80	2.00	1.86
γ (tf/m^3)	1.00	1.00	1.50	1.31

図-2 計測取付け位置図

水質環境の経時変化を図-4に示す。試験工事を行った海域でのpHのバックグラウンド値は8.2~8.5程度であった。中詰め材にスラグを投入した後、11号函の内部の海水のpHは13.4~13.7程度のpH値を示した。図-4はその高pHの海水が流出したセル周辺海域において計測したpH値を場所及び時間ごとに示したものであるが、いずれの地点においても投入直後のpH値はバックグラウンド値(pH=8.2~8.5)よりも大きな値を示しており、特にセル近傍ではpH値9.0を越える箇所もあった。今回の試験工事は、四日市港の奥部で行われており、潮流も毎秒数cmという必ずしも海水交換が活発な場所ではなかったが、2~2.5時間後にはほぼ投入前の値と同程度となった。よって投入直後は高pHになるが、ある程度海水交換がある場所では、数時間後には海水交換によって希釈されることより、スラグの高アルカリ溶出水の環境に与える影響はほとんど無いと考えられる。

また、中詰め材投入時の周辺海域の濁りについても観測した結果、スラグを中詰め材に用いたセル周辺の海域の方が、砂や碎石等よりも濁度が小さく、濁りの拡散範囲や収束時間も中詰め材に砂や碎石等を用いた時よりも良い結果を得た。これはスラグの単位体積重量が砂や碎石等と比べると重く、濁りの要素となる細かい粒子成分が少ないためと考えられる。

4. まとめ

中詰め材に砂、碎石、製鋼スラグを用いてセルにかかる応力及び土圧の計測を行い比較検討を行った。その結果製鋼スラグの膨張に起因する変位は確認されなかった。よって本試験工事に用いた6カ月間エージング済みの製鋼スラグの膨張についてはセル中詰め材に利用しても実用上問題はないと考えられる。

また、環境影響については製鋼スラグ投入直後の周辺海域にはpHの上昇が見られた。しかし、海水との希釈作用や流れによる海水交換によって2時間後にはpHの値は投入前と同程度まで希釈された。

今後、港湾工事に利用する際は、周辺海域の現状、生物などの生息状況を把握して、工事を行う必要があると考えられる。なお、応力及び土圧については、平成8年度において引続き計測を実施して、スラグの膨張性については支障のないことを確認している。また、硬質緻密な結晶質で、凸凹で稜角性に富み、砂などと比較すると内部摩擦角、単位体積重量が大きく、水と接すると水硬性を示すという製鋼スラグの特徴を活かして港湾工事事用材料として活用することを目的として今回試験を行ったセルの中詰め材からスラグを採取し、スラグの物性値(ϕ , γ , γ')等を把握するなど、スラグの有効利用のための調査を継続して行っている。

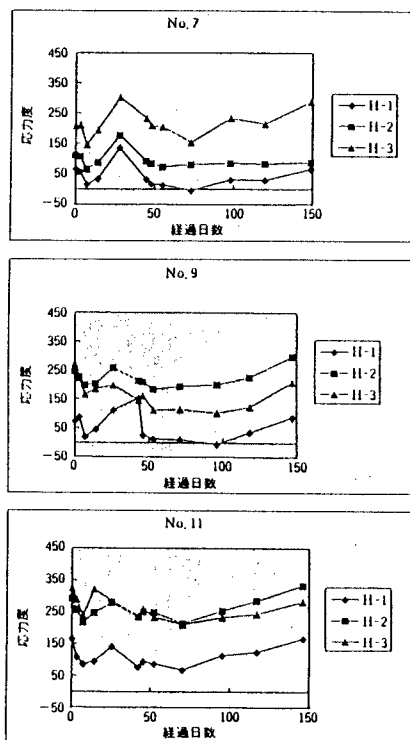


図-3 セルに発生する水平応力度経時変化

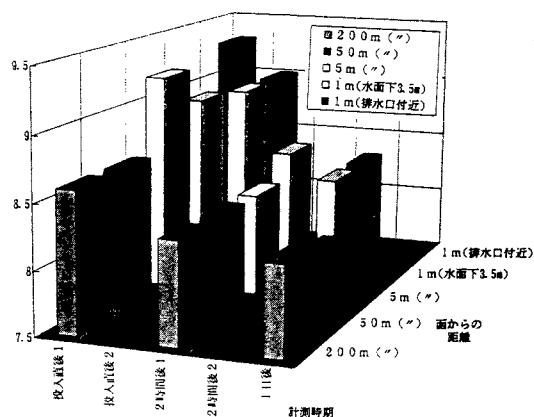


図-4 周辺海域のpHの経時変化