

ケーソン中詰め材への製鋼スラグ利用検討

新日本製鐵（株） 正会員 下田 和敏 正会員 宮本 孝行
 正会員 小林 茂雄 正会員 片桐 健詞
 正会員 木曾 英滋

1．製鋼スラグのケーソン中詰め材利用の利点と課題

鉄鋼スラグのケーソン中詰め材としての利用については、高炉スラグでの使用実績がいくつかあるものの、膨張特性を持つ製鋼スラグについてはその影響評価が十分でないため、利用が進んでいないのが現状である。製鋼スラグは天然土砂材と比較して比重が大きいため、これを中詰め材として用いることによってケーソン断面をコンパクトにできる可能性がある。また、単独では利用が困難な比重の小さいリサイクル材の重量調整材としての利用法も考えられる他、内部摩擦角が 40° 以上と大きく¹⁾、土圧の低減が期待できる。

これら利点の一方、膨張量の大きい製鋼スラグの場合には、ケーソン壁体に膨張圧が作用する可能性がある。図 - 1 に製鋼スラグの膨張特性例を示すが、生産後の経過時間や化学組成の違いにより数%の間でばらつきが見られる。縦軸は水浸膨張比（JIS A 5015）という指標であり、路盤材として利用する場合はエージング処理によって1.5%以下にすることとなっている²⁾。したがって、製鋼スラグをケーソン中詰め材として利用するにあたっては、利用可能な水浸膨張比の限界と利用方法を見極めておく必要がある。

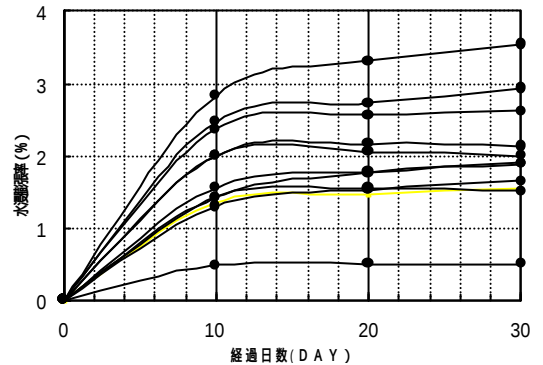


図 - 1 水浸膨張特性例

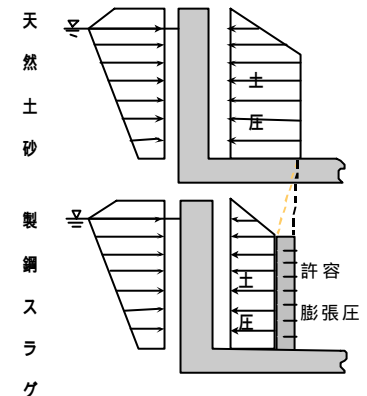


図 - 2 許容膨張圧

2．ケーソン中詰め材としての利用条件調査試験

2.1 試験前提

前述のように、製鋼スラグは天然土砂よりも内部摩擦角が大きいため、膨張しなければ壁体への作用土圧は小さくなる。この土圧低減分が許容膨張圧であると考えることができる（図 - 2）。本研究では製鋼スラグの詰め方を自由落下による“ゆる詰め”とし、実際のケーソンの中詰め状態を模した上で、製鋼スラグの膨張圧が許容膨張圧に収まる条件（水浸膨張比、他の土砂材との混合による膨張圧軽減効果）を実験によって調査した。その結果を以下に示す。

2.2 試験試料の物性

今回、混合材料として選定したのは浚渫土砂であり、それだけでは比重が小さく中詰め材としては利用しにくいものである。本研究では、この浚渫土砂に製鋼

表 - 1 試験試料の物性値

	製鋼スラグ	浚渫土砂	混合材料
絶乾比重 (Gs)	2.75	2.4	2.540
飽和単重 (KN/m ³)	22.41	18.02	19.90
空隙率	0.292	0.428	0.265
水浸膨張比 (%)	0.5	—	—
備考	・飽和単重は JIS 1104 で測定 ・水浸膨張比は JIS A 5015 で測定 ・混合材料の混合割合は 浚渫砂 60wt%、製鋼スラグ 40wt%		

キ - ワ - ド：製鋼スラグ、ケーソン中詰め材、水浸膨張、土圧計測

連絡先：新日本製鐵（株） 住所：千葉県富津市新富 20-1、電話：0439-80-2978、FAX：0439-80-2759

スラグを混合し、混合材料の単位体積重量を「港湾の施設の技術上の基準・同解説」と同様の 20.0KN/m³ 程度になるように調整した。浚渫土砂、製鋼スラグ、混合材料の土質特性を表 - 1 に示す。

2.3 水浸膨張特性

図-3 は、本検討に用いた製鋼スラグと混合材料の水浸膨張試験結果であり、図中の○印は JIS A 5015 に準じて試料を搗き固めた場合の水浸膨張試験結果、■印は自由落下状態の水浸膨張試験結果である。0.5%程度の最終膨張量が発生する製鋼スラグでも、浚渫土砂に対して 40wt%の製鋼スラグを混合し、自由落下させた“ゆる詰め状態”であれば、膨張とは逆の沈下傾向を示した。この結果は、“混合”と“ゆる詰め”の効果であり、混合材料の膨張現象がほとんど発現しないことを示すとともに、適度な膨張特性の発揮によってしばしば問題となる中詰め材の沈下を抑制できる可能性を示唆するものと考えられる。

2.4 土圧測定試験

今回、前述した混合材料による水浸膨張試験にあわせ、図-4 に示すような実験装置によって自由落下状態（ゆる詰め）の供試体の土圧特性を確認した。実験装置の供試体設置部は、壁に土圧計が、上部にダイヤルゲージがセットされており、膨張量と土圧を同時に測定できる。また、上蓋にロードセルをセットすることで上載荷重を制御可能とした。なお、土圧計測は供試体の膨張促進を考慮し JIS A 5015 と同様の 80 の温水中で 30 日間行うこととした。

図-5 は上載荷重 147KN/cm² を作用させた場合の試験結果であり、試験開始約 10day 後から土圧がほぼ定常状態に達し、70KN/cm² 程度の土圧が計測された。結果より土圧係数を算出すると 0.48 程度であり、この値は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の設計土圧係数 0.6 以下となっている。

3. まとめ

以上の検討より、水浸膨張比が 0.5%程度の製鋼スラグであれば、“ゆる詰め”および“他材料との混合”により膨張圧を考慮する必要がないレベルまで抑制できる可能性を見出せた。今後は浚渫土以外の材料との混合、水浸膨張比と材料毎の混合率の関係などを検討する予定である。

【参考文献】

- 1)平成 9・10 年度製鋼スラグの港湾工事用材料としての適用技術の研究報告書 平成 11 年 12 月
- 2)JIS A 5015 道路用鉄鋼スラグ 附属書 2 鉄鋼スラグの水浸膨張試験方法

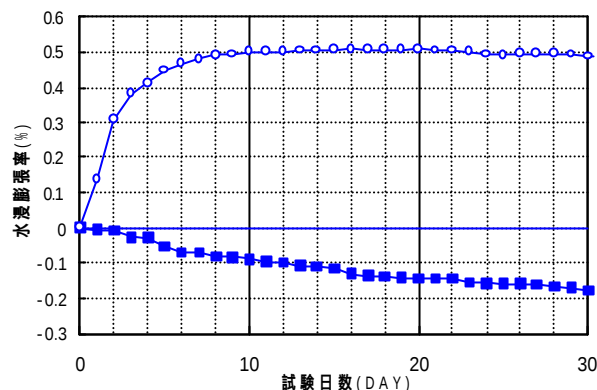


図-3 水浸膨張試験試験結果

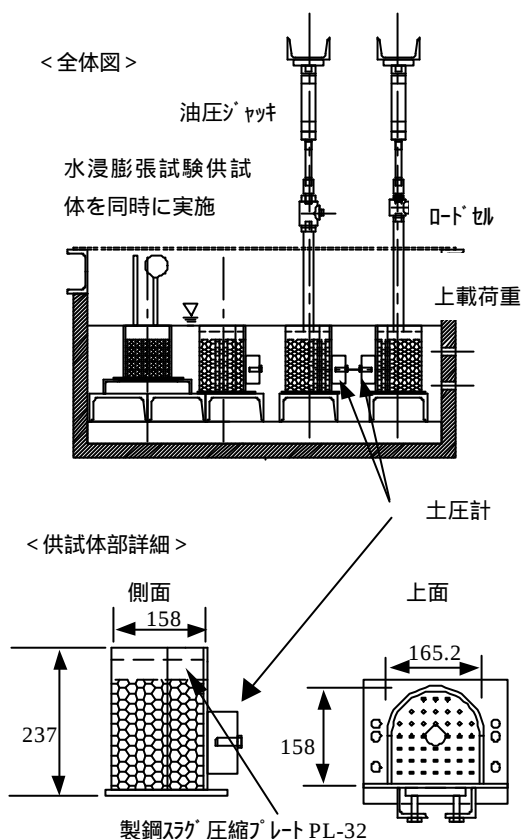


図-4 土圧測定試験装置概要

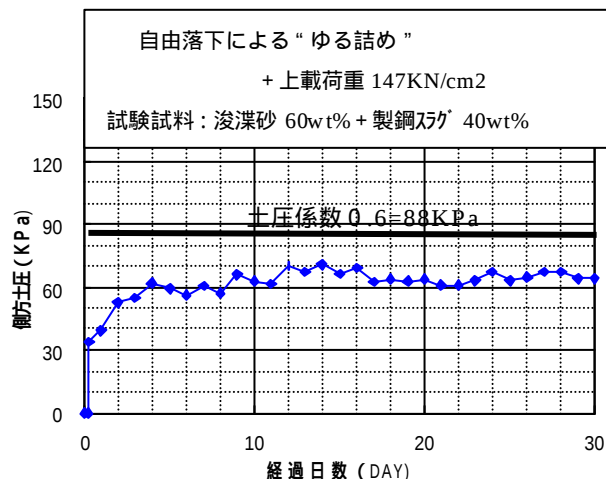


図-5 土圧計測試験結果