

43. 鉄鋼スラグ混合土を用いた軟弱土改良 の設計施工マニュアル

鉄鋼スラグ混合土を用いた軟弱土改良の設計施工マニュアル

1. 総則

(1) 総則

本マニュアルは、粒度調整した鉄鋼スラグに、単体では盛土等の土工用材料として適さない細粒分を相当量含む低品質土に対して、鉄鋼スラグを粒度改善材として混合させた鉄鋼スラグ混合土（以下、鉄鋼スラグ混合土）を軟弱土改良材料として用いる場合の設計・施工に適用する。

(2) 用語の定義

a. 鉄鋼スラグ

鉄鋼の製造過程で生産される副産物で、銑鉄の鉄鋼製造過程で高炉から生成する高炉スラグと、鋼の製造過程で生成する製鋼スラグとに大別される。軟弱土改良材料用に用いる鉄鋼スラグは、製鋼スラグに限定する。

b. 製鋼スラグ

銑鉄から鋼を製造するときに生成する副産物で、鋼の製造方法により転炉系スラグと電気炉系スラグに分類される。本マニュアルでは道路盛土材料用に使用する製鋼スラグは、エージング処理を実施した転炉系スラグに限定する。

c. 転炉系スラグ

転炉スラグ、溶せん予備処理スラグなどがある。転炉スラグとは、転炉にて酸化精錬中に溶せん鉄中の Si、P、Fe の一部などが酸化され、CaO と結合した酸化物である。溶せん予備処理スラグとは、転炉精錬を効率的に行うために転炉又は別容器において溶せんに石灰などを投入して、不純物を事前に除去する工程において発生するスラグである。

d. 電気炉系スラグ

電気炉工程で鋼を製造する際に生成するスラグをいう。

e. エージング

冷却固化した製鋼スラグを、破碎、ふるい分けして後、屋外で山積み、または、上記などによって、スラグ中に含有する遊離石灰 (f-CaO) 分を水や空気と反応させ、膨張を安定化させる処理をいう。

f. 膨張安定性

鉄鋼スラグを用いた軟弱土改良材料を対象として行う、80°C水浸膨張試験によって得られる膨張性を表示する指標をいう。

g. 低品質土

本マニュアルでは、JIS A 1204 に示される土の粒度試験において、粒径が 0.075mm 以下の細粒分の含有割合が 25%程度以上である、または締固め後の強度が低く単体の材料として不適切な土をいう。

h. 鉄鋼スラグ混合土

鉄鋼スラグと低品質土を一定体積割合にて混合させた土試料をいう。なお、使用する鉄

鋼スラグ混合土の品質は、土の一軸圧縮試験（JIS A 1216）、CBR 試験（JIS A 1211）および土の三軸圧縮試験（JGS 0521）等で確認することができる。

2. 設計

（1）設計にあたっての注意事項（事前配合試験）

鉄鋼スラグ混合土を配合する際には事前に配合試験を実施し、一般の材料として用いられる良質土と同等以上の品質であることを確認する。

【解説】

改良材としての鉄鋼スラグの主な役割は、粒度改善およびそれに伴う締固め不良と強度の改善である。そのため、土粒子間の固結を付与する目的で用いられるセメント系改良材とは、改良原理が本質的に異なる。

（2）設計にあたっての注意事項（アルカリ性透過水について）

鉄鋼スラグを用いる軟弱土改良は、雨水や地下水等が透過すると、透過水がアルカリ性を示すことがあるので、以下の場合には使用してはならない。

- ・ 施工する道路に隣接して飲料用井戸及び養魚池等がある場合。

【解説】

鉄鋼スラグ混合土は、雨水や地下水等が透過すると、透過水がアルカリ性を示すことがある。アルカリ性を有した透過水は道路周辺の地下水、河川及び農地等の水質や土壤に影響を与えることが懸念されるので、地形条件等に留意が必要である。我が国のほとんどの土壤は酸性土壤であり、これらアルカリ成分を吸着、中和する能力を有しているので、通常の場合は問題視されることはない。ただし、特に水質が重視される施設等が近傍にあり、これらに透過水が流入する恐れがある場合は、対策を講じるか、それが不可の場合は上記により使用してはならない。

3. 材料

（1）粒度

鉄鋼スラグ及び低品質土の粒度は、各々表-1 に示す範囲を標準とする。

表-1 粒度範囲

	ふるいを通るものの質量百分率（％）						
	37.5mm	26.5mm	19.0mm	4.75mm	2.00mm	0.425mm	0.075mm
鉄鋼スラグ	95～100	70～100	55～100	0～100	0～80	0～45	0～10
低品質土	-	-	-	-	-	-	≥25

【解説】

鉄鋼スラグの最大粒径 37.5mm であるものとする。

鉄鋼スラグに細粒分が多い場合は鉄鋼スラグ同士が水硬性により団粒化する可能性が懸念

される。また、鉄鋼スラグの混合は低品質土の粒度改善を図れるため、低品質土の粒径が上記に示すものであれば特に改良効果は高いが、それ以外の土質であっても配合試験を実施し必要な品質を満足できれば使用可能である。

(2) 環境安全品質

鉄鋼スラグの環境安全品質は、以下の基準を満足しなければならない。また、試験成績表を監督員に提出し、確認または承諾を得なければならない。

項目	溶出量基準 mg/L	含有量基準 mg/kg
カドミウム	0.03 以下	45 以下
鉛	0.01 以下	150 以下
六価クロム	0.05 以下	250 以下
ひ素	0.01 以下	150 以下
水銀	0.0005 以下	15 以下
セレン	0.01 以下	150 以下
ふっ素	0.8 以下	4000 以下
ほう素	1 以下	4000 以下
試験方法	環境省告示 46 号	環境省告示 19 号

【解説】

鉄鋼スラグの環境安全品質は、「コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会総合報告書（経済産業省産業技術環境局平成 24 年 3 月）に示された循環資材の主な用途に対する環境安全品質と環境安全形式検査方法」の「土工」の基準を満足しなければならない。なお、カドミウムについては、令和 3 年 4 月に土壌環境の基準値が改訂されたため、改訂後の基準値を適用ものとする。

(3) 配合割合

鉄鋼スラグと低品質土の配合割合は、体積配合率にて配合した鉄鋼スラグ混合土に対し、適切な強度を有しているかを確認した上で決定しなければならない。またそこで決定した配合割合で土の締固め試験（JIS A 1210）を実施し、その結果をもとに現場の密度管理を行う。

【解説】

鉄鋼スラグ混合土は、鉄鋼スラグと低品質土の配合割合に応じて強度の発現状況が異なるため、配合した混合土に対して、土の一軸圧縮試験（JIS A 1216）および突固めによる土の締固め試験（JIS A 1210）に準じた試験を事前に実施し、トラフィカビリティ等を考慮した十分な強度を有することを確認した上で配合割合を決定しなければならない。

4. 施工

(1) 鉄鋼スラグと低品質土の現地での混合方法

施工時には、重機等を用いて母土となる低品質土と鉄鋼スラグを十分に混合させること。

【解説】

鉄鋼スラグ混合土を使用する際には、施工時に低品質土の塊が生じないように配慮する必要がある。そのためには、重機等で母土となる低品質土と鉄鋼スラグを配合試験により決定した所定の割合で事前に混合させるか、母土と鉄鋼スラグを交互に撒き出して転圧する等、十分に混合させた上で施工しなければならない。

(2) 締固め

軟弱土改良で用いる鉄鋼スラグ混合土は、適正な含水量で、所定の締固め度が得られるように十分に締固めなければならない。

【解説】

鉄鋼スラグは工場出荷時の含水比が低いため、低品質土と混合させた際の含水比も最適含水比よりも低い可能性が懸念される。したがって、締固め中の含水量が、所定の締固め度を得るのに不足するおそれがある場合には、適正な含水量となるように適度に散水しなければならない。

また、鉄鋼スラグ混合土の水硬性を有効に発揮させるためには、均一に混合し、しかも十分に締め固めることが重要となる。一般には、道路土工指針に示される締固め管理と同様である。

5. 参考

軟弱土改良に用いる鉄鋼スラグ混合土について、本マニュアルによるものの他に適用すべき材料の品質及び設計基準の一覧を参考として以下に挙げる。

(1) 建設発生土利用技術マニュアル 独立行政法人土木研究所編著