

造粒した汚泥のコーン指数に関する実験的研究

九州工業大学 学生会員 ○高橋里世 太田勇希 竹下 亮
正会員 永瀬英生 廣岡明彦 三井清志

1. はじめに

福岡県内の最終処分場では、残余容量が残りわずかであることから、埋立て完了後、搬入される産業廃棄物を用いて、高さ 30m の嵩上げ盛土を造成することにより、延命化を計画している。この計画を検討するに当たり、高含水比であり、軟弱である汚泥の取り扱いが問題となっている。そこで、本研究では、改良方法の一つである造粒化に着目し、造粒した汚泥の性質を把握することを目的として、造粒前の含水比の違い、添加材の違い、養生方法の違いについてコーン試験による評価を行った。

2. 実験に用いた試料および実験方法

造粒する試料として最終処分場に搬入された酸洗中和汚泥（以下、汚泥とする。）を用いた。この汚泥に対して、高分子改良剤（水溶性アクリル樹脂のことで、以下高分子と呼ぶ。）0.3%と生石灰 3%を添加し練混ぜることにより造粒を実施した。図-1 に造粒する前の汚泥と造粒した汚泥の粒径加積曲線を示す。この図より、細粒分は少量の割合しか含まれておらず、礫分が大半を占めている。このことから、汚泥は造粒することにより粒径が大きく改質されたことが確認できる。

本研究では、対象となるケースの試料を締固め試験法 A-b 法で突き固めて供試体を作製し、コーン試験を行い、得られた結果よりコーン指数を求めた。

3. 実験ケース

3.1 含水比の違いについて

造粒時における汚泥の含水比の影響について検討を行うため、表-1 に示すように、高分子 0.3%と生石灰 3%を各含水比（ $w=140, 160, 180, 200\%$ ）のケースにそれぞれ添加して造粒を実施した。しかし、 $w=200\%$ のケースについては造粒することができなかったため、生石灰を 5%に増加させて造粒を行った。造粒後 20 の室内で気中養生を行い、 $w=140\%$ のケースについては気密養生（7, 14, 28 日）も行った。

3.2 添加材の違いについて

表-2 に示すように、高分子 0.2%を添加した汚泥に対して生石灰、セメント系固化材、石灰複合無機鋳物系固化材（以下、特殊固化材とする。）、消石灰をそれぞれ 3%添加することで、造粒に効果的な添加材の把握を行った。

3.3 水中養生について

造粒後、十分に乾燥した状態の試料を用いて、作製した供試体に対して水中養生を行った。水中養生における実験ケースを表-3 に示す。このとき、高分子の添加量の影響を把握するため、高分子を 0.1, 0.2, 0.3%添加したケースについて検討を行った。

4. 実験結果および考察

4.1 含水比の違いについて

各含水比における材齢経過に伴うコーン指数および含水比の変化を図-2, 3 に示す。 $w=140\%$ におけるコーン指

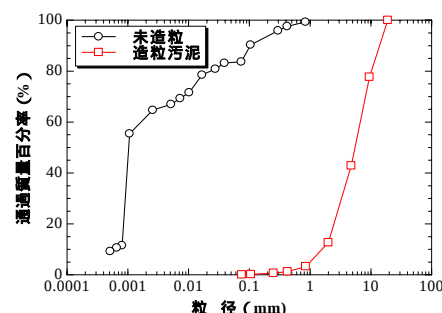


図-1 粒径加積曲線

表-1 含水比の違いによる実験ケース (Case 1)

初期含水比 $w(\%)$	添加材	養生方法	養生日数(day)
140	高分子0.3% 生石灰3%	気中養生	1
160			2
180			3
200	高分子0.3% 生石灰5%		7
			14
140	高分子0.3% 生石灰3%	気密養生	7, 14, 28

表-2 改良材の違いによる実験ケース (Case 2)

添加材		養生方法	養生日数(day)
高分子 0.2%	生石灰3%	気中養生	3
	消石灰3%		7
	セメント系固化材3%		14
	特殊固化材3%		28

表-3 水中養生における実験ケース (Case 3)

添加材		養生方法	養生日数(day)	
高分子0.1%	生石灰 3%	水中養生	3	
高分子0.2%			7	
高分子0.3%			14	
			28	

数は、気密養生した場合、含水比およびコーン指数に大きな変化がないのに対して、気中養生のケースは含水比の低下に従ってコーン指数が増加している。このことから、造粒した汚泥は乾燥させることで強度を増加させることが示唆される。但し、材齢 14 日目のコーン指数の値は 3086 kN/m^2 以上である。

4.2 添加材の違いについて

各種添加材における材齢経過に伴うコーン指数および含水比の変化を図-4 に示す。これより、材齢 14 日目までは各種コーン指数と含水比において大きな違いが見られないのに対し、材齢 28 日目では、生石灰とセメント系固化材の場合が消石灰と特殊固化材のときに比べてコーン指数が大きく増加していることがわかる。また、含水比においても同様に、材齢 28 日目に生石灰とセメント系固化材の場合がその他 2 種のケースに比べ含水比が大きく減少している。これらのことから長期的な強度発現は、添加材によって異なる傾向を示すと言える。

4.3 水中養生について

高分子の各添加量における材齢経過に伴うコーン指数の変化を図-5 に示す。これより、材齢 3 日目で大幅にコーン指数が減少している。これは、十分に乾燥した試料を用いたため、水中養生を行うことで吸水が生じたからであると考えられる。高分子の各添加量においては、高分子 0.1% のケースで材齢 7 日目まで減少した後増加し、高分子 0.2% のケースで材齢 14 日目まで減少した後安定している。また、高分子 0.3% のケースでは、材齢 14 日目まで減少傾向にあり、材齢 14 日目以降増加している。このように高分子の添加量によって多少異なる傾向を示しているが、高分子の添加量が水中養生に伴うコーン指数に及ぼす影響は、明確には見られなかった。

4.4 含水比とコーン指数の関係

含水比の違いについて検討したケース (Case 1) と、添加材の違いについて検討したケース (Case 2) におけるコーン指数と含水比の関係を図-6 に示す。これより、両ケースとも含水比の低下に従ってコーン指数は増加する傾向を示す。また、Case 1 と Case 2 を比較すると、Case 2 の方が同含水比においてより大きなコーン指数を示している。この 2 つのケースにおいて高分子の添加量が Case 1 では 0.3%、Case 2 では 0.2% であることから、高分子の過剰な添加によって強度の低下を招く恐れがあると推察される。

5. まとめ

本研究により以下の知見が得られた。

造粒した汚泥は含水比の低下に伴って、コーン指数が増加する傾向を示した。

添加材の種類により、長期的な強度の発現が異なる傾向を示した。

水中養生において、高分子の添加量がコーン指数に及ぼす影響は明確には見られなかった。

気中養生において、高分子を過剰に添加することで強度の低下を招く恐れがあると推察される。

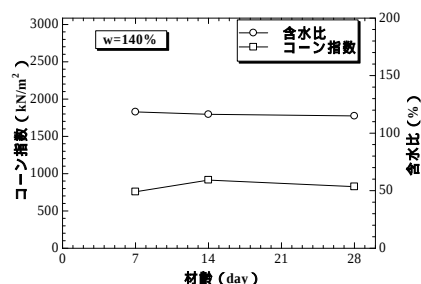


図-2 気密養生での結果

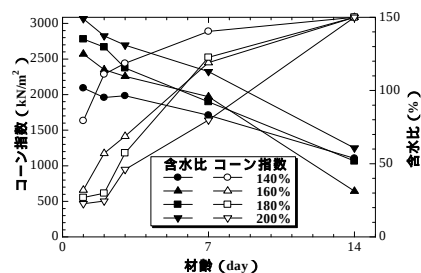


図-3 含水比の違いによる影響

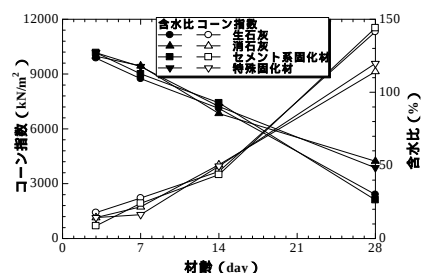


図-4 添加材の違いによる影響

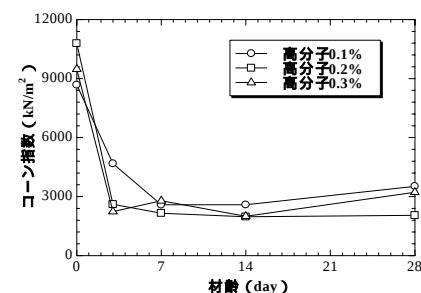


図-5 水中養生での結果

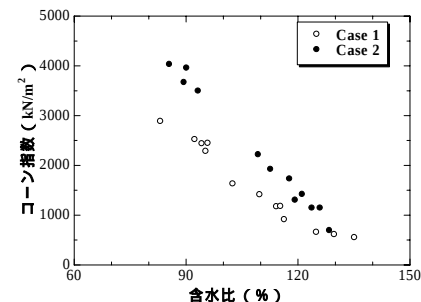


図-6 含水比とコーン指数の関係