

九州工業大学大学院 正会員 ○三井清志
九州工業大学大学院 正会員 永瀬英生 廣岡明彦
九州工業大学大学院 学生会員 二宮健人

1.はじめに

福岡県内の最終処分場では、平成27年度に埋立てが完了するため残余年数は残りわずかとなっている。そこで搬入された廃棄物を用いて、埋立完了後、高さ30mの嵩上げ盛土を造成し、埋立容量の確保を行う方法で処分場の延命化を検討している。そのため、この嵩上げ盛土を造成するにあたり、搬入された産業廃棄物の地盤材料としての特性を明らかにし、強度を得るために廃棄物同士の混合および配合試験などを実施して、盛土材としての強度評価を検討することが必要となっている。本研究では、ダンプトラックのトラフィカビリティを確保するためのコーン指数 1200kN/m^2 を目標強度とし、汚泥や鉍滓などを混合した試料のコーン試験を実施した。

2.使用試料

試料として、福岡県内の廃棄物処分場にて埋立て処理されている産業廃棄物を用いた。具体的には、高含水比で軟弱な特徴である汚泥と汚泥に混合する試料として鉍滓、燃え殻を使用した。表1に各試料の物理的性質を示す。

表 1 試料の物理的性質

試料名	含水比 $w_n(\%)$	土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	液性限界 $w_L(\%)$	塑性限界 $w_P(\%)$	塑性指数 I_P
汚泥	160.0	3.525	209.0	109.1	99.9
鉍滓	8.0	3.224	NP	NP	-
燃え殻	5.0	2.748	NP	NP	-

3.産業廃棄物の混合試験

3.1 混合ケースおよび試験手順

汚泥と鉍滓および燃え殻は湿潤重量により配合した。コーン試験は各配合ケースにおいて汚泥:鉍滓または燃え殻の割合=1:1から実施し、1:2, 1:3, ...のように増加させることで、目標強度であるダンプトラックのトラフィカビリティを確保するためのコーン指数 1200kN/m^2 （以下、目標強度とする。）に達するまで試験を行った。また、突固め回数は25回/層としコーン試験を行った。

3.2 各混合試料のコーン試験結果

コーン試験により得られたコーン指数を表2に示す。試料名における括弧内の数値は搬入時の汚泥の含水比を示す。いずれの混合ケースにおいても混合比が大きくなるにつれてコーン指数は増加し、含水比が低下する結果となった。この原因としては、混合した鉍滓や燃え殻が高含水比の汚泥に比べ低含水比であることが考えられる。また、a)とb)で比較してみると同一の鉍滓による混合であるが、搬入時の汚泥の含水比の違いで含水比や目標強度を確保できる混合比に変化がみられることがわかる。b)とc)で比較してみると搬入時の汚泥の含水比はb)のほうが小さいが、強度はc)のほうが大きく、また混合後の含水比も小さい結果となっている。この原因としては、燃え殻の主成分であるCaOによる水和反応によって含水比が低下したためと考えられる。

表 2 各混合試料のコーン指数

a)汚泥:鉍滓（180%）

混合比	コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$	含水比(%)
1:1	63	51.4
1:2	81	35.7
1:3	82	28.6
1:4	666	22.0
1:5	1028	19.8
1:6	3086	18.4

b)汚泥:鉍滓（150%）

混合比	コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$	含水比(%)
1:1	93	50.3
1:2	191	31.2
1:3	3086	23.4

c)汚泥:燃え殻（160%）

混合比	コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$	含水比(%)
1:1	107	43.0
1:2	353	29.4
1:3	3086	22.7
1:4	3086	19.1

3.3 養生日数を変えた場合の混合試料のコーン試験結果

汚泥:鉱滓、汚泥:燃え殻の 1:1 および 1:2 のケースについて材齢 0,7,28 日間気密養生をしてコーン試験を行った。図 1,図 2 にその結果をそれぞれ示す。図 1 についてみると、鉱滓、燃え殻いずれの混合ケースにおいても材齢経過に伴いコーン指数が大きくなっている。鉱滓、燃え殻ともに類似した挙動を示した。図 2 についてみると材齢 7 日目を境に燃え殻のコーン指数が大きく増加している。そして、燃え殻に関しては養生 28 日目で目標強度を確保する結果となった。この結果から鉱滓、燃え殻ともに水和反応が起こったと考えられるが、特に燃え殻については反応の効果が大きいことがわかる。この結果、燃え殻の場合、水和反応により含水比がより大きく低下してコーン指数が大きくなったと考えられる。

3.4 改良材を添加した場合のコーン試験結果

汚泥:鉱滓、汚泥:燃え殻の 1:1 ケースについてセメント系固化材、生石灰を湿潤重量に対し 5% 添加し、0,7,28 日間気密養生をしてコーン試験を行った。図 3,4 に試験結果を示す。これらの図よりいずれのケースにおいても材齢の経過に伴ってコーン指数が増加していることがわかる。また、改良材を添加したケースでは、無添加のケースより強度は大きくなっているが、強度の増加傾向が鉱滓と燃え殻で大きく異なっている。セメント系固化材を添加したケースでは、図 3 において目標強度に達していないが、図 4 では 7 日目に目標強度に達し、28 日目にはコーン試験装置の許容強度 3086kN/m^2 以上の非常に高い値となっている。図 3,4 の消石灰を添加したケースでは、特に 7 日までの強度が急激に増加しており、早期に強度が発現しているといえる。これは消石灰の吸水作用により含水比を低下させていることと、前述したように、燃え殻には含水比をより低下させる効果があるため、消石灰を添加した汚泥と燃え殻の混合の場合、大きく強度が現れたのではないかと考えられる。

4.まとめ

本研究より、以下の知見が得られた。

- 1) 鉱滓、燃え殻ともに、汚泥との混合比が大きいほど、養生日数が長いほどコーン指数が大きくなる。
- 2) 汚泥の目標強度を確保するための混合に用いる他の廃棄物として、鉱滓のケースよりも燃え殻のケースの方がより強度が大きく、無添加、改良材添加のどちらの試験でも同様の傾向となった。
- 3) 鉱滓より燃え殻を用いたケースで強度が大きくなった要因として、燃え殻には汚泥に含まれる水との水和反応の効果が大きいことが考えられる。

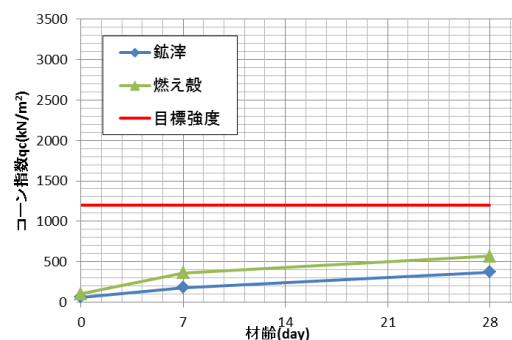


図 1 混合比 1:1 におけるコーン指数と材齢の関係

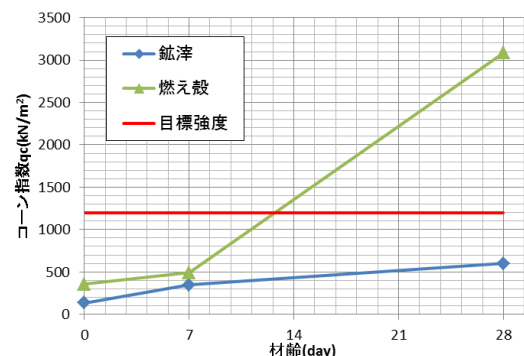


図 2 混合比 1:2 におけるコーン指数と材齢の関係

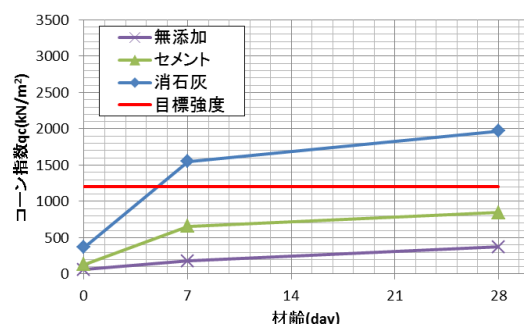


図 3 改良材添加によるコーン指数の変化(鉱滓)

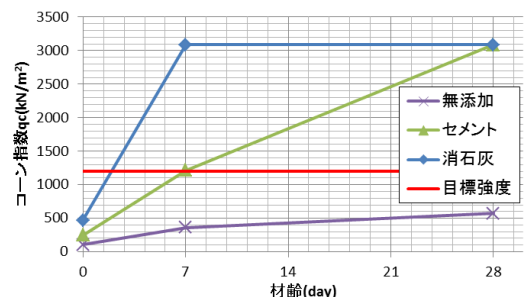


図 4 改良材添加によるコーン指数の変化(燃え殻)