

# プラスチック等が混入した廃棄物層の 斜面安定性等の力学特性と水挙動に関する研究

長崎大学大学院工学研究科  
山脇 敦

プラスチック等が混入した廃棄物地盤は、産業廃棄物安定型最終処分場（全国に約 1100 箇所）や廃棄物処理法政令第 269 号（平成 9 年）の施行前に設置された許可または届出の対象外の小規模最終処分場、不法投棄支障除去現場等、多数存在する。こうした地盤については、急勾配に堆積した場合の斜面崩壊の危惧や、跡地利用等の際にフワフワで使えないとの指摘がなされており、重量構造物設置等による利活用はほとんどされていない。

また、一般廃棄物最終処分場が焼却灰を主とした埋立になっていること等を背景に、安定型処分場等のプラスチック等が混入した廃棄物地盤に関する力学面等の研究は十分にはなされていない。このため、プラスチック等が混入した廃棄物地盤の斜面安定性や支持力等の評価は土質力学に基づく地盤評価法が援用されている状況にあるが、プラスチック等が混入した廃棄物地盤では個々の廃棄物サイズが数 cm からメートル単位のものまでであることなどから、既往の地盤評価法の適用が困難な場合が多い。

一方、現場経験的には、わが国のプラスチック等が混入した廃棄物地盤の斜面安定性は、通常の土地盤よりも遙かに高いことが知られており、適切に地盤強度が評価されるようになれば、現状よりも急勾配での埋立が可能になり、廃棄物処分場の容量増加や、不法投棄対策の斜面安定化対策費の抑制がなされるとともに、未利用廃棄物地盤の有効活用に結びつくことが期待される。また、近年、発展途上国を中心に廃棄物埋立地での大規模斜面崩落災害が頻発しており、海外への技術移転も期待できる。

このような中で、本研究は、プラスチック等が混入した廃棄物地盤に関して、適切な地盤強度試験（調査の初期段階等で簡易に概略的な強度を把握できる現場簡易試験方法の提案を含む）により基本的な強度特性を把握すること、斜面安定性の把握とその評価方法を提示すること、支持力・沈下特性の把握とその評価方法を提示すること、地盤中の水挙動の把握と浸透量の算定方法を提示することを目的に行ったものである。

研究結果の概要は次のとおりである。

#### (1) 地盤強度試験について

プラスチック等が混入した廃棄物地盤、20 現場 30 箇所、既往研究等をもとに選択した現場一面せん断試験、平板載荷試験等を行い、長さ 10cm 程度以上のプラスチック等が混入した廃棄物地盤は、地盤反力係数が小さいものの、大きな摩擦抵抗を有することを把握した。簡易試験法として衝撃加速度試験、安息角試験を提案し、それぞれ、粘着力、内部摩擦角の推定が可能なが分かった。また、現場で空隙率を概略的に計測する現場空隙率試験を提案し、空隙率の低下とともに極限支持力が増加することが確認できた。

#### (2) 斜面安定性について

プラスチック等が混入した廃棄物地盤は、特有の引張抵抗が働くこと等から、極めて斜面安定性が高い。また、生ごみの埋立が無く含水比が低く、透水性が極めて良く残留水圧が働きにくいことも斜面安定性に寄与している。さらに、振動台実験で標準砂に比べ地震時に働く水平土圧が小さいことを確認し、地震時の斜面安定性も高いことが窺えた。

解析法については、引張抵抗を考慮した円弧すべり計算により実現場の斜面安定性や実際のすべり面の位置を良く表すことができた。また、提案した引張抵抗を考慮した無限長斜面法による簡易な計算式によっても、斜面安定性を評価できた。

さらに、安息角試験により得られる停止安息角が斜面の安定勾配を知るための目安になり得ることが分かった。

#### (3) 支持力・沈下特性について

プラスチック等が混入した廃棄物地盤は沈下が長期間継続するものの、極限支持力は通常の盛土地盤に比べ概して大きいことや、重量構造物の設置に対しても不同沈下が生じにくいことを一連の現場実験により確かめた。不同沈下が生じにくい要因として、地盤中のプラスチック等の水平方向の仮想的な繋がりにより水平方向に引張抵抗が働き、鉛直荷重に対する水平方向の荷重分散が土砂地盤よりも格段に広がることが推察された。

#### (4) 地盤中の水挙動について

プラスチック等が混入した廃棄物地盤は透水性が極めて良いが、廃棄物層中で雨水は廃棄物表面等に貯留しながら流下し、貯留された水はゆっくりと流下することが、一連の実験により確認された。浸透水量の解析方法については、概ね 100cm<sup>2</sup>以上のプラスチック等が混入した地盤について、貯留現象から導かれる貯留関数により浸透量の算定が可能なが分かった。

#### (5) プラスチック等が混入した廃棄物地盤の利活用に向けて

提案した現場試験法や解析・評価法により、十分な強度を有するわが国のプラスチック等が混入した廃棄物地盤の有効利用が進むことが期待される。

## Mechanical Properties such as Slope stability and Water Behavior of Landfills Containing Plastics

Nagasaki University - Graduate School of Engineering  
Atsushi Yamawaki

There are a large number of landfills containing plastics such as inert waste landfills (about 1100 sites in Japan), small-scale landfills out of law (Cabinet Order article 269 on Waste Disposal and Public Cleansing Act, 1997) and illegal dumping sites, etc. It is pointed out by experts that it can be occurred slope collapses when it is deposited in a steep slope and that it cannot be used in fluffy when using the site. Thus there is little utilization by heavy construction.

In addition, due to the fact that the landfills of non-industrial waste is mainly composed of incineration ash, studies on mechanical aspects of landfills containing plastics such as inert waste landfills are not sufficient in Japan. For this reason, the ground assessment method based on conventional soil mechanics is being used for evaluating the slope stability and bearing capacity etc. of the landfills containing plastics. However, in the case of the landfills containing plastics, since the waste size ranges from a few centimeters to meters, it is difficult to apply the conventional ground assessment method.

On the other hand, it is known that the slope stability of the landfills containing plastics in Japan is much higher than the usual ground. Therefore, the ground strength is appropriately evaluated, it is possible to landfill with a steep slope than the current situation and increasing capacity of the landfills. And the slope stabilization cost for illegal dumping sites will be reduced. Furthermore, the effective utilization of the landfills is expected. In recent years, large-scale slope collapse disasters occurred frequently in landfills in developing countries, and the technology transfer overseas can also be expected.

For this reason, this research on landfills containing plastics aim to understand basic strength characteristics by appropriate ground strength tests (including proposed simple on-site tests), to understand slope stability and to propose its evaluating methods, to understand bearing capacity / settlement and to propose its evaluating methods, to understand water behavior and to propose a calculating method for amount of seepage water.

The outline of the results is as follows.

### (1) Ground strength tests

On site box shear test and plate loading test and etc. were conducted at 20 sites (30 places) on landfills containing plastics and others.

Landfills containing plastics of about 10 cm or more in length have low coefficient of subgrade reaction, but it has large internal friction angle. As a simple test method, impact acceleration test and repose angle test were proposed, and it was found that cohesion and internal friction angle can be estimated respectively. In addition, we proposed an on-site air pore volume test, and it was confirmed that the ultimate bearing capacity was increase with decreasing air pore volume.

#### (2) Slope stability

Landfills containing plastics has extremely high slope stability because of its specific tensile resistance working. Also, there is no landfill of organic waste, the water content is low, the water permeability is extremely high, and the residual pore water pressure hardly works contributes to the slope stability. Furthermore, it was confirmed that the horizontal earth pressure working during the earthquake is smaller than that of the standard sand in the shaking table test, and the slope stability during the earthquake was also high.

As for the analysis method, slope stability of the sites and the actual slip surface can be well expressed by circular arc method considering tensile resistance. In addition, the slope stability could also be evaluated by a simple calculation formula based on the infinite slope method considering the tensile resistance.

Furthermore, it was found that the repose angle after avalanching obtained by the repose angle test can serve as a guide for knowing the steady gradient of the slope.

#### (3) Bearing capacity and settlement

Although landfills containing plastics continues settlement for a long period of time, the ultimate bearing capacity is generally larger than ordinary soil ground, and it is difficult for differential settlement to occur even for the installation of heavy construction by field experiment. As a factor which makes differential settlement less to occur, tensile resistance acts in the horizontal direction due to the virtual horizontal connection of plastics in the ground, and it is inferred that the load distribution in the horizontal direction against the vertical load becomes much wider than the soil ground.

#### (4) Water behavior in the waste layer

Landfills containing plastics have extremely high water permeability, but in the waste layer the rainwater flows down while accumulating in the waste surface and the like, and the stored water slowly flows down. The proposed method of calculating the amount of seepage water, it was found that the seepage water amount can be calculated by the storage function derived from the storage phenomenon for the landfills mixed with plastics of about 100 cm<sup>2</sup> or more

#### (5) Towards the utilization of landfills containing plastic

It is expected that the effective utilization of landfills containing plastics in Japan will proceed by the proposed on site test method and evaluation method.