

3. 東京圏に見る地盤の高度利用〈現在の地盤の利用とその問題点〉

3.3 ごみ地盤の利用

Chapter 3 : Efficient Land Utilization in the Metropolitan Area 〈Case studies of the Latest Projects and Their Key Technologies〉

3.3 Utilization of Municipal Waste Landfills

清水 恵 助 (しみず けいすけ)

東京都港湾局開発部開発技術課

1. はじめに

マスコミなどの連日の報道でも明らかなように、東京のごみ問題は、一刻の猶予も許されない状態になっているといっても過言ではない。しかも、その問題が少々の手直しでは解決できそうもないような複雑な関連のなかにあり、かつての1970年代の第1次ごみ戦争とは様相を異にしているのである。現在の東京におけるごみ問題の最も緊急を要する危機的状況をまとめると、①ごみ量の増大、②ごみ処分場用地難、③清掃工場用地難となる。また、東京に限ったことではない環境問題からの緊急を要する状況としては、①ごみ焼却による排ガス、②ごみ質とごみの捨て方の各問題がある。以上の項目は、互いに複雑に関連した問題で、総合的な解決策が不可欠であることを意味している。「ごみ量の増大」は「ごみ処分場」の不足を招き、ごみの減容化を図るためには焼却が最適。しかし、焼却不適物の混入による有毒ガスや炭酸ガス発生量増大による地球規模の環境に及ぼす悪影響、しかも、ごみ量増大の前の連鎖にはOA機器の普及による紙消費量の増大、さらに熱帯雨林の破壊、そして地球規模の環境破壊へとつながるのである。

つまり、ごみ問題は東京だけの問題でないことは明白であるが、巨大都市東京に最も先鋭的に現れていることは間違いない。その原因が東京一極集中にあることはもちろんであり、さらに、ごみが大量に発生しやすい現在の社会・経済のシステムに根差していることが、根本的な原因である。省資源や地球

環境の観点から、ようやくこの問題に取り掛かるという様々な形態の運動が起こっているが、社会全体でさらに本格的に取り組まない限り、東京中がごみであふれるのは時間の問題であり、より深刻な状況に陥ることは必至であろう。

以上のような状況のもとで出現するごみ埋立地の有効利用を図ることは、地価の高い東京においては、特に意義が大きいといわねばならない。しかし、他の土砂系の埋立地盤のように、十分に実績のあるしかも地盤工学的な特性がわかっている地盤ではないために、有効利用とはいってもそう簡単ではない。全国的にみた場合でも、それほど多くないのが現状である。この小文は、比較的有效利用が進んでいると思われる、東京港におけるごみ埋立地の現状を紹介したものである。

2. 東京におけるごみ埋立の歴史

東京付近の軟弱地盤の主要構成層である“沖積層”は、約2万年前からの海水準の変動と古利根川や古荒川などからの堆積物供給との相互作用による、自然現象で形成されたものであるが、埋立地は人工的に歴史時代に造られたものである。その中でごみ埋立地は、ひときわ人間の相(facies)を示す地層から成る地盤といえる。ここでは、ごみ埋立の歴史を縄文時代の貝塚にさかのぼることはさておき、江戸時代以降の東京におけるごみ埋立の歴史をたどってみたい。

東京のごみ埋立の歴史は、江戸そして東京の都市の発達史と密接に関連している。それは、ごみの質

や量、処分される場所の自然条件などが、各時代の社会・経済の発展段階を示す都市の発達史を反映するからである。まず、江戸時代の初期の明暦元年(1655)、隅田川沿いの各町で共同でごみを集め、船で永代浦(隅田川河口左岸)に運搬して砂洲に捨てたのが、ごみ埋立の最初といわれている。そして元禄年間に至ると、都市の膨張とともにごみ発生量の増大があり、幕府も本格的に捨場の配慮に迫られた。それは、隅田川左岸の東南海上に発達している大小の砂洲を利用し、運河の開削による舟運の確保によって、ごみを砂洲に捨てて新田を開発するという江東デルタ地域の墾田運輸の場としての開発であった。したがって、当時のごみ埋立地盤は、ごみのほかに運河の浚渫土も加わったものであり、その他の重要な埋立素材としては、数10回に及ぶ江戸大火の焼土や瓦礫なども無視できない量である。そのようにして造成された埋立地は、現在の江東区越中島一丁目・牡丹町・古石場・木場・東陽町のラインまでの地域であった。

海底の浚渫土を主体にした埋立では、東京港整備の先駆として造成された、大正期に入ってから晴海・豊洲の埋立地がある。

昭和4年に建設された江東区枝川一丁目の塵芥焼却場から発生する焼却灰の一部は、同区の潮見(8号地)や辰巳(7号地)などに捨てられた。

夢の島(14号地の一部)付近は、砂洲を利用して埋立て飛行場を建設しようとして、昭和14年(1939)から土砂吹き上げが行われたが、太平洋戦争の終結によって中断され、寄り洲となっていた地区であった。戦後の復興も順調に進み、人口の増加とともに増大したごみの処分が昭和32年(1957)頃から開始され、昭和42年に完了するまで続いた。その間は騒動や広範な公害反対運動ともあいまって、第1次ごみ戦争を引き起こしたことは、まだ記憶に新しい。「夢の島」がごみ問題の代名詞となって定着すると同時に、東京港の埋立地が全部ごみで埋め立てられているという誤解の端緒になったのもこの時期である。

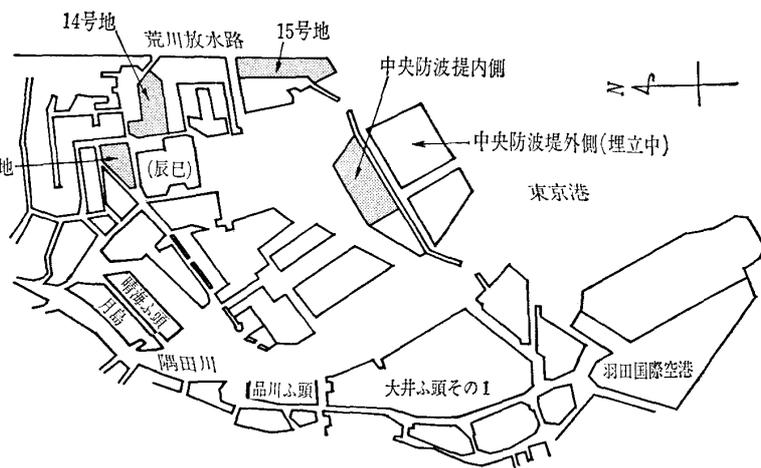


図-1 ごみ地盤位置図

それまでのごみ処分場が、いずれも砂洲のような自然の条件を生かした立地であったのに対して、若洲(15号地の一部、別名新夢の島)は、水深数mの海底に護岸を巡らしたごみ埋立処分場として、昭和40年から稼働し昭和49年に完了した埋立地である。ここでは、夢の島での貴重な経験を生かし、はえや鼠の発生・ごみの飛散・悪臭などの防止のために衛生埋立法(サンドイッチ工法)が採用された。

昭和48年から昭和62年までに埋立処分場となったのは、中央防波堤内側埋立地(略して、中防内側埋立地)である。そして、それ以降は中央防波堤外側埋立地(中防外側埋立地)に処分されており、後数年で満杯になることはご存じのとおりである。

以上のうちで、現在の東京港におけるごみ埋立地の分布とその概要を、図-1および表-1に示す。

3. ごみ地盤の物性と経年変化

ごみ地盤の物性といった場合、様々な相をみせるごみがどのような物性であるかを限定する必要がある。本来は、廃棄物やごみに関する総合的な専門分野を確立しない限り到底無理であろうが、とりあえ

表-1 ごみ地盤の概要¹⁾

名称	埋立面積		埋立開始	埋立終了	埋立ごみ量 t
	総面積 m ²	埋立面積 m ²			
8号地	502 000	364 000	昭和2年	昭和37年12月	3 705 885
14号地(夢の島)	457 860	450 810	昭和32年12月	昭和42年3月	10 336 246
15号地	808 260	711 907	昭和40年11月	昭和48年11月 (昭和49年5月)	18 438 658
中央防波堤内側	1 060 000	780 000	昭和48年12月	昭和61年3月 (予定)	12 300 000 (予定)

表一 2 ごみ地盤の6組成および3成分分析結果²⁾

調査地	6 組 成 分 析										3 成 分 分 析		
	I 紙・布類		II ビニール・ゴム類		III 木・竹類		IV ちゅう芥類		V・VI 不燃物・その他		水分	灰分	可燃分
	重量比	体積比	重量比	体積比	重量比	体積比	重量比	体積比	重量比	体積比			
15号地埋立前	34.4	34.8	4.6	3.9	8.1	20.5	30.7	34.4	22.2	6.4	—	—	—
中防 //	28.4	27.8	5.9	4.8	15.4	37.7	19.4	21.1	30.8	8.7	—	—	—
8号地	0	0	4.0	10.3	0.8	6.2	0.7	2.4	94.5	81.1	39.4	49.0	11.6
14号地	4.2	7.2	19.5	27.8	7.7	32.9	0.9	1.7	67.7	30.4	43.1	39.9	17.0
15号地	8.2	10.2	15.4	15.9	16.9	52.4	0.7	1.0	58.8	20.6	44.3	31.0	24.7
中防内側	6.0	10.6	17.2	25.3	5.2	22.9	0	0	71.6	41.2	43.7	27.6	28.7
富山空港	5.4	10.2	2.6	4.1	4.8	22.6	0	0	88.9	63.2	30.7	60.7	8.6
藤前団地	2.3	3.6	5.7	7.4	10.6	41.2	0.1	0.2	81.3	47.7	31.1	56.0	12.9

ずは土質・地盤工学的的手法を適用せざるを得ない現状にある。有効利用を考慮するのであれば、当然そのような手法は意義があるといえよう。また、ごみ地盤の物性における経年変化は、土質工学的な特性もさることながら、メタンガス・地中温度・浸出水など、ごみ地盤特有な指標として重要なものがある。それらは、ごみ埋立処分場の閉鎖時期を判断する指標ともなり、安定化指標ということもある。ここでは、これまであきらかになったことの一部を紹介したい。

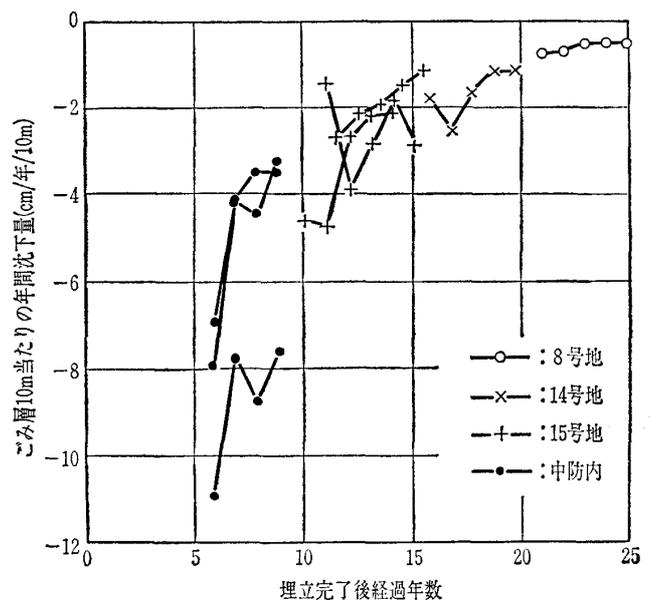
土質試料のように、石英粒子や粘土鉱物が主成分の素材から成るものと異なり、ごみ質は種々雑多な材料から構成されるため、組成・成分分析が重要となる。ごみ質は、時代の生活様式や地域による違いのほか、処分されてからの経過年数によっても異なる。表一 2 は、ごみ組成・成分分析の結果の一例を示したものである。

ごみ地盤における標準貫入試験では、ちゅう芥を中心にした一般廃棄物地盤の場合、腐食分解によると思われるN値の低下傾向が認められている²⁾。

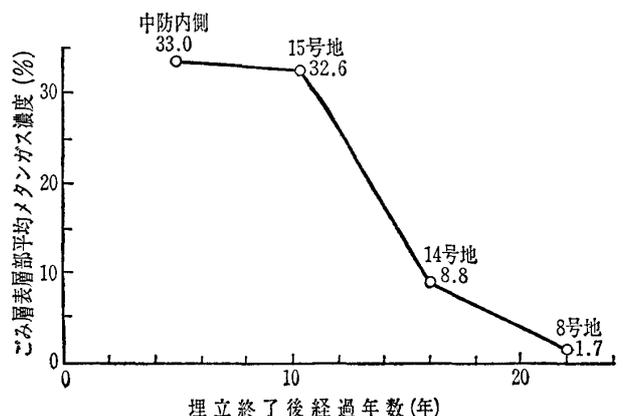
乱した試料による再調整供試体の三軸圧縮試験・一面せん断試験などの結果では、せん断強度の指標とはなりにくく、また圧密試験などのほかの諸結果も加えて総合すると、ごみ地盤は力学的には沖積粘土と似たような特性をみせるものの、強度よりは変形性を重点にして設計する必要があることを示している。

一方、東京港におけるごみ埋立地の完了した時期が明確であるため、ごみ埋立処分完了からの経過年数を横軸にとって、各埋立地の指標測定値をプロットしてみると、そのグラフは一応ごみ地盤の経年変

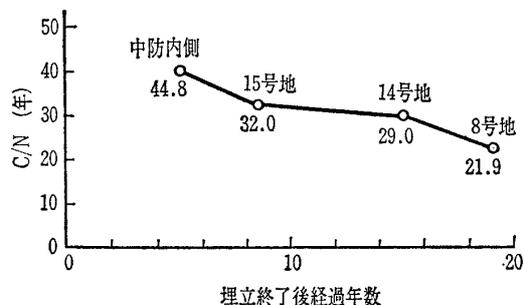
化を示すと考えてよい。そのような方法によって、図一 2 にはごみ層10m当たりの年間沈下量を、図一 3 にはメタンガスの濃度の平均値を、図一 4 にはC/N(炭素率)の平均値をそれぞれ示した。これら一連の経年変化を表す図やその他の資料などからする



図一 2 ごみ地盤の沈下量³⁾



図一 3 ごみ表層部メタンガス濃度の経年変化⁴⁾



図一 4 C/Nの経年変化⁵⁾

と、埋立完了後20年以上してようやく安定期にさしかかるといってよい。

4. ごみ地盤の利用状況

調査対象にした東京港におけるごみ埋立地のうち、有効利用されているのは、8号地（潮見）、夢の島、若洲の3地区である。8号地は、市街地の一部として全くごみ地盤を感じさせないし、夢の島は、既に述べたように緑豊かな総合運動公園として、東京オリンピック（1964年）当時のすさまじさをしのばせるものは、何も見いだせない環境に変貌してしまっている。そして、1990年12月に15号地が若洲ゴルフリンクスとしてオープンし、ごみ地盤の利用がにわかには脚光を浴びている。

ごみ地盤の有効利用としての主な施設におけるごみ地盤対策などをまとめてみると表一3のようになる。これまで採用された対策をみると、①ごみ層を除去する、②ごみ層の変形（主として沈下）の影響

表一 3 主な施設のごみ地盤対策

施設名	ごみ地盤対策
① 都立夢の島総合体育館 (開場・昭和51年9月) (敷地面積・27 022 m ²) (建築面積・9 661 m ²)	① 建物は杭で支持、内側にも相当密に打設。 ② 梁を通しスラブ構造にし床が落ち込まないようにしている。 ③ 室内は密室を設けないように空間を広く取り強制換気を実施。 ④ 屋外にポイント式のガス抜き孔を設置。 ⑤ ガス検知警報盤により集中管理しメタンガス濃度が上がると自動的に強制換気。 ⑥ 埋設管の継手はフレキシブルなものに取り換えている。
② 第5福龍丸展示館 (開場・昭和51年6月) (敷地面積・798 m ²)	① 建物は杭で支持（沈下対策）。 ② 換気は電動式でなく防暴型のものを採用。 ③ メタンガス警報器の設置。
③ 江東区営いこいの家	① 二重スラブに変更。②ピット内の防水。 ③ 天井を有孔ボードにし換気孔の設置。 ④ 換気ダクトの設置。⑤貫通部はコーキング、スリーブの設置。
④ 夢の島熱帯植物館 (開館・昭和63年11月) (敷地面積・約3 ha) (建築床面積・3 909 m ²)	① 二重スラブ。 ② 二重スラブ内にたまったメタンガスは、センサーとコンピューターによる強制換気。

を避ける、③メタンガスの対策などが基本となっている。最も重要で多い②の対策としては支持杭が普通であるが、東京港に立地するごみ埋立地がいずれも軟弱地盤地帯に位置するため、10~20mのごみ層厚の載荷重による沖積粘土の圧密沈下などの対策を兼ねることになる。夢の島では、共同溝・テニスコート・フェンスなどにも50m以上の支持杭が使用されている。最近の若洲ゴルフリンクスにおける総合管理センター（クラブハウス）や諸施設では、荷重を分散させたり、なるべく軽量になるように鉄骨パイプやテント張りなどの工夫をしている。また、基礎の構造をお椀型にして、ガスが1箇所集中しないで縁の方へ逃げるようにしている。

5. あとがき

ごみ地盤の有効利用は、時代の要請ともなっており、東京のように地価が高い地区では特に意義が深いといえるが、もともと土砂系の地盤と異なることは明白であり、施設の建設やメンテナンスに対して相応のリスクを負う必要がある。また、これまでのごみ地盤は、ほかのタイプの土砂系の埋立地のように、当初からごみ埋立地を利用する目的で造成されたものではない。これは東京に限ったことではないが、日々大量発生するごみを処分することのみに追われ、良好な地盤を造るといふゆとりが希薄であったからである。当初から良好なごみ地盤を造成するためには、ごみの前処理や中間処理を十分行っただうえで埋立処分をすることが不可欠である。

参考文献

- 1) 松本善博ほか：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その1)，第22回土質工学研究発表会講演集，pp. 31~34, 1987.
- 2) 松本善博ほか：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その2)，第22回土質工学研究発表会講演集，pp. 35~38, 1987.
- 3) 清水恵助ほか：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その10)，第24回土質工学研究発表会講演集，pp. 149~150, 1989.
- 4) 清水恵助ほか：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その9)，第24回土質工学研究発表会講演集，pp. 145~148, 1989.
- 5) 松本善博ほか：東京港におけるごみ埋立地盤の土質工学的研究(その3)，第22回土質工学研究発表会講演集，pp. 39~42, 1987.

(原稿受理 1991.12.2)