

IV-6

ヘドロによる築堤に関する基礎的検討

九州大学工学部 正員 ○ 山内豊祐
九州工業技術試験所 同 三浦哲考
九州大学工学部大学院 学生員 落合英俊

1. まえがき この報告は、ヘドロといわれる高含水比（自然含水比70~110%程度）の軟弱な沖積粘土によって、河川堤防や道路盛土などを築造する工法についての基礎的な検討結果を述べるものである。これまでの築堤材料である山土を用いる場合は、たとえば図-1に示すような堤体断面については緩速施工が必要であるにしても、支持力の点ではほぼ安全であることが分っている。

いかなる工法にせよ、ヘドロによる築堤の場合に検討を要する事項は、(a) 盛土の過程における施工性と、(b) 堤体断面の力学的安定性とである。(a)の問題は、運土とまき出しの方法が、人力、車両（泥土車、濯地ブル、トラックなど）、その他（クラムシェルなど）のいずれによるかによって、要求される施工性とくにトラフィカビリティの程度は著しく異なる。(b)の問題では、従来の断面を目途とするか、斜面のすべり破壊の検討に帰する。

ヘドロは、含水比が低くなるほど強度のみならず、トラフィカビリティが著しく向上されるので、脱水は有効な土質改良方法である。一方において、その高含水比のまま何らかの添加材を混合して、同様の効果を得ることも考えられる。その他の発想は現在のところ、まだ不十分なものである。

2. ヘドロの改良による堤体の安定性 検討の対象として取りあげる堤体断面として、建設省武雄工事事務所による図-1を選ぶことにする。この図には代表的基礎地盤として、六角川下流（佐賀県島郡福富村北区の4.2km右岸高水敷）におけるものを併示してある。

堤体および地盤の安定計算では、すべりに対する安全率 F_s を求めることが主眼になる。この計算には、盛土の過程や処理効果のあり方に適応するように有効応力法と全応力法を使い分けなければならないが、ヘドロに特別な処理を加える場合には、自然土の場合のように時間的変化だけを考えればよい場合と違って、その使い分けは簡単でない。(a) 有効応力法を用いる場合は、次のUS Bureau of Reclamationの方法によるものとする。

$$F_s = \frac{1}{\sum w \sin \alpha} \sum [cl + \tan \phi \cdot w (\cos \alpha - \bar{B} \cdot \sec \alpha)]$$

ここに $\bar{B} = u / \gamma h$ (u : 間けき水压, γ : 土の単位体積重量, h : セン断面より上の土被りの高さ, w : 1つの分割部分の土の重量, α : 図-2に示す角度。(b) セン断面強度として全応力法を用いる場合は上式における $\bar{B} = 0$ とする。それら計算結果は図-3に示すようになり、期待する安全率に対してヘドロに必要な粘着力の大きさが分る。また図-4によって、あるせん断抵抗(この値は

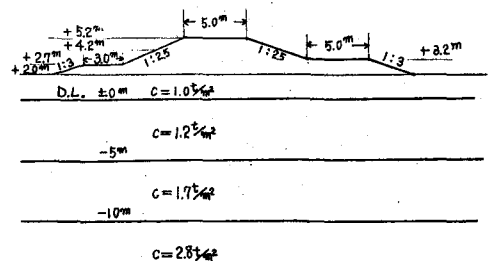
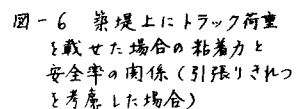
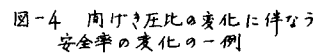
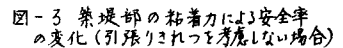


図-1 安定計算のための標準堤体断面

つぎに、堤体完成後に総重量13セクトラックが図-5に示すような位置に載った場合の安全率を計算すると、図-6に示すようになる。土質の改良によって、トラフ力ポリティィーは向上されるが、車両上載の場合は、すべての安全率に対するヘドロの処理効果には限度があり、粘着力が $0.2 \sim 0.25 \text{ kg/cm}^2$ 以上ではそれ以上に改良されても安全率の増大には寄与しない。

3. ヘドロの添加材処理

ヘドロのように高含水比の粘土に対する添加材の効果は、低含水比の場合より効果が差違が大きい。そう大きくなり、結局有機質の諸材料はすべて水硬性材料にくらべて効率が著しく低い。ヘドロに対しては生石灰、消石灰、ポルトランドセメントの順序に効果が大きい。それらによつて得られる強度と材令および添加量の関係は図-7に示すとおりである。この種の材料によるせん断強度は図-8、9に示すように、粘着力とともにかなりの摩擦力が付加されるものであることが分る。これらの強度はやはり、ねり返しによつて低下が起り、その程度はセメントの場合に表-1に示す程度であり、添加量が大きいほどその度



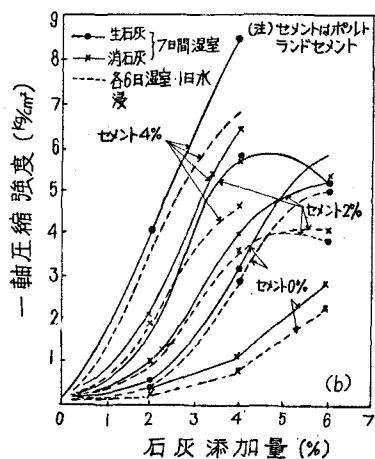
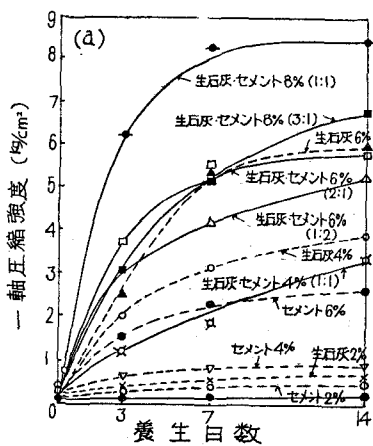


図-7 自然含水比のヘドロに対するセメント・石灰併用添加の効果

化は大きいが、鋭敏比でよりは大
くならない。鋭敏比の大きさは安全率
の設定のさい考慮すべき要素となる。

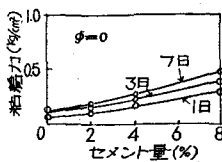


図-8 全応力法によるセメント
処理のヘドロのせん断強度

表-1 セメント処理ヘドロの
鋭敏比

セメント量(%)	材今(日)	一軸強度 (kg/cm ²)	鉄 収 比
0	1	0.14 → 0.08	1.75
	2	0.17 → 0.10	1.70
	3	0.16 → 0.11	1.45
4	1	0.73 → 0.44	1.66
	2	0.77 → 0.44	1.75
	3	0.91 → 0.44	2.07
8	1	7.9 → 1.88	4.22 ?
	2	7.7 → 3.31	2.33
	3	7.5 → 3.00	2.49

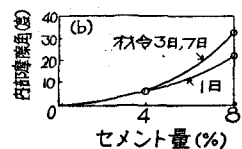
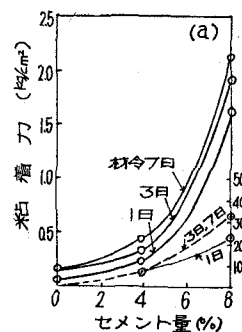


図-9 有効応力法によるセメント
処理のヘドロのせん断強度

高含水比のベドロは堤体に用いた場合、乾燥収縮に伴ってき裂が発生しやすく、水硬性の添加材を加えた場合はこれに硬化収縮が加わる。供試体について、被覆の有無の影響と調べたのが図-10であり、被覆によりかなり収縮の防止(1%以下)ができることが分る。

4. 多層式サンドイッチ工法 これまで発表してきたヘ
ドロによる築堤工法は、^(1,2)多段式サンドイッチ工法と名づけ

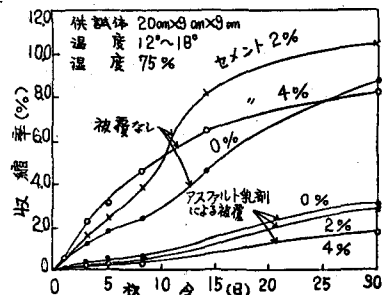


図-10 ヘドロの収縮率の変化

たもので、脱水を目的として、排水の力学的原理に生石灰の化学作用を加えた方法である。この方法はすでに、実験室と現場の試験検討を終り、あと、カードボードの心(しん)による洪水時の逆流の問題や、堤体上の走行試験、土質の経年変化のような補足的検討が残されている程度である。この現地試験は近く実施される運びになっている。

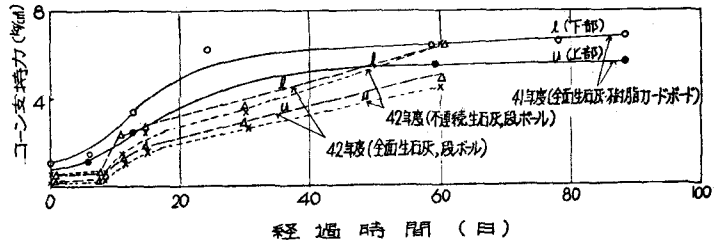


図-11 サンドイッチ法による現地試験堤のコーン支持力の比較
(オ1層のみを示す)

この工法によって得られるヘドロの強度は、粘着力で $0.2 \sim 0.3 \text{ kg/cm}^2$ 程度(図-11に示すような現場における十分脱水されたもののコーン支持力から、一軸圧縮強度を推定)であり、図-6に示したようなトラック上載時、すべりに対する極限安全率を与える。コーン支持力がおよそ $3 \sim 7 \text{ kg/cm}^2$ (オ1層のように脱水効果の大きい部分)であることは、WESの方法によれば接地圧のごく小さいトレラーないし後輪駆動の車両一般の交通を許容することであり、一応満足すべき値であらう。

5. 結び この報告では、(a) 標準断面の堤防を築造するに必要なヘドロの強度を論じたもの、(b) ヘドロの改良のための添加混合法の効果を述べ、脱水を目的としてこれまで開発してきた多層式サンドイッチ工法が、前2項の検討結果を踏まえたうえで、効率のうえでも優れたものであることを述べた。

なお、ヘドロは上述の方法のうち、どのような処理によって築造するにしても、土羽づけのような表面処理は当然検討すべき問題である。ヘドロの収縮防止のための被覆効果は、筑後川河口付近のように砂が多く浚セツされるときには、この砂を利用したシートアスファルトの方法⁽⁴⁾が十分有用である。

文献 1) 山内、三浦：軟弱粘土による築堤のための多段式サンドイッチ工法、土木学会第22回年次学術講演会講演概要、昭。42. 5, 2) 山内、三浦：多段式サンドイッチ工法による現場盛土試験、土木学会第3回研究発表会講演集、昭。42. 11, 3) 山内、三浦：軟弱粘土による築堤のための多段式サンドイッチ工法(続報)、昭。43. 10, 4) 細川、竹下、山内：筑後川感潮区間堆積土の調査報告書(オ2報)、建設省筑後川工事事務所、昭。36. 3.

謝辞 ヘドロによる築堤に関する研究は、建設省九州地方建設局に協力して行なったもので、とくに武雄工事事務所との共同研究に負うところが大きい。関係者の御援助に深甚の謝意を表すものである。