

但馬空港建設工事における ソイルセメント工の施工計画

Planning of Execution for the Slope Stabilization
with Cement on Tajima Airport Project

兵庫県 山本昌浩 *

兵庫県 樽本善博 *

三井建設㈱ 枝並克始 **

○三井建設㈱ 八木秀樹 ***

By Masahiro Yamamoto, Yoshihiro Tarumoto, Katsushi Enami and Hideki Yagi

但馬空港建設工事において、滑走路延長が当初に比べて北側に150m延伸されることになった。このとき、盛土高さが約70mとなり北側法面において通常の盛土を行うと既設の調整池が埋没され、その機能を失うため対策としてソイルセメント工法が選定された。

ソイルセメント工の施工数量は約20万[㎡]と大量であり、その施工管理は重要である。施工単位ごとの施工数量、セメント使用量を明確にする施工管理計画を立案した。

ソイルセメント工施工においては、ソイルセメント工と鋼製ふとん籠工（ソイルセメント工前面）及びソイルセメント工と盛土工（ソイルセメント背面）は相互の繰り返し作業となり、影響し合うのでその点を考慮した工程計画を立案した。

【キーワード】 ソイルセメント、施工管理計画、工程計画

1. はじめに

但馬空港は兵庫県北部の豊岡市、日高町にまたがる通勤ターミナル空港であり、平成6年春に開港の予定である。空港の位置は図-1に示すとおりである。

但馬空港建設工事においては、土工事が主である。ところが、当初1,000mの計画だった滑走路延長が北側に150m、南側に50m延伸され1,200mとなった。このとき、盛土高さが約70mとなり、北側法面において所定の勾配、

1:2で盛土を行うと既設の調整池が埋没され、その機能が失われるため対策としてソイルセメント工が選定された。

ソイルセメント工の施工数量は約20万[㎡]と大量であり、その施工管理は重要である。そこで、施工単位ごとの施工数量、セメント使用量を明確にする施工管理計画を立案した。

また、ソイルセメント工施工においては、ソイルセメント工と鋼製ふとん籠工（ソイルセメント工前面）及びソイルセメント工と盛土工（ソイルセメント背面）は相互の繰り返し作業となり、影響し合うのでその点を考慮した工程計画を立案した。これらの施工計画に基づき、工事を施工し無事に竣工することができた。本報ではその内容を報告する。

* 但馬空港建設事務所 0796-23-1001

** 大阪支店土木部 06-243-3416

*** 大阪支店北大阪営業所 06-243-3415

但馬空港の概要

飛行場の名称 但馬空港
 設置者 兵庫県
 設置位置 豊岡市 日高町
 標点の位置 豊岡市上佐野字金吹832
 標点の高さ 176.1m
 着陸帯の等級 F級
 舗装帯の設計強度 LA-4
 滑走路 長さ・・・1,200m
 幅・・・・・・・・30m
 着陸帯 長さ・・・1,320m
 幅・・・・・・・・120m
 飛行場敷地面積 37.9ha
 無線施設 VOR/DME
 利用予定の機種 コミュター機
 土工計画 切土量・・・約735万㎡
 盛土量・・・約790万㎡
 供用開始予定日 平成6年春

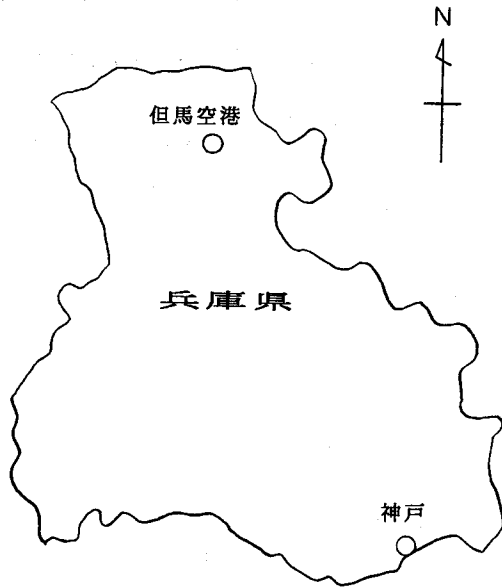


図-1 位置図

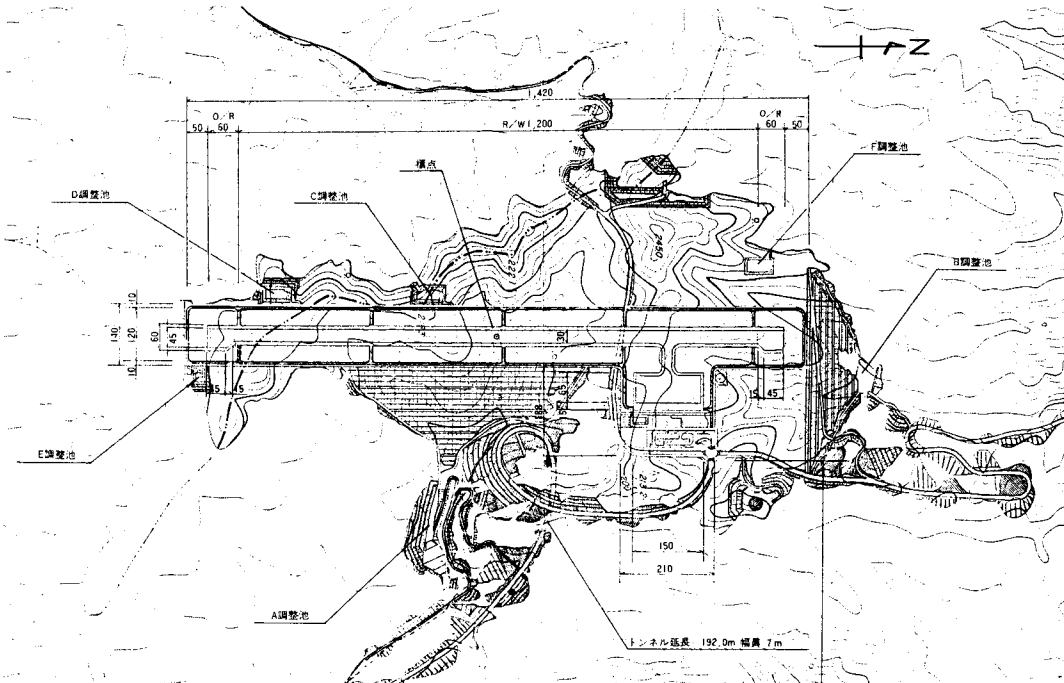


図-2 但馬空港平面図

2. ソイルセメント工の概要

ソイルセメントは、もたれ擁壁の形状で前面は鋼製ふとん籠、背面は通常の盛土となっている。

法面の勾配は前面、背面とも1:1が基本であるが、最上段部前面の一部は1:1.5である。

ソイルセメントは直高10m毎に上から下へ、1段目、2段目、・・・・、8段目とし、各段の境界には小段を設けている。(図-3、4参照)

ソイルセメント壁の最大改良幅は40mであり各段における必要強度は表-1に示すとおりである。これらは、ソイルセメント壁の円弧すべりに対する安全率を確保するという条件から決定されている。

ソイルセメントの配合量、施工仕様は室内配合試験、及び現場試験施工を行って右記のように決定した。

鋼製ふとん籠は、ソイルセメント壁前面に設置する。その目的はソイルセメント壁の降雨などによる雨裂、侵食防止である。

鋼製ふとん籠は、1個の大きさが、たて2.0m、よこ2.0m、高さ1.0mで中詰めは現地発生の中硬岩である。

表-1 ソイルセメント工の必要強度、配合量

位置	必要強度 q_u (kg/cm^2)	配合量 (kg/m^3)
1段目	2.2	60
2段目	2.2	60
3段目	2.4	60
4段目	3.6	70
5段目	4.6	90
6段目	5.6	100
7段目	6.6	110
8段目	7.4	120

施工仕様

固 化 材	特殊セメント(セメント系改良材 一般軟弱土用)
材 料 土	現場発生礫質土(切土ヤードよりダ ンプトラックで運搬)
混 合 方 法	ミキシング・ホークによる混合かく はん
まき出し厚	50cm
敷 均 し	ブルドーザー21t級
転 圧	振動ローラー 15~18t級 転圧回数 4回以上

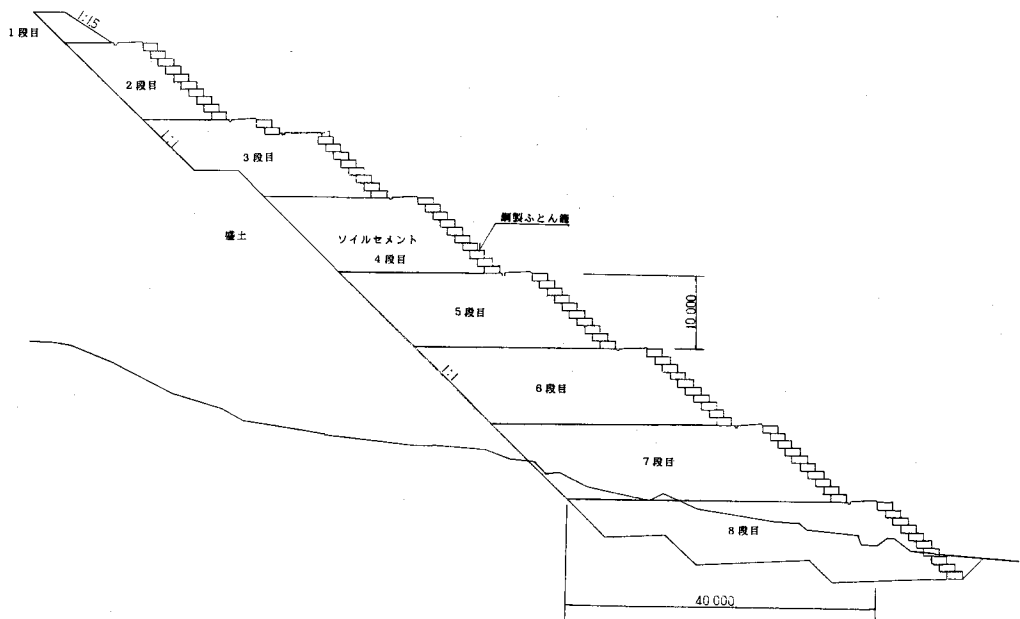


図-3 ソイルセメント工 断面図

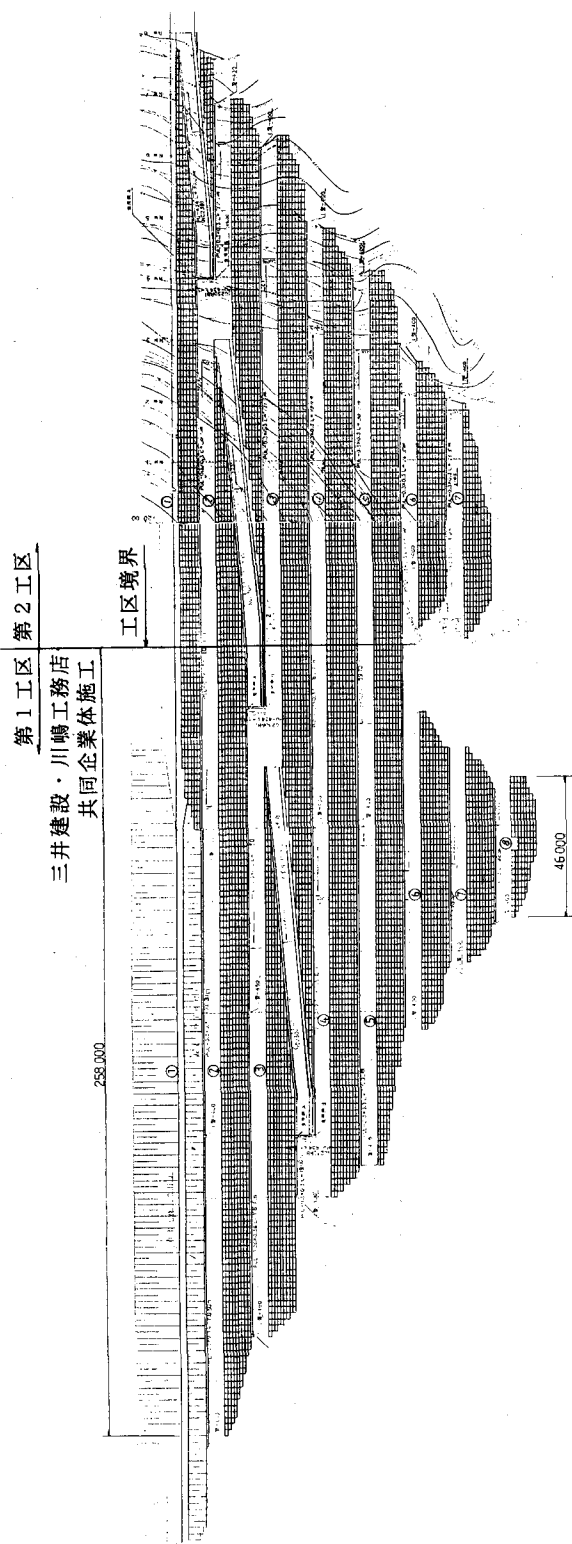


図-4 ソイルセメント工平面図

3. ソイルセメント工の施工管理

(1) 施工数量、セメント使用量の管理

ソイルセメント工の施工数量は約20万㎡と大量のため、施工単位ごとの施工数量、セメント使用量を明確にすることが重要である。そこで、以下のように計画を立案した。

①施工数量、セメント使用量の決定

高さ1m毎、すなわち鋼製ふとん籠1個毎に、現場監督員立会のもとで20m間隔の測点毎に改良幅を実測して、面積を計算する。これにより、この高さにおける全体の施工量が求められる。

1施工単位の施工数量は、石灰により明示した範囲の面積を実測し、層厚50cmを乗じて求める
セメント使用量は施工数量に配合量を乗じて求める。

②セメント使用量の確認

セメントは1tフレコンまたはバラ積みセメント+セメント撒布車の組合せで使用する。本工事においてはセメント使用量が大量であるので供給が円滑にすすむように現場にセメントサイロを設置してセメントをバラ積み車で搬入し、セメント撒布車で作業ヤードへ運搬し、撒布する方法を主し、1tフレコンを補助的に使用することとした。

セメント撒布車を使用する場合には石灰で明示した施工範囲にさらに撒布車の幅に合わせて走行

ラインを石灰で引き、セメントを撒布する。セメントの使用量はセメントサイロに取り付けた計量器で発行される搬出伝票で管理する。セメントの撒布は撒布前後の写真で管理する。

1tフレコンを使用する場合には石灰で明示した施工範囲に必要な量の1tフレコンを置き、1t毎の数量の確認ができる写真、及び撒布後の写真により使用量を管理する。

③工事日報の作成

施工位置、施工範囲の面積、土量、必要セメント量及び実使用セメント量を記入した日報を作成する。

セメントの受払いについては、セメントの納品伝票、セメントサイロからの搬出伝票（バラ積みセメントの場合のみ）、セメント出納表（受払いの集計表）を作成、整理する。

④セメントサイロ計量器

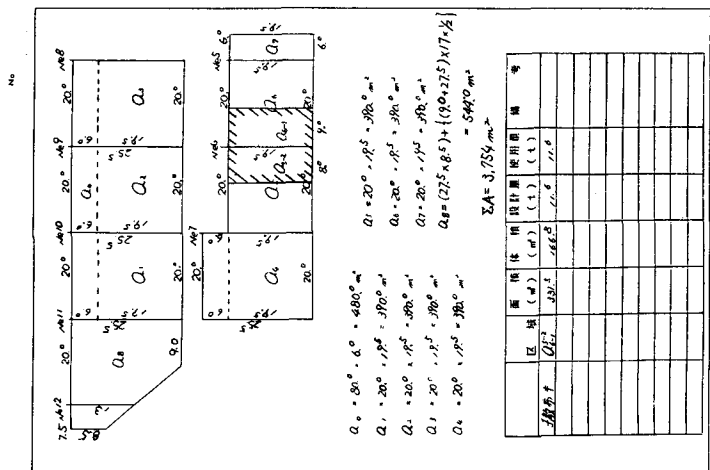
及びセメント撒布車の管理

セメントサイロの出荷用計量器の試験を使用量2,000tに1回の割合で行う。試験はセメントサイロから出荷したセメントをトラックスケールで計量することによりセメントサイロ計量器の精度を確認する。

また、セメント撒布車が所要量を均等に撒布していることの確認試験を配合量が変わるごとに行う。



写真-1 セメント撒布車 撒布状況

[illegible][illegible]

(2) 品質管理

セメントの混合かくはん終了後に現場監督員の目視により混合状況を確認する。

また、1 施工日毎に、現場で混合かくはんした土を試料土として供試体を 9 本作成し、材齢 1 日 7 日、28 日で 3 本ずつ一軸圧縮強度試験を行って必要強度が発現していることを確認する。

4. ソイルセメント工の工程管理

ソイルセメント工施工においては、

ソイルセメント工と鋼製ふとん籠工

及びソイルセメント工と盛土工

は同一場所での同時施工が不可能で、一方の作業終了後に他方の作業を行うことになり、相互に影響するので工程調整の必要がある。以下に詳細を述べる。

(1) ソイルセメント工と鋼製ふとん籠工

ソイルセメント工と鋼製ふとん籠工の取合い部分は鋼製ふとん籠工の施工終了後にその背面のソイルセメント工を施工するという手順になる。

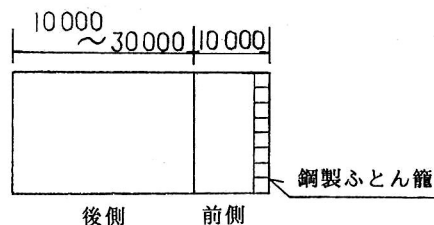
同一高さのソイルセメント工と鋼製ふとん籠工の施工に際しては、

- ①工程上の余裕が少ないこと
- ②ソイルセメント施工業者、鋼製ふとん籠施工業者のそれぞれの手待ちが生じないこと
- ③ソイルセメント工の重機作業と鋼製ふとん籠の作業員による作業をできるだけ分離して、

工事の安全をはかること

を考慮して以下のように施工計画を立案した。

4～8 段目は間口（鋼製ふとん籠延長）に比べて奥行（20～40 m）が長いので、鋼製ふとん籠を現地施工中にはソイルセメント工を後側で施工し、施工ヤードの外で鋼製ふとん籠工の準備中にソイルセメント工を前側で施工する。この施工手順を繰り返す。



1～3 段目は間口（鋼製ふとん籠延長）が奥行（4～15 m）に比べて長いので、鋼製ふとん籠を右側で施工中にソイルセメント工を左側で施工

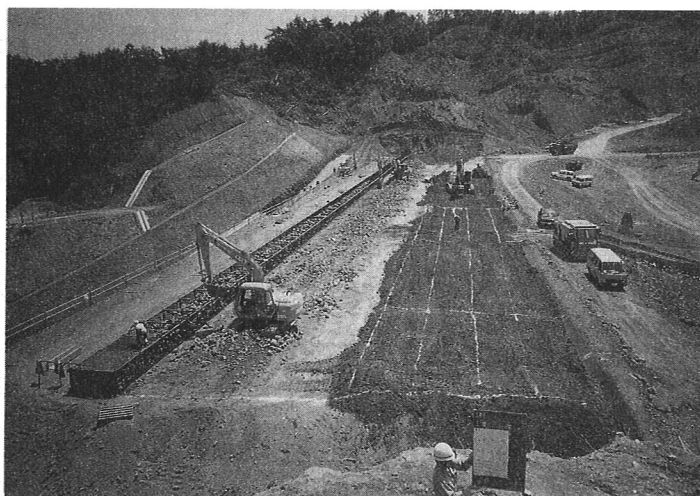
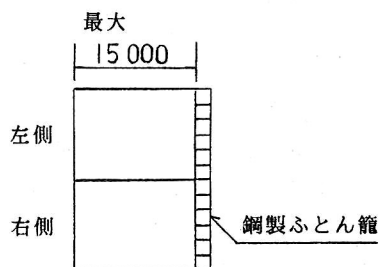


写真-2 施工状況

する。逆に、鋼製ふとん籠を左側で施工中にソイルセメント工を右側で施工する。すなわち、左右交互に施工を繰り返していく。

(2) ソイルセメント工と盛土工

断面形状より、盛土工をソイルセメント工に先工しなければならないことがわかる。相互の工程の進捗については以下の条件がある。

- ①ソイルセメント工施工ヤードへの進入路を盛土部に造成しなければならないので、盛土とソイルセメントの高低差は少ないことが望ましい。
- ②ソイルセメントと盛土の間には、盛土部からの細粒分の流出を防ぐため、背面フィルター（シート）を設置するので、最大でシートの定尺幅2.0mの直高分1.4m+ α の約2mの高低差が生じる。

以上の条件を考慮して、盛土とソイルセメントの最大高低差が2mとなるようにし、進入口についてはソイルセメント工施工ヤード内にスロープを設けることとした。

進入口は2か所設けて、一方の進入口部のソイルセメント工、盛土施工中にも他方の進入口からダンプトラック等が通行できるようにする。

(3) 隣接工区との関係

6段目より下部については、第1工区、第2工

区のそれぞれが単独で鋼製ふとん籠工、ソイルセメント工、盛土工を施工する。

しかし、5段目より上部については鋼製ふとん籠工、ソイルセメント工が互いに端部で接するようになる。また、盛土工については4段目より上部が第2工区の施工となり、第1工区のソイルセメント工と接し、なおかつ、第1工区の工事用道路が第2工区の盛土施工範囲内となる。

そこで、施工開始前に

- ①第2工区盛土部に第1工区専用の工事用道路を確保し、第2工区との作業ヤードを分離し工事の安全をはかること。
- ②第1工区、第2工区の境界部では、両工区同時には施工せず、工事の安全をはかること。
- ③第1工区、第2工区の互いの手待ちを少なくすること。

を考慮して打合せを行い、工程を調整して工事をすすめることとした。

5. おわりに

但馬空港建設工事ににおいて約20万 m^3 と法止工として類例のない大規模なソイルセメント工を施工することとなり、その施工管理、工程管理について本報で報告した。

この報告が今後、より合理的でシステム化された施工管理手法開発の際の一助となれば幸いである。

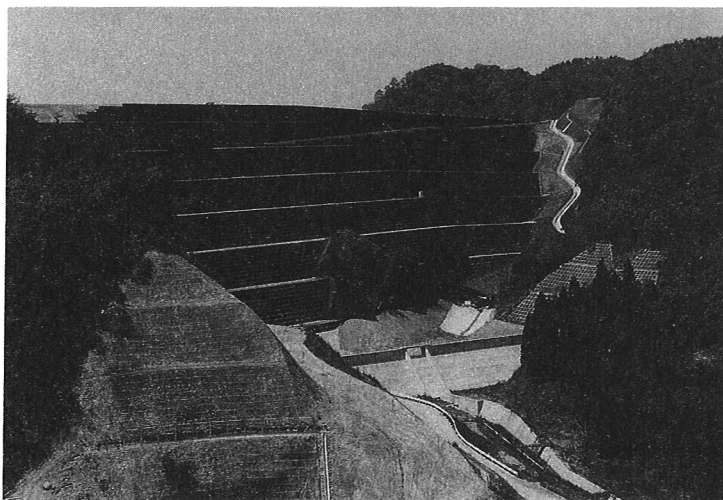


写真-3 完成全景