

技術資料 第六號

千歳飛行場工事報告

準員 株式会社大林組 鶴 川 彰
株式会社大林組 黒 澤 重 男

1. 概 要

千歳飛行場工事は、1950 年以来本年迄 3 期に亘り株式会社大林組の施工に掛り、その規模は大凡下記のごとくである。

コンクリート	61,000 cu. yd.
土 量	584,000 cu. yd.

第 1 期工事の集中施工の進行と、第 2 期工事における朝鮮動乱のための労務賃金および物価の変動から、我々は予期せざる出費を余儀なくされたが、さらに狼狽させられたのは、契約関係に現われた日米常識の相違である。

それは米軍工事にみられるように、土木工事に適応された規格化は、自由競争制により生ずる弊害を除去し、見積りと競争との合理的調整を確保する方向に向いつつあることであつて、仕様書による規格の対象は、主として、コンクリートの強度、路盤の支持力、輾壓密度など製品としての特性であり、材料（セメント、骨材、路盤材料）、設備および施工方法はその目的を達するため、ある程度幅のある規格内で適宜選択できる。

以上のような仕様方式の効果として次の諸項が考えられる。

(1) 見積の適正

飛行場工事におけるこれらの規格は、いづれも最高級のもので、一見いわゆる“やかましい”困難な仕事のごとくであるが、考え方によれば「所要の規格に対し、適確な材料および施工法を考慮して見積りをせよ」という指示に過ぎない。

たとえば、今仮に盛土において所要輾壓が 95% であり、土取場の原土の密度および乱した土の密度を測定をすれば、夫々 80% および 60% であつたとすれば、盛土 1 cu. yd. に対して、原土は 1.19 cu. yd.、運搬土は 1.58 cu. yd. になる。この結果から、土工機械の能力に対する補正が考慮され、borrow pit の計画も行われる。

以上のごとく数量および施工法に関する合理的考慮に競争の焦点があり、技術と営利の一致がある。

(2) 業者の保護

厳格な規格は、適切な見積により、工事の正確な遂行を容易ならしめる。またいかなる場合においても仕様書に規定されている以上の要求をされないということは、業者の保護と考えられる。

米軍工事で契約後に、業者が契約時の規格以上の要求に従わされたため訴訟を起し、裁判の結果米軍政府は多額の追加金を支払わされたことはまだ新しい事実である。

施主と業者との間に意見の相違を生じた時は、試験資料など客観的事実に基づき仕様書に従つて処理される。

(3) 分業の促進

協同的生産は今日の生産方式の第一の特色であるが、この能率化はまず「分業」によつて発現する。仕事の規格化は、単純化となり、組織化を生ぜしめ、分業を促進する。ただ一人の現場監督官によつて工事が管理されているのを見ても、その能率化の一端がうかがわれる。

さて、技術的な面において、所要の規格に達するため、いかなる方法をとつてきたかを簡単に述べてみたい。

2. 路盤工事

(1) 材 料

仕様書によれば、路盤に用いる材料は、非凍上性の土、砂、砂利、石およびコンクリートの破片など現場で入手可能なもので、K-300 を確保できるものである。

この仕様事項に対し、工事にさきだつて、滑走路に沿ひ 100 ft 毎に pit を穿ち、地質を調査したところ、樽前山の噴火によつて火山砂が地表を約 3 ft の厚さで覆っていることがわかり、この火山砂がまず注目された。

(イ) 火山砂 (volcanic cinder) の路盤土としての適性
凍上の恐れのある土は、1944 “AVIATION ENGINEERS MANUAL” によれば、well graded soil においては 0.02 mm 以下の粒子を 3% 以上含んだ土、uniformly graded soil においては 0.02 mm 以下の粒子を 10% 以上含んだ土である。

Fig.-1 に示すように、この火山砂は全く凍上の恐れがない。

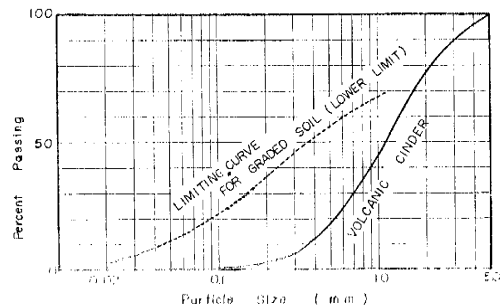


Fig.-1 Grading curve for volcanic cinder

最大乾燥密度は95 lb/cu. ft. C. B. R. は45%で充分安定であると判定した(Fig.-2, Fig.-3 参照)。

(ロ) 火山砂とロームとの混合土

以上のように火山砂は、適当に輾壓されれば、路盤土として良好であるが、凝集力のないため、一度輾壓されても型枠設置後に自動車の交通に対し路盤を保護することは困難である。そこで火山砂の下に分布する赤土(ローム)および黒土を夫々結合材料として混合してみた。その結果は、Fig.-2, Fig.-3 に示すように、密度および支持力が増大した。

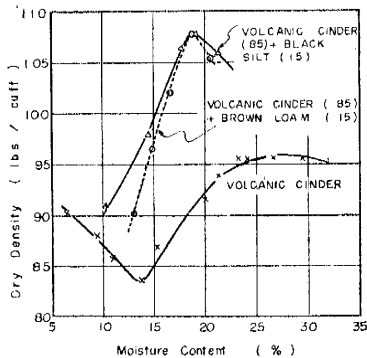


Fig.-2 Density curves

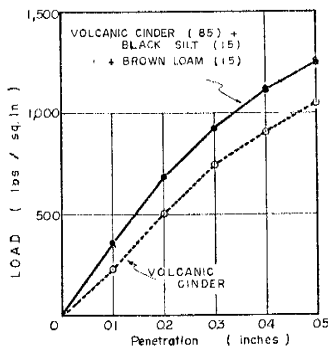


Fig.-3 C. B. R. Test

この両者を比較すると

黒土の層は薄くて路盤用土としての所要量を得ることが困難であるが、赤土は多量に分布する。

黒土は凝集力が強いので、結合材料として火山砂に均等に混合することが、赤土に比して難しい。

黒土は混合量過多の場合、輾壓する程液性を増し、支持力を減ずる傾向がある。

以上の点より、赤土を路盤の表層に結合材料として用いることに決定した。混合の比率は

	乾燥重量比	現場容積比
火山砂	85	3
赤土	15	1

この混合土は、Fig.-4 に示すごとく、粒度分布よりみると、凍上に対する恐れを生ずるが、凍上試験の結果、この混合土の層が6吋以内の厚さで、輾壓された火山砂の上にある時は、その凍上量は微小であることがわかった。下層の火山砂の層は地下の毛管水を遮断し、かつ雨水の滲透がよいからである。

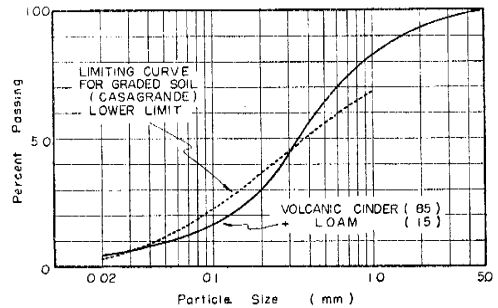


Fig.-4 Grading curve for the mixture

(2) 路盤施工

a) Clearing

準備工事として原野を伐開し、ブルドーザーを用いて表土および草木の根などを工事区域内から除去する。

b) Cut and Fill

切取および盛土はキャリオールを用い、盛土の層の厚さは、キャリオールでできるだけ薄く敷き均す程度(3吋~6吋)とし、撒水車およびシープスフットローラーとを併用した。多孔質なこの種の火山砂にシープスフットローラーは充分有効である。

輾壓の所要密度は場所により異なり、90%乃至95%以上であるが、シープスフットローラーの数は、8 cu. yd. キャリオール3台に対し2台程度である。輾壓の度合は随時 Density Test で点検する。

c) Mixing

火山砂の層が所要の高さになった時、火山砂の上に赤土を置き、トラクターにプラウおよびハローを夫々牽引させて混合した。赤土の量はプラウの刃が8吋土中に入るとすれば2吋の厚さに置けばよいわけである。混合機械の能力は、プラウおよびハロー各1台ずつ利用して8000 sq. yd. 程度である。

d) Compacting

混合作業が終ると、風乾または撒水により、常に最適含水状態に保ちつつ輾壓する。

まず、シープスフットローラーで締め固め、突起の貫入が少なくなつた時、タイヤローラーで踏み固め、最後にスチールホイールローラーで輾壓するのであるが、火山砂のみの場合に比して混合土は最適含水量のピークが急であり、混合率の多少の増減により最適含水量が敏感に上下するので、突固め試験により最適含水量を確かめ、

適切な水分の調節により、手持の輾壓機械を最も有効ならしめるように努力した。

e) Grading

輾壓後、平盤載荷試験を行い、所要の支持力が得られれば、型枠を設置し、グレーダーで仕上げ、路盤工事は完成である。

f) Testing

突固め試験、密度試験および載荷試験の外に、Fig-5に示すような土圧計を作り、突荷重（ローラー）輾壓の際の土圧分布を調査し、より経済的な施工法を研究中である。

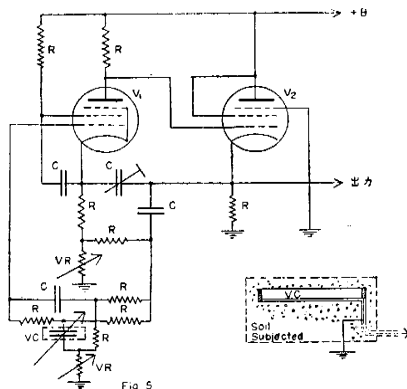


Fig.-5 Principle of earth pressure meter

原理は、土圧の変化による微小歪をCの変化に換え、発振器によつてこれを周波数の変化に表わして測定する。重検波してメーター直読みとするか、ブラウン管に入れて写真を撮ることにより活荷重による土圧の変化を得る。絶対量は予め calibration する。

3. コンクリート工事

(1) 主な仕様事項

舗装用コンクリートは、ASTM-C 78-49の標準試験法により、28日で曲げ強度 700 psi 以上を有すること。セメントは Federal Spec. SS-C-191 b に合格すべきこと。骨材は所要の粒度、耐久性、耐摩耗性を具備し、有害物の混入が一定量を超過しないことなど。

(2) 材 料

700 pis の曲げ強度を確保することは非常に難かしいが、セメントの使い過ぎは不経済であるばかりではなく、収縮亀裂の原因となるので、最少量のセメントで所要強度を得るべく、特に材料の品質に重点を置いた。セメントは普通ポルトランドセメントを用いたが、最近初期強度が重視されるようになってきたので、普通セメントが早強セメントに類似してきた傾向があり、風化し易く、倉庫に下積され長期間放置されると著しく強度を減ずる。これを防ぐため 250 t づつに番号を附し、新

旧の袋が前後しないようにした。またこの番号は乱袋の損失量の中間チェックに便利である。

骨材には特に注意し、骨材試験の結果、採取場を選択し、採取場で水洗いした砂利は、現場に搬入後再び振動篩上で水洗いし、さらにコンベヤー上で、過大寸法、細長、偏平な石および死石などを摘出精選した。死石は比重が小なるため、打設時にコンクリートの表面近くに浮び、冬期吸水凍結するので、コンクリート舗装の耐久性に最も大きな影響がある。

(3) 混 合

骨材は重量で計量、計量水槽は over flow pipe で水位を上下する。AE 材は港研機製アトモスポンサーで計量し混合水中に投入している。セメントは5袋分づつバケツで捲上げ、バケツが所要の高さまで達するとバケツの口が自動的に開き、同時にバケツに取付けたパイプレーターが作用し振動を与え、セメントが確実にシュートに落ち込むようになっている。計量された材料は28切ミキサー2基で混合し、ダンプトラックで運搬する。

能 力	50 cu. yd./hour
スランプ	1 1/2 ~ 2 in
水セメント比	0.41
空気量	3 ~ 3.2%

混合作業においては、骨材用スクップカー、振動籠、セメントリフト、計量機、切換シュート、ミキサー、ブルドーザーなどが、機械的にかつ有機的關係において操作されているので、各機械の時間的バランスが、全体的能力に大きく関係する。かつ数多の繰返し作業においては、1回の操作を1秒でも節約することは能力を増進することはいうまでもない。このためプラントの管理には、ストップウォッチを用い、タイムスタディを行つている。

(4) 打 設

打設作業はフィニッシャーおよび人力によつて行い、特記すべきことはないが、特に仕様されていることは、できる限り表面を簡単に仕上げる こと—min. handling—である。表面のなぶり過ぎはベーストの分離をきたし、ベーストとコンクリートとの膨脹率の差から表面の剝脱を生ずるので、これを防ぐためである。

1日最大舗設量	628 cu. yd.
1日平均舗設量	293 cu. yd.

(5) 養 生

現在用いているセメントは寧ろ III 型に近いので、初期養生には特に留意し、まだ固まらないコンクリートは、日射および風の特に強い場合には傘で覆い、凝結を待つて露を蔽い、撒水する。

(6) 冬期におけるコンクリート施工

1950 年度において、10 月に入つて気温が急激に低下し、コンクリート工事は困難となつたが、飛行場使用の必要性から寒中施工を余儀なくされ、 -12°C でコンクリート打込を強行した。施工の萬全を期するため、文献および現場試験により大凡次回の調査検討を待て、打設後、毎時養生温度を記録し、養生期間を加減した。

調査事項は、気象状況、骨材の加熱方法およびその効果、混合水の加熱およびセメントに対する影響、運搬途中および打設後におけるコンクリートの温度測定、防寒剤に関する検討、電気養生などである。

積雪によるコンクリート養生

正員 札幌工務社 中村・俊

水力発電所建設工事には河川の水位工期短縮等の關係にて冬期にコンクリートを打たなければならぬ場合がたびたび生じてくるものである。私がかつて擔當していた豊平川瀧岩発電所建設工事においてもその必要が起つて寒中に一部コンクリートを打つたのである。

瀧岩発電所の水槽、鉄管路、餘水路、発電所は瀧岩山麓でいわゆる天然自然林である。天然自然林の處分は非常にやかましく、北海道廳だけでは處理できないので當時は文部省の認可を必要とした。そんな關係で借地は極めて小範圍に限定せられ水槽の切土及び第 16 號隧道の掘きく土の土捨場がないので餘水路（鉄筋コンクリート蓋渠）の上を土捨場にしなければならぬ事になつた。それで急速に餘水路を施工する必要を生じ寒中にもかかわらずコンクリートを打つ事にした。餘水路の路線は幸いにも澤の川所を通過しておつたため合掌で簡単に小屋掛けし炭火で昼夜温度をとりつつコンクリートを施工した。これは普通の工法にて特に記すべき事はないので省略する。

次に放水路である。放水路は全長 1 km であつたがその中下流約 300 m は河岸が低く雪解の溜水は河岸を越して附近一帯が沼の状態を呈する。それで締切がきかず工事を續行する方法がないので 4 月初旬より 5 月下旬迄工事を休まなければならぬ。かくては請負者も困り工期の點において會社も困るのでこの分だけは冬期止水の中に施工してしまう決心をした。然し前記の餘水路の如く小屋掛けが簡単にできない。延長も長い費用も莫大にかかる。第一そんな事をしていては、雪解水が来る迄には間に會いそうもなかつた。當時は現今の様な電気養生などという斬新な方法も研究されていなかったし、いかようにして施工すれば宜しいか質に悩んだものであつた。そのうちにふと頭に浮んだ事は土勝の國などでは雪が少ない上に寒氣も烈しいので地面が凍るが札幌地方は雪も相當あるしどう寒氣も強くないので地面は凍らない。それと雪がと相居

4. 結 語

以上のように、現場に試験室を設け、試験の結果に基づいて工事を進めていく方法は、現在のような官庁組織と業者の構成では、全面的に採用することは困難であると考えられるが、少なくとも技術的といえは不経済を連想させるようなことは打破したい。技術は経済を目的とする以上、技術と営利ともまた一致すべきであらう。

なお本工事に當つては、特に北海道大学工学教授および板倉教授の御指導を受け厚く感謝する。

高く紙めばコンクリートは硬化するだろうと云う見地から積雪によるコンクリートの養生法を考察しそれで施工することに決心した。

すなわち放水路掘きくは昭和 9 年 12 月より翌年の 1 月に亘り全力を掲げて進捗せしめ 2 月初旬より開渠の仰拱のコンクリートを打つ準備をした。まず粗骨材はボイラーにて暖め細骨材は鉄板の上に敷き並べ炭火にて暖め風呂 2 箇を据付け湯を沸した。これは普通の寒中コンクリート施工の場合と同様である。セメントには 3% の鹽化カルシウムを混入して配合は容積比にして 1:2.5:5 にした。ミキサーで硬練してコンクリートを打ち、よく突き固めた。コンクリート打ちの作業開始は午前 10 時で終業は午後 3 時にした。コンクリート打ち作業が終ると直ちに葎 2 枚を以て被覆しその上に雪 1 m 以上を投込み入土に踏み固めさせた。

1 日の作業は前記の通りであるがそのまま雪解け迄放置しておいた。コンクリート作業開始年月日は昭和 10 年 2 月 11 日で仰拱のコンクリート打ちは 2 月下旬に終つた。仰拱のコンクリートに並行して側壁の玉石積を施工し 4 月 5 日には豫定の 300 m の開渠ができ上り河岸の高い箇所にて土俵を以て堅固な締切りを施工してこれより上流部の工事を施工した。

4 月 10 日には暖氣と大雨による大出水があつたが放水路工事には何等の被害がなく工事が續行できた。當時の日報を調べて見るとコンクリート施工後やはり -10°C 位に下つた日は相當あつた。

雪解を待つて葎を取り拂ひコンクリートを調べて見たかよく硬化していた 1 箇所も拙い處がなかつた。爾來十有八年現在に至るも何等の支障がないからこれは成功したとみてよいと思う。ただ惜しい事には當時テストピースを取つて強度を測定しておくべきであつたのに建設工事の雑務に追われて遂にその機会を失なつてしまつた事を遺憾に思つている。いずれおぼろげながら同発電所の停電日に北電の諒解を得て北大の前田先生にでも御頼みして硬度計による強度でも測定して見たいと思つている。

この工事の請負者は鹿島組であつたが當時の従業員諸君は私のこの始めての試みをよく諒解せられた協力と手さつた事に感謝する。