

Ⅱ-13 大規模土工事における精密施工法の導入・運用とその効果

大前延夫¹建山和由²海老原雄志³沖政和⁴須田清隆⁵

Nobuo Omae

Kazuyoshi Tateyama

Yuzi Ebihara

Masakazu Oki

Kiyotaka Suda

【抄録】精密施工は、「綿密な現場の調査・計測を通じて地盤特性の空間的な分布や施工条件に関する詳細な情報を把握した上で、施工方法の決定、工程計画の策定及び運営管理といった建設工事のプロセス全体の最適化を図ったもの」であり、いわば建設工事の各種要因についての最適化を実現する技術である。筆者らは、この精密施工法を大規模土工事に導入し、約2.5年間の運用を行っている。導入運用した「精密施工法」は、①マッピング機能を有する三次元GIS（データベース）、②情報管理システム（ネットワーク）、③刻々と変化する現場の状況にリアルタイムで対応できる意志決定支援システム、の3要素から構成されている。本論では、そのうちの意志決定支援システムを中心に、運用とその効果について述べるものである。

キーワード： 精密施工 リアルタイム 加工情報 判断支援システム 最適配置

1. 工事概要と技術課題

1.1 工事概要

精密施工法を導入・運用した建設現場は、関西国際空港二期工事用の採土を行なっており、淡路島（兵庫県）の津名町に位置している。開発面積は、148ha（南北2km×東西1km程度）、採掘量約7000万m³、1986年より稼働しており採掘期間は21年の予定であり、現在、関西国際空港二期工事用採土の最盛期である。

この現場では、発破併用大型ダンプトラック工法を採用しており、大型積込機械4台と大型運搬機械9～10台を用い、時間当たり最大7,000t（約4,000m³）の採土を行っている（表-1参照）。1日当りの最大出荷量は44,000m³、1月当りの最大出荷量は100万m³で、年間1,000万m³を超える土砂を出荷している。

表-1 主要な大型重機

機種	仕様	台数
バックホウ	12m ³ 級	2台
ホイールローダー	10,13m ³ 級	各1台
ダンプトラック	91t級	9台
	78t級	3台
ブルドーザー	95t級	4台

1.2 技術課題

関空二期工事着工当初は、土砂を供給する土源が少なく、多量（44,000m³/日）かつ安定的な土砂供給が求められた。一方、地山の岩質は風化花崗岩を主体としており、土砂から弾性波速度4,000m/秒の硬岩に至るまで複雑で多様な分布をしている。そのため、破碎設備（最大破碎能力2,500t/時）に負荷を掛けすぎないように、土砂・軟岩・硬岩をバランス良く採取していかなければならない。また、これら稼働重機・設備類は、作業連携上ほぼ直列に配置されており、どの一つが故障しても、最終の土運船舶積み支障をきたす仕組みとなっている。そのため、現場技術者が維持管理・運営に対し、稼働重機・設備類を含めた採土地全体の最適化（=信頼度の向上+効率化）を図るためには、重機稼働（発破、集土、積込、ダンプ運搬、走路管理、破碎設備投入）、破碎状況、貯鉱量、ベルトコンベアの稼働、船積、船舶稼働といった多種多様な情報をタイムリーに入手し、当日の施工あるいは翌日の施工計画にフィードバックする必要があった。これらの解決策として、「精密施工法」を導入した。

2. 意志決定支援システムの運用とその効果

意志決定支援システムは、施工過程で刻々と変化する施工条件に対応して、重機の最適配置や最適稼働・火薬の最少利用などの最適化を支援する技術である。当現場では、積込機械1台の1時間当り施工能力にほぼ匹敵する10m立方体（1,000m³）を情報

- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| 1. ハザマ 大阪支店 土木部 | omae@hazama.co.jp |
| 2. 京都大学 | tateyama@kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp |
| 3. ハザマ 大阪支店 淡路島出張所 | ebihara@hazama.co.jp |
| 4. ハザマ 大阪支店 淡路島出張所 | oki@hazama.co.jp |
| 5. ジオスケープ | suda@geoscape.co.jp |

ユニットとし、情報ユニット毎の地盤情報や重機情報をネットワークを利用して、リアルタイムに入力・更新して綿密に管理している。リアルタイムに送られてくる施工情報を利用した意志決定支援システムの運用について、積込機械の最適配置を例に、以下に説明する（図－1 参照）。

- ①PLAN：翌日の要求出荷量をもとに、過去の稼働実績と切羽の地盤情報に従い、積込機械の配置計画を行う。
- ②DO：施工中の重機稼働状況、クラッシャ、貯鉱場の状況と稼働の諸数値をモニタ画面で監視する。各種施工情報（掘削・積込情報、運搬情報など）は、ダンプトラックが土砂をホッパに投入する際、無線、光ファイバーを介して、事務所のメインサーバに格納される。
- ③CHECK：時間当りホッパ投入量、クラッシャ電流値、時間当り船積量について目標値と実績値を1時間毎に比較する。
- ④ACTION：目標値を大きく下回り、このまま行くと要求出荷量を満足できない場合には、積込機械の切羽位置を変更する等の対策を実施する（図－2）。

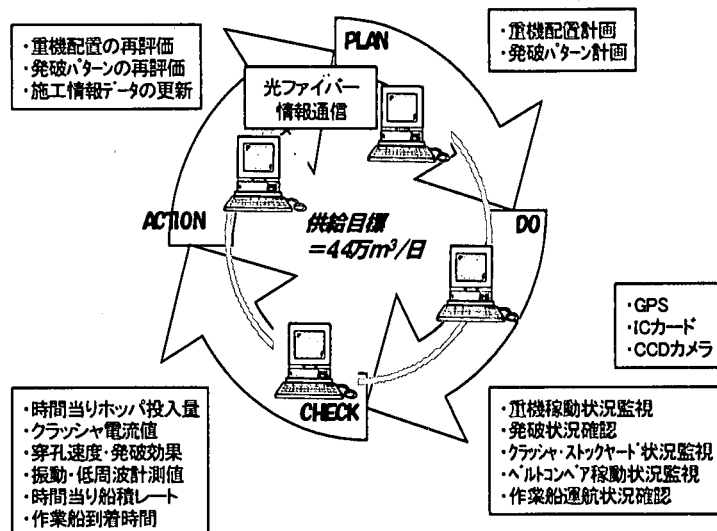
また、目標値を大きく上回る場合についても、切羽変更や積込機械のセット数を見直すなどの対策を実施することで、要求出荷量に対し無駄のない最適な重機配置を行い、重機稼働時間を最少にするよう管理できる。

この効果を土砂1m³当りの重機燃料使用量で比較したものが図－3である。精密施工法を用いることにより、一期工事時点に比べ、21%燃料を節約することが出来た。また、発破工についても同様の手法を用い、岩質（穿孔速度で再評価する）に応じた適正な火薬量を使用することで、火薬使用量の最少化を図ることが出来る。

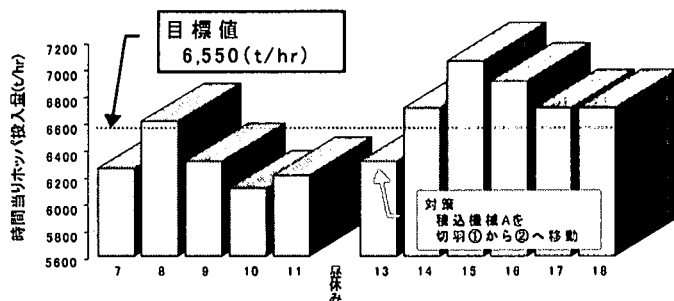
3. おわりに

これまで述べてきた成果は、フル稼働時のものであり、今後関空二期島造成工事進捗による、出荷量の減少あるいは変動（時間・日当り）への対応の中で、「精密施工」の更なる有効性を検証していきたい。判断の為に要求される加工情報は、固有技術そのものであり、判断技術者のレベルを問われる事になる。視点を変え、施工管理技術の標準化への1歩で

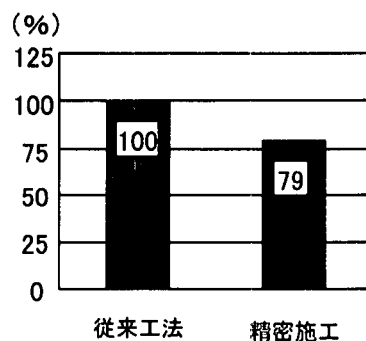
もあり、技術の維持向上への1歩とも言える。精密な施工情報を収集し、その分析結果をリアルタイムで施工にフィードバックさせ、生産性の向上に努めるという「精密施工」の考え方は、情報の内容、収集方法こそ異なるものの、今後あらゆる工種に適応可能と思われる。



図－1 精密施工における日常の意志決定の流れ



図－2 時間当り出荷量の管理状況



図－3 土砂1m³当り重機燃料使用量の比較

【参考文献】

- 1) 建山：ITと建設施工－Precision Constructionの試み－、建設の機械化、pp.3-7、2002.3