

PERTを用いた施工計画の総合化

東北大学 学生員 ○河原木 聖道
東北大学 正員 湯 沢 昭

1. はじめに

土木工事の施工計画を策定する場合、工程計画と資材計画の整合性を考慮する必要がある。港湾工事の場合、海上工事で陸上工事の稼働可能日数が著しく異なるため、工期の調整や資材の搬入に関し適切な計画が必要とされる。本研究はケーソン式防波堤工事を例に、海・陸上工事の総合施工計画を策定することを目的とする。中でも特に大量に使用される捨石材の搬入計画が工期に大きく影響を与えるため、捨石材の需要と供給との関係より必要ストック量についての検討を行なう。

2. 総合施工計画のためのPERTの適用

土木工事にPERTを適用する場合、工種間の先行関係が一義的に決定できることが条件となる。しかし、ケーソン式防波堤工事は工種間の先行関係の自由度が高いため、工程計画にPERTを適用することは困難である。本研究では防波堤工事全体をいくつかのブロックに分割することによりこの問題を解決している。図-1は施工計画に用いた海・陸上

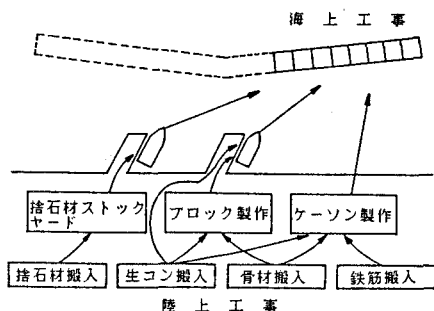


図-1. 対象工事の概要図

表-1. 各工種のデータ

工種	mode	総工事量	歩掛り	投入資源数	作業効率
基礎掘削	0	972 m ³	360 m ³	1	3~.7
基礎コンクリート	0	396 m ³	36 m ³	3	3~.7
基礎ブロック	0	432 m ³	360 m ³	3	3~.7
基礎ケーソン	0	360 m ³	36 m ³	3	3~.7
基礎コンクリート	1	3 基	3 基	1	3~.7
基礎ブロック	0	540 m ³	360 m ³	1	3~.7
基礎ケーソン	0	288 m ³	300 m ³	1	3~.7
基礎コンクリート	0	972 m ³	36 m ³	6	1
基礎ブロック	0	432 m ³	36 m ³	6	1
基礎ケーソン	1	1	1	1	1
基礎コンクリート	1	1	1	1	1

工事の全体を表現したものであり、海上工事としてはケーソン式防波堤を、陸上工事としては捨石材の搬入、ブロック製作およびケーソン製作を考える。PERTの適用に当っては工事全体を表-1に示す工種に分割し、データを作成する(各データは1ブロック当りの数値である)。以下に計算に用いたデータと仮定について述べる。

(1) ケーソン式防波堤工事を8ブロックに分割する。

(2) 表-1の各工種の所要日数の計算は次の2つの方法を用いて決定する。

①歩掛りと投入資源数および作業効率より決定する方法(mode 0)

$$T_i = \frac{A_i}{B_i \cdot C_i \cdot \eta_i}$$

T_i : アクティビティ i の所要時間 (day)
 A_i : " 総作業量 (m³・m²)
 B_i : " 歩掛り (m³/day・m²/day)
 C_i : " 投入資源数
 η_i : " 作業効率

②確定日で入力する方法(mode 1)

①の作業効率は、海上工事の場合外洋波浪の影響が大きく、またその影響も季節により異なるため、図-2に示す分布形(乱数により与える)を仮定して用いる。また陸上工事の各工種の作業効率は全て1.0とする。②の確定日で入力する方法はケーソン据

付等、その期間が一定の工種に対し適用される。

(3) 工期の計算は図-2に示す作業効率の乱数の始点を変化させ500回繰返し、工期の分布形を求める。

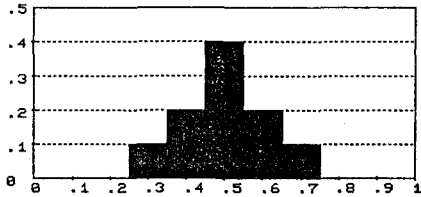


図-2. 海上工事の作業効率

(4) (3)の分布形より目標の工期を3種類設定し、各々の工期に対応する捨石材(基礎捨石・被覆捨石)の需要分布を求め、供給量との関係より工事期間中に需要量が供給量を超過しないようなストックヤードの必要面積を求める。

(5) 捨石材の供給量は、図-3に示すように捨石材採取場からの距離より決定され、工期全体に渡って一定である。

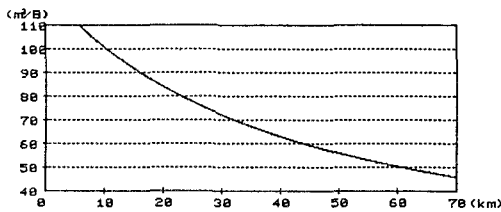


図-3. 捨石採取場までの距離と供給量

(6) 捨石材のストックヤード面積は最大ストック量(m^3) / 盛高3(m)より求めるものとする。

3. 計算結果

図-4は工期の分布形を表しており平均90日で標準偏差11.1日である。今、目標工期を112日($90 + 1.96\sigma$)、90日および68日($90 - 1.96\sigma$)の3種類を考え、捨石材の需要・供給量より捨石材のストックヤードの必要面積を求める。図-5は工期が112日の場合の捨石材の需要曲線を表わしている。図-5と図-3に示した供給量より計算されたストックヤードの面積を図-6に示す。図-6より、採取場までの距離の増大にともない(1日の供給量が減少)必要面積は大きくなり、目標工期が短くなる場合も同様にその必要面積が大きくなることがわかる。

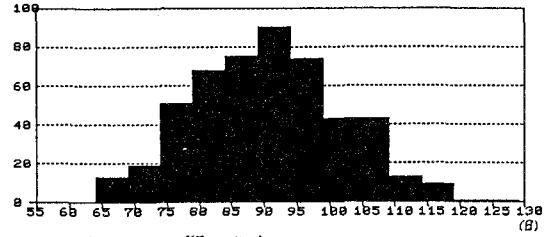


図-4. 工期の分布

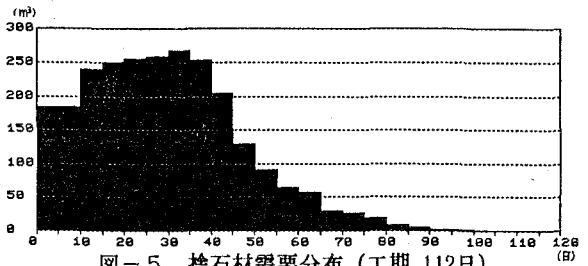


図-5. 捨石材需要分布(工期112日)

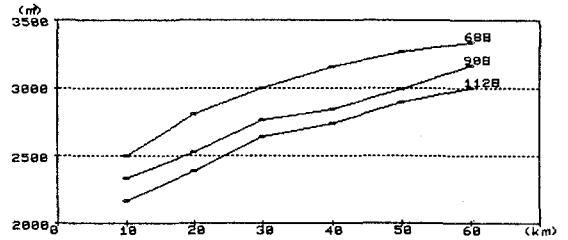


図-6. 目標工期と捨石材の

ストックヤード面積

4. 結論

本研究ではケーソン式防波堤工事と陸上工事の施工計画にPERTを適応した結果、次の点についてその有用性が確認された。

- ①海上工事と陸上工事との総合的施工計画を策定することにより、相互の関係が明らかになった。従って、工期も確率的に決定できる。
- ②海上工事に特に影響を与える波浪の影響が作業効率を用いることにより評価することが可能となった。
- ③捨石材の需給関係から、ストックヤードの必要積を計算することが可能となった。
- ④総合的施工計画を用いることにより、工程計画と資材計画の整合性を計ることが可能となった。