

土 木 研 究 所 資 料

建設工事における I E 手法の適用

(施工改善簡易評価手法の現場適用)

平成 8 年 3 月

建設省土木研究所	東北地方建設局	関東地方建設局
北陸地方建設局	中部地方建設局	近畿地方建設局
中国地方建設局	四国地方建設局	九州地方建設局
北海道開発局		

Copyright © (1996) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全文又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

建設工事における I E 手法の適用

(施工改善簡易評価手法の現場適用)

土木研究所材料施工部機械研究室
東北地方建設局道路部機械課
 ◇ 東北技術事務所
関東地方建設局道路部機械課
 ◇ 関東技術事務所
北陸地方建設局道路部機械課
 ◇ 北陸技術事務所
中部地方建設局道路部機械課
 ◇ 中部技術事務所
近畿地方建設局道路部機械課
 ◇ 近畿技術事務所
中国地方建設局道路部機械課
 ◇ 中国技術事務所
四国地方建設局道路部機械課
 ◇ 四国技術事務所
九州地方建設局道路部機械課
 ◇ 九州技術事務所
北海道開発局長官房機械課
 ◇ 建設機械工作所

要 旨

土木工事において「調査表の記入」という方法で「簡易」に、しかも「定量的」に「安全性」「苦渋性」「生産性」の改善活動が行える「簡易評価手法」を作成し、現場適用した。現場適用試験では、それぞれ施工の改善案が提案され、改善効果を確認することができた。

キーワード：I E 手法、施工改善、簡易評価手法、安全性、苦渋性、生産性

まえがき

近年の経済的・技術的な発展によって我が国の社会資本は増加しつつあり、その投資規模は欧米諸国に比べ高い水準で推移してきているが、その整備水準は欧米諸国に比べ立ち遅れており、経済規模に応じた豊かさを国民が実感できる快適かつ安全な質の高い国民生活の実現が求められている。

今後、社会資本整備を円滑に推進するにあたっては、建設産業における構造的な労働力不足、低い労働生産性と安全性等の改善策が重要な課題である。また、建設労働災害の防止や作業環境の改善等により、より安全で快適な魅力ある産業として労働力を確保することが重要な課題である。

以上のような背景を踏まえると、建設産業における施工において設計、工法、材料、機械といった幅広い分野を、生産性、安全性、苦労性等の観点から系統的・効率的に施工改善を実施する必要がある。さらに、現場の作業者まで施工改善に対する問題意識や改善意識を高め、改善のボトムアップ体制を図り、現場に浸透させていくことが重要である。

今までに、製造業の生産活動の改善を主に用いられてきた「I E (Industrial Engineering) 手法」を土木工事に適用し、「安全性」、「苦労性」、「生産性」の観点から土木工事における作業を定量的に把握し、その改善案を立案し、改善を実施した効果を定量的に評価できる手法を研究し確立してきた。しかし、これら一連のプロセスは、工種に共通するような比較的大規模な改善には非常に有効であると思えるが、かなり大掛りであるため、日や週単位程度の管理又は調査の中から見出される比較的小規模な改善に対しては適用しにくい。また、現場の作業者まで改善の意識改革を図ることができるような現場に密着した改善手法とは言い難い。

本資料は、「建設省技術研究会」において建設経済局建設機械課の指導により、土木研究所、各地方建設局および北海道開発局が平成6年度より2箇年計画で実施し、これら課題等を考慮し、現場で簡易に実施できる施工改善手法を提案し、その適用性について試験・評価し、とりまとめたものである。平成7年度は、平成6年度に提案した簡易評価手法（案）の改良案を作成し、現場適用試験により、簡易評価手法の有効性の検証、適用上の課題の整理を行った。

なお本報告書で適用した「簡易評価手法」については「土木工事施工改善の簡易評価手法に関する手引き（案）」土木研究所資料第3392号に詳細が記述されているので参考にされたい。

建設工事における I E 手法の適用（施工改善簡易評価手法の現場適用）

目 次

まえがき	
1. 概要	1
1.1 目的・概要	1
1.2 体制と全体計画	1
2. 土木工事への I E 手法の適用背景と効果	3
3. I E による土木工事施工改善手法の適用	5
3.1 I E による土木工事施工改善手法の手順	5
3.2 I E による土木工事施工改善手法の適用例	6
4. 簡易評価手法（案）	17
4.1 施工改善手法の適用	17
4.2 簡易評価手法（案）の手順	17
5. 簡易評価手法（案）の現場適用事例	21
5.1 現場適用の概要	21
5.2 安全性 路面補修工	22
5.3 苦渋性 アスファルト舗装工	24
5.4 生産性 芝張工	26
6. 簡易評価手法（案）の改良	28
6.1 簡易評価手法の課題	28
6.2 簡易評価手法（案）の改良	29
7. 施工改善の効果の確認	31
7.1 現場適用試験の概要	31
7.2 安全性 1 路面補修工	32
7.3 安全性 2 道路打換工	38
7.4 苦渋性 1 堤防除草工	46
7.5 苦渋性 2 芝張工	52
7.6 苦渋性 3 コンクリートブロック積工	58
7.7 生産性 1 築堤工	66
7.8 生産性 2 土工	72
7.9 生産性 3 側溝清掃工	78
7.10 生産性 4 道路排水工	86
7.11 まとめ	94
あとがき	96
参考文献	97
担当者名簿	98

1. 概要

1. 1 目的・概要

今後、社会資本整備を円滑に推進するにあたっては、建設事業における生産性の向上、苦渋性の低減や安全性の向上を図る等の建設工事の施工改善が不可欠である。従来、土木工事の施工改善は専門技術者や技能者の経験や知識に依存することが多く、客観的かつ系統的な施工改善は行われていなかった。それゆえ、「改善目標を立て、調査・分析を行いさらに改善効果を定量的に評価する」手法の確立が必要とされ、今までに I E 手法を適用して生産性、苦渋性、安全性の観点から土木工事における作業を定量的に分析し、客観的かつ系統的な施工改善ができる手法を研究し確立してきた。

しかし、これら一連のプロセスは、かなりの労力と時間を要するために、日や週単位程度での管理又は調査の中から見出させる比較的小規模な改善に対しでは適用しにくい傾向がある。また、現場の作業員レベルまで施工改善に対する問題意識や改善意識を高めることができるようなボトムアップ体制が今後重要であり、そのような現場に密着した改善には不向きにみえる。

本研究では、これら小規模な改善に対処し意識体制の改革を目指した簡便的な評価手法を開発し、その適用性・有効性について実工事に適用することにより評価し、提案として取りまとめた。平成 6 年度は小規模な改善を目的とした簡易評価手法（案）を作成し、有効性検証のためデータ収集・分析を行った。平成 7 年度は、このデータに基づき簡易評価手法の改良案を作成し、実工事に適用して実際に改善活動を行った。本報告では、I E 手法の適用背景と効果、簡易評価手法（案）、平成 6 年度の実工事適用試験の結果、簡易評価手法（案）の改良、平成 7 年度の実工事適用試験の結果について述べる。

1. 2 体制と全体計画

建設経済局建設機械課を主務として、土木研究所を取りまとめ担当して、各地方建設局が共同して研究を進めた。期間は平成 6 年度より 2 箇年とし、研究計画フローは図-1.2.1 に示すとおりである。

平成 6 年度は、I E 手法の土木工事への適用背景及び I E による土木工事の施工改善手法の現状等について調査し、簡易評価手法（案）を作成した。また、簡易評価手法（案）について現場適用試験を行い、手法の課題について整理した。

平成 7 年度は、平成 6 年度現場適用試験の結果にもとづき、簡易評価手法の改良案を作成し、現場適用試験を行った。さらに現場適用試験の結果にもとづき、簡易評価手法の適用性についてまとめ、マニュアルを作成した。

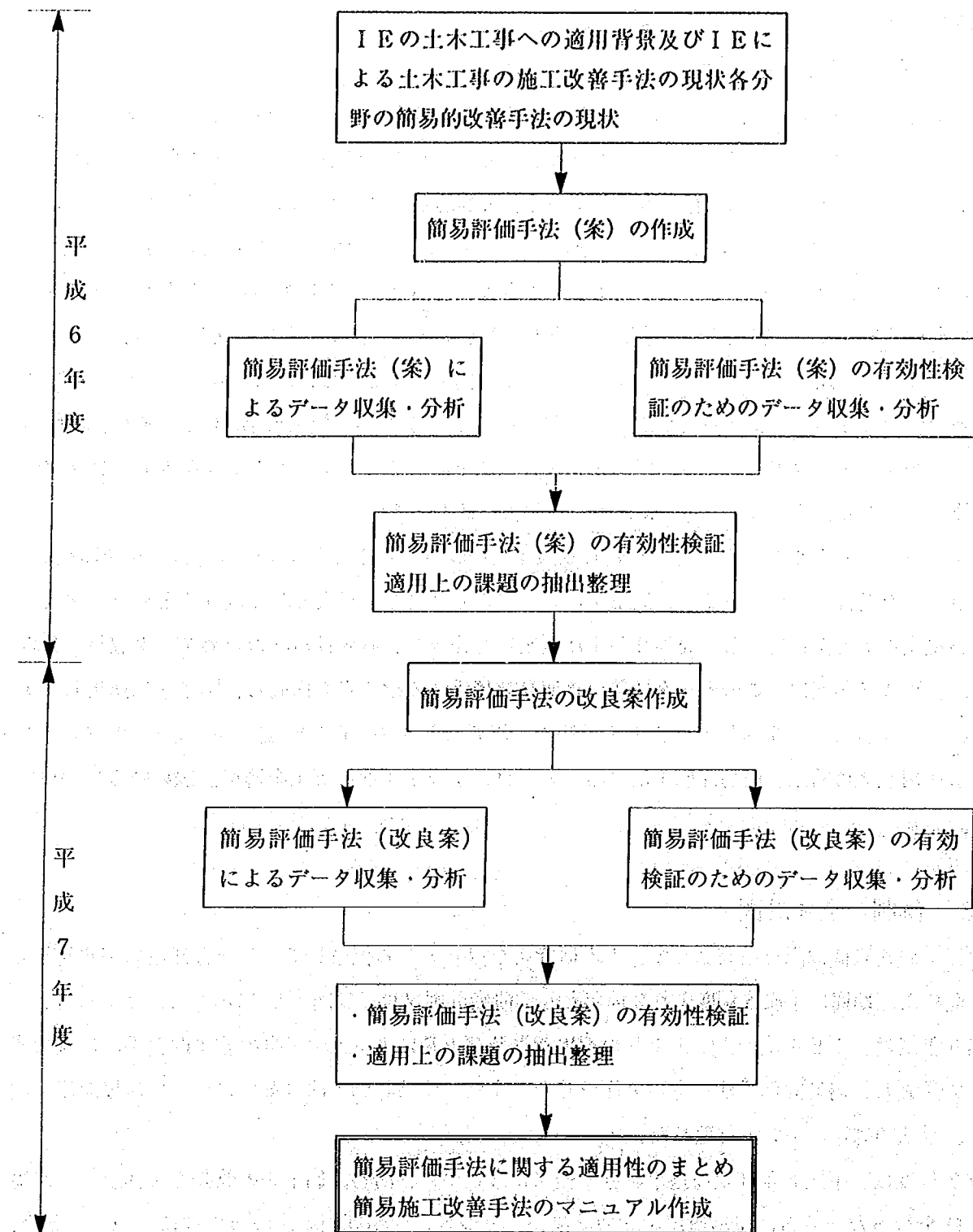


図-1.2.1 研究計画フロー

2. 土木工事への I E 手法の適用背景と効果

I E は、イギリスの産業革命による機械の製造が本格化してくることによって、生産性をいかに引き上げるかという最大の課題を背景にしてきて発展してきた。よって、製造業では古くから導入されてきており、多くの I E の手法が開発、適用されている。特に、電機、機械や自動車等の分野において、I E 手法の導入が進められ生産効率が飛躍的に改善された。また、適用されるレベルも工場の生産に関わる製造領域から、物流や品質に関する領域、さらには経営に関する領域にまで、I E が広く関係してきている。

建築業では、約 10～15 年前から作業現場の改善に I E の手法の適用が検討されてきた。特に、高層の建築物を中心として I E の適用の研究が行われ、作業や施工の管理、作業改善、機械化を目的として I E が有効活用されてきている。一方、建設業においては土木工事に多種多様な工種工法があり、また同じ工法においても、例えば夜間工事と昼間の工事とでは作業条件が大きく異なっているなど現場で異なるため、施工改善は、各工事現場の特性を十分熟知している専門的な技術者に依存して行われている（図-2.1）。

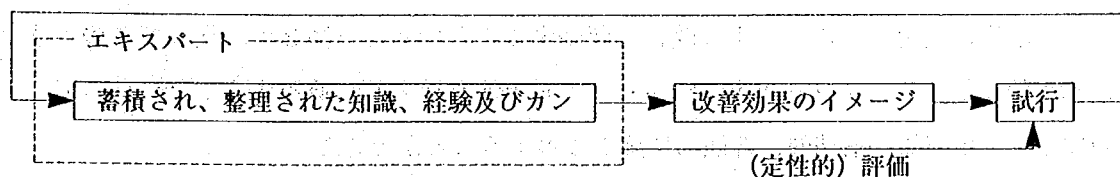


図-2.1 従来の施工改善の流れ

つまり、土木工事の施工改善は、従来より専門技術者や技能者の経験や知識に依存することが多く、必ずしも系統的な施工改善は行われていない。また、高まる施工改善のニーズに対して専門家は不足しており、専門家の知識や経験だけでは対応できる範囲が限定される場合があり、効率的かつ系統的な施工改善が求められている。

さらに施工改善の必要性として、以下の大きな課題が背景としてある。

- (1) 土木工事では、機械化が進み、一部では自動化・ロボット化も図られ、施工の効率化が進められているが、建設業の生産性の水準や伸びが他産業から比較すると低く、今後一層の省力化や合理化を進めていく必要がある。
- (2) 労働者の高齢化、熟練工の不足、若年労働者の現場離れおよび労働時間の短縮傾向など、今後労働力の供給が厳しくなり、このような環境の中で生産能力を維持、増強するには、生産性の向上は不可欠である。
- (3) 土木工事の特性から危険な環境で作業が行われている場合があり、災害や事故も多い。不安定な労働条件、気象条件等の下で行われる事も多く、より快適な労働条件に改善することが求められている。

(4) ジオフロント開発、海底トンネル工事、大型橋梁工事等、工事が大規模化、多様化する傾向にあり、従来にない効率的な工事能力が求められている。

(5) 工事の大規模化、長期化に伴い、投下資本の早期回収という面から工期の短縮のニーズが高まっている。

以上のような土木工事の課題は、次の3つに分類される。

- ①生産性の向上（工期の短縮、労働時間の短縮、人手不足対策、コスト低減、プレハブ化など）
- ②苦渋性の低減（作業環境の快適化、労働時間の短縮、人材確保、イメージアップなど）
- ③安全性の向上（労働災害の低減、若年労働者の確保など）

生産性の向上、苦渋性の低減、安全性の向上という土木工事の諸課題を解決するために、自動化、機械化などの対応策が一部で進められてはいるが、まだ、緒についてばかりであり、今後、積極的に施工改善を進めていく必要がある。

これら土木工事における生産性、苦渋性、安全性等の問題を解決するには、作業の問題点を定量的に把握し、改善案を立案し、改善を行いさらにその効果を定量的に評価するシステムチックな手法及び手続きを必要とする。

つまり、各現場で行われている作業内容を定量的に分析することにより問題点を明らかにし、立案した改善案を現場に適用することにより改善を評価することである（図-2.2）。従ってこのような改善手法は、基本的にIEのアプローチ方法であり、IE手法を導入し、適用することによって、これらの一連の作業を、効率的、系統的、客観的に施工改善することができる。

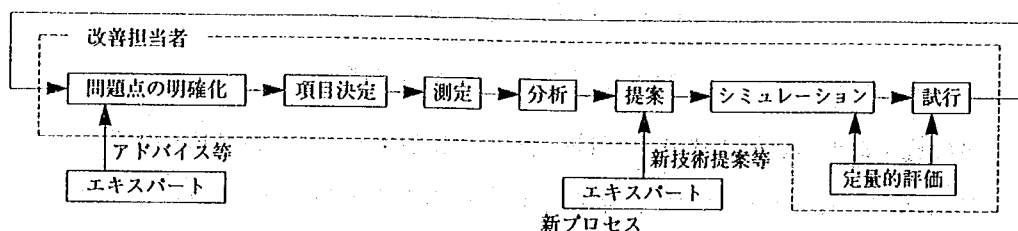


図-2.2 新しい施工改善の流れ

また、以上のような施工改善手法を利用することにより、以下の4つの利点がある。

- ①高度な専門的な知識がなくても改善を行うべきポイントが明確にできる。また専門家が、より効率的な改善を行うことができる。
- ②従来のように試行錯誤的に取り組むよりも、効率的に施工改善を行うことができる。また、システムチックに問題点の抽出を行うことができるために、設計、施工法、材料、機械といった幅広い分野を系統的に施工改善を行うことが可能である。
- ③問題点を定量的に評価することができることから、改善案を導入した場合の効果を事前に客観的に評価することも可能となる。
- ④施工改善に関するデータの集約、再利用化ができる。

3. IEによる土木工事施工改善手法の適用

3.1 IEによる土木工事施工改善手法の手順

土木工事の施工改善の基本プロセスは、つぎの3つのステップからなっている。(図-3.1.1)

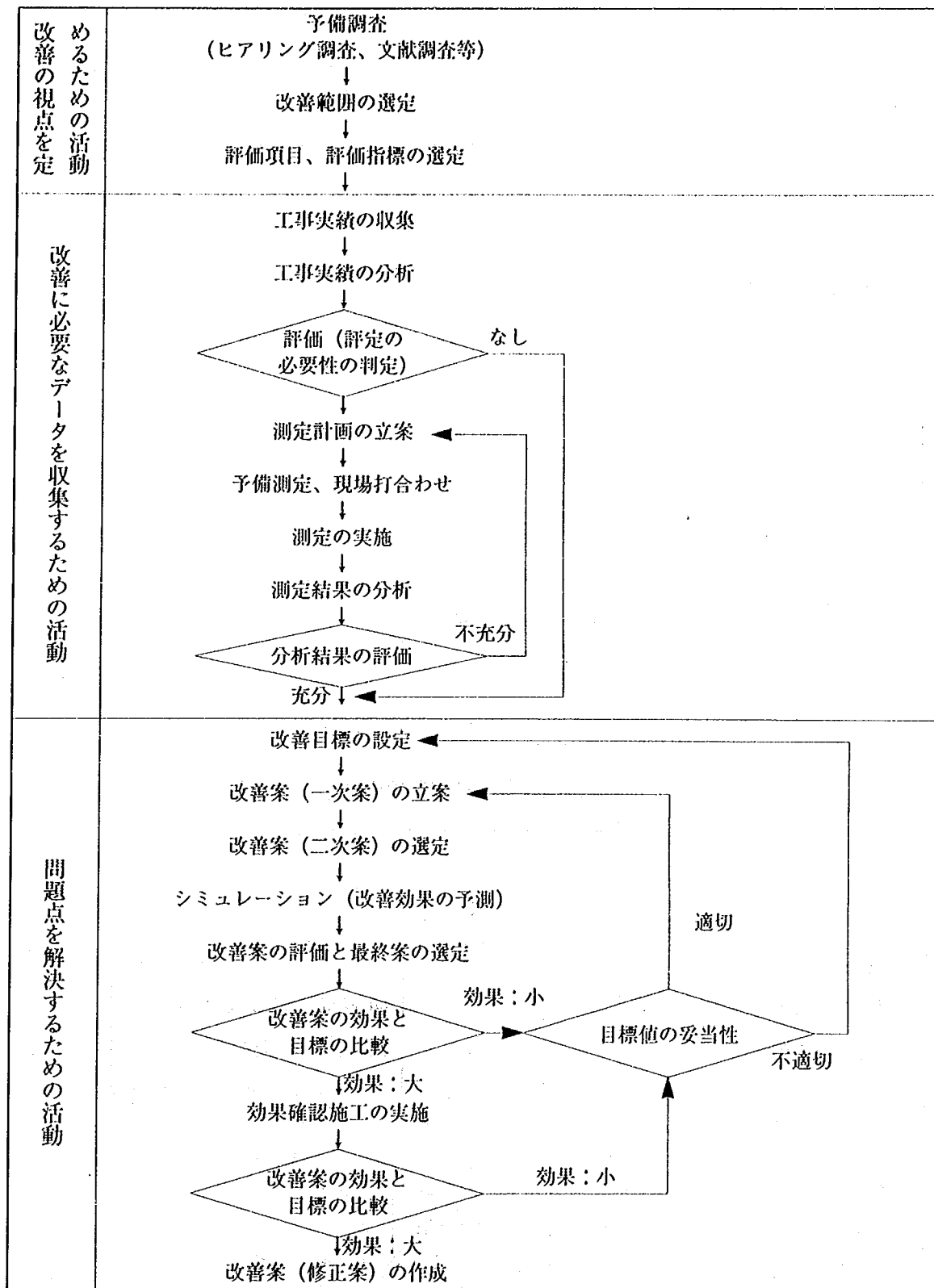


図-3.3.1 改善作業手順

3. 2 I Eによる土木工事施工改善手法の適用例

3.1においてI Eによる土木工事の施工改善手法の基本プロセスを紹介した。ここでは、その手法を用いて各地建で技術開発した機械等の施工工種の実工事に適用させ、その評価を行い、適用の有効性や課題などをまとめるものである。具体的には、従来施工の作業上の課題を生産性の向上（時間短縮、省力化・省人化）、苦渋性の低減、安全性の向上の視点から整理し、主たる改善目的を選定する。施工改善手法により、実工事を測定・分析することによって、定量的に従来施工の作業状況を把握し、問題点を抽出し、改善すべき箇所及び目標（値）を技術的実現性等を踏まえ設定する。また、開発機械を導入した場合において、同様に測定・分析を行い、定量的に開発機械による施工の作業状況を把握し、改善効果（値）を抽出し、従来施工（値）との比較及び改善目標（値）との比較等において、施工改善手法の適用の効果・有効性や適用上の課題など適用性に関する評価をとりまとめる。

なお、対象工種・評価フローは以下のとおり（図-3.2.1）である。

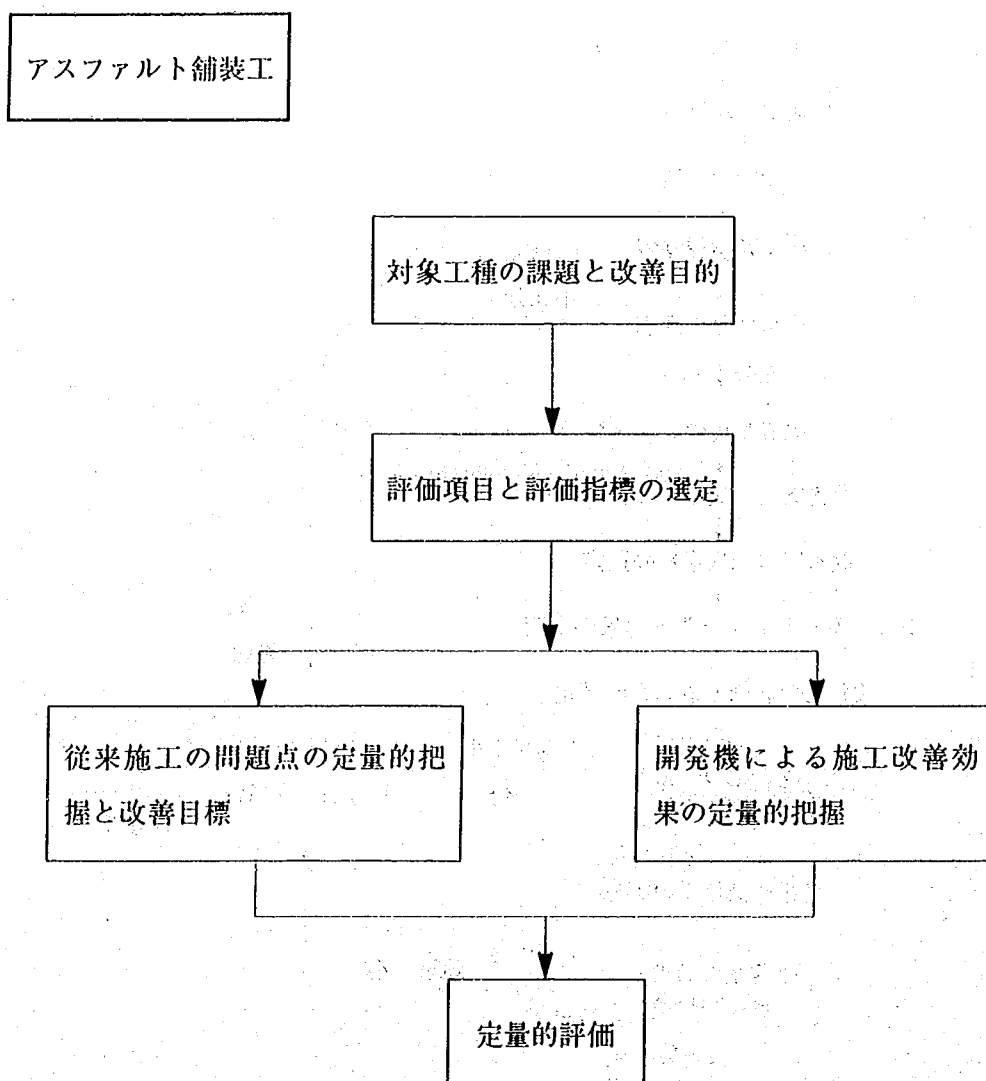


図-3.2.1 I Eによる土木工事施工改善手法での定量的評価

3. 2. 1 対象工種の概要

アスファルト舗装は全舗装延長の80%以上を占めており、今後とも舗装工事の大きなウエイトを占めると考えられる。舗装工事は改築と修繕に分れ、さらに修繕は打換や切削打換等に分かれるが、舗装作業の工程は基本的に同じである。

修繕舗装の場合、既設舗装の切削等を行った後に型枠をセットし乳剤散布後に、ダンプトラックで運搬されてきた110℃以上の加熱アスファルト混合物を、フィニッシャーで所定の厚さに敷均し、ローラ類で転圧するもので、工事は片側交互通行や車線規制を行って実施しているのが一般的である。

アスファルト舗装工の敷均しは、温度や使用材料の性状を考慮しながらmm単位の仕上がり精度を確保する必要があるため、オペレータ、スクリッドマン等の熟練作業員を必要とし、さらに、仕上がり精度確保のためレーキマン、スコップマン等の作業員を要するほか、ダンプ誘導員や清掃等の補助作業員も多く必要としており生産性向上のための省力化が望まれている。また、屋外の劣悪な現場条件での作業のため苦渋作業の改善も望まれている。



写真-3.2.1 舗装作業状況



写真-3.2.2 始点すり付け部作業状況

3. 2. 2 対象工種の改善視点

(1) 対象工種の課題と改善目的

アスファルト舗装工における改善の視点と改善の具体的課題を表3.2.1に示す。

フィニッシャのオペレータやスクリッドマンは、熟練作業のため養成に長期間を要し省力化が望まれている。さらに、レーキマン、スコップマンといった作業員は高齢化のうえに、屋外で移動しながら高温合材を処理する作業のため厳しい作業環境となっており省力化とともに苦渋性の低減を図る必要がある。

表3.2.1 改善の視点と改善課題

改善の視点		改善の具体的課題
生産性の向上	省力化	オペレータは合材供給調節やステアリング操作等を同時操作しており、スクリッドマンは舗装厚調整、スクリッド伸縮調整を行っておりいずれも熟練を要するが、熟練作業員の確保が困難となってきた。
		舗装工事は、オペレータ、スクリッドマン、レーキマン、スコップマン、誘導員等の多くの作業員を要しており生産性が低く、さらに高齢化も進んでいる。
苦渋性の低減		レーキマン、スコップマン等は、屋外の劣悪な現場条件で作業をおこなっており苦渋性が大きい。

(2) 評価項目と評価指標の選定

1) 省力化に関する評価項目

舗装作業における作業員の配置、作業時間、移動距離、作業回数等の評価指標を調査することにより各作業員の稼働率等の評価項目を明らかにし、舗装作業の省力化のための改善項目を明らかにする。

2) 苦渋性に関する評価項目

苦渋性については、作業員の作業時間とエネルギー代謝率を調査しエネルギー代謝の度合いを評価することにより、苦渋性低減の改善項目を明らかにする。

3) 改善の指標選定

省力化及び苦渋性の低減に関する評価項目と評価指標を選定したものを表3.2.2に示す。

表3.2.2 評価項目の選定結果

改善の目的	評価項目	評価指標
省力化	- 作業員配置 - 作業時間 - 実作業工数 - 移動距離 - 稼働率 - 作業頻度	- 必要作業員数 - 作業の所要時間 - 実作業時間の総和 - 移動距離 - 実作業時間／作業時間 - 作業の発生回数
苦渋性の低減	- 作業強度 - エネルギー代謝	- エネルギー代謝率 (RMR) - 作業時間×RMR

3. 2. 3 従来施工の問題点の定量的把握と改善目標

(1) 測定計画

1) 測定方法

測定方法は、省力化、苦渋性低減の評価項目に対して、時間研究、稼働分析、工程分析、生体負担の測定方法を選定した。なお、評価項目と測定方法の関係を表3.2.3に示す。

2) 測定対象

測定対象はオペレータ、スクリードマン、補助作業員からなる作業者を対象とし、アスファルト舗装工を工程レベル、単位作業レベル等に区分し、改善効果の高い数均し工程に焦点を絞って測定を行った。測定は、ダンプトラックでのアスファルト合材受入から、フィニッシャでの数均し、締固、スコップマン、レーキマン等による仕上げまでの一連の作業について測定した。また、作業効率の関係から作業開始すりつけの始点部、中間の通常作業の通常部、作業終了すりつけの終点部に区分して分析を行った。

表3.2.3 評価指標と測定方法の関係

改善目的	評価項目	評価指標	測定方法				測定項目
			時間研究	稼働分析	工程分析	生体負担	
省力化	作業員数	必要な作業員数	○				作業者の総数 行程開始、終了時刻 作業開始、終了時刻 移動開始、終了場所 作業開始、終了時刻 作業発生回数
	作業時間	作業の所要時間	○				
	実作業工数	実作業時間の総和	○				
	移動距離	移動距離			○		
	稼働率	実作業時間／作業時間		○			
	作業頻度	作業の発生回数	○				
苦渋性の低減	作業強度	エネルギー代謝率 (RMR)				○	エネルギー代謝率 エネルギー代謝度合
	エネルギー代謝	作業時間×RMR	○			○	

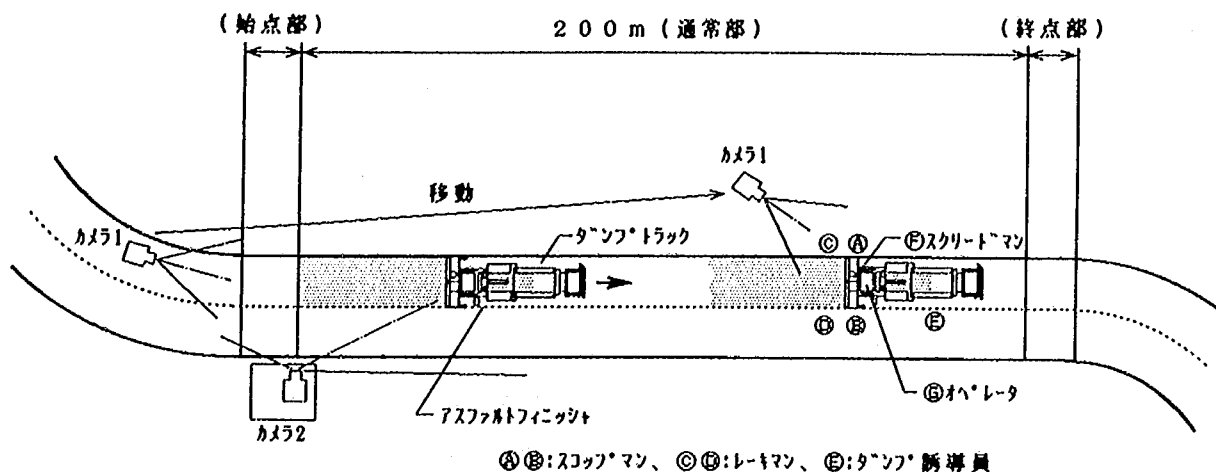


図3.2.2 作業測定図（下り車線施工）

3) 測定手段

現地における測定は、図3.2.2のように舗装工事現場にビデオカメラ2台を設置し、一連の作業について作業時間、作業回数等をビデオ・メモーション等により測定した。測定区間は仙台工事事務所管内国道47号の83.0～83.2km地点で、施工延長200m、幅員6.5mの舗装工事について測定した。

また、オペレータとスクリードマンについては、別途フィニッシャに設置したビデオカメラにより同様の方法で測定した。

(2) 測定結果の分析及び改善目標

分析は、ビデオ・メモーション等で測定し、一定時間内における作業時間、移動距離、作業回数等の一連の測定項目から、時間研究、工程分析、生体負担分析等により作業効率や移動効率等の定量的な評価指標を分析し、具体的な改善目標を検討した。

1) 補助作業員の時間研究等

表3.2.4 従来機による補助作業員の時間研究結果

舗装の敷均し工程におけるスコップマン等の補助作業員全体について、作業時間の測定から時間研究を行った結果を表3.2.4に示す。

区 分 項 目		下り車線			上り車線		
		始点部	通常部	終点部	始点部	通常部	終点部
作業所要時間	a	1680秒	900秒	720秒	1620秒	960秒	900秒
作業員配置数	—	10人	7人	13人	16人	8人	10人
実作業延時間	b	1285秒	1447秒	1387秒	2456秒	4505秒	1344秒
最小要員数	b/a	1人	2人	2人	2人	5人	2人

時間研究結果から最大要員数が16名で作業しているのに対して、単純に実作業工数から必要人員を求めると2人でも間に合うということが明らかになり、このことから省力化の改善性

表3.2.5 スコップン等の作業時間・移動距離

作 業 員 名		作業時間	移動距離
スコップマン	A	34 (秒)	48 (m)
	B	100	48
レーキマン	A	293	28
	B	298	28

が高いと推定できる。

さらに、細部について分析した結果、スコップ作業やレーキ作業の割合が多く改善性の高い作業であることが明かとなった。また、敷均し工程における作業員の作業移動距離とに対する総移動距離の割合である関連度について分析した結果からもスコップマンの関連度が50%以下と低く作業の効率化を図る必要があると考えられる。なお、スコップマン等とレーキマンの作業時間と移動距離を測定した結果を表-3.2.5に示す。

2) オペレータの時間研究等

オペレータの作業内容と作業時間について測定した結果によると、オペレータの右手は合材供給と操向調整作業に90%を費やしている。また、左手も操向調整、合材供給に約90%を費やしており、特に操作回数的に合材供給操作を頻繁に行っていることが明かとなった。これらのことからオペレータの作業を軽減して省力化を図るためには、操向操作軽減のためのステアリング自動化や合材供給自動化が必要であることが明らかとなった。なお、オペレータの時間研究結果を表-3.2.6に示す。

表-3.2.6 従来機によるオペレータの時間研究

作業内容		作業時間	構成比
右 手	右フィーダ・スクリュウ	23 (秒)	46 (%)
	右 操 向 調 整	15	30
	走 行 速 度 調 整	7	14
	前 後 進 ス イ ッ チ	4	8
	駐 車 ブ レ ー キ 解 除	1	2
	合 計	50	100
左 手	左 操 向 調 整	69	27
	右 操 向 調 整	69	27
	左フィーダ・スクリュウ	49	19
	右フィーダ・スクリュウ	39	15
	右スクリュウ伸縮スイッチ	19	8
	左スクリュウ伸縮スイッチ	6	2
	ク ラ ク シ ョ ン	4	1
	そ の 他	4	1
合 計		259	100

3) スクリードマンの時間研究等

スクリードマンの作業回数と作業時間について測定分析した結果を表-3.2.7に示す。スクリードマンは舗装厚等の監視に要している時間が最も多く、監視のために舗装両端間を移動している時間移動、舗装厚チェックの順となっている。特に回数的には舗装厚等を頻繁にチェックしており舗装厚管理の自動化が必要であることが明かとなった。

表-3.2.7 スクリードマンの作業時間

作業内容	作業時間	構成比
監 視	448 (秒)	69 (%)
移 動	81	13
舗 装 厚 チェック	62	10
右 ピ ボ ッ ト 操 作	23	4
左 ピ ボ ッ ト 操 作	17	3
そ の 他	17	3
合 計	648	100

4) 連合分析

補助作業員の稼働率について、機械や他の作業との関連も考慮して総合評価した連合分析結果を表-3.2.8に示す。この結果によると稼働率が職種に差があり、さらに細部について分析すると敷均し精度により稼働率が変化しており、フィニッシャの安定した敷均し精度が必要であることが明かとなった。

表-3.2.8 従来機による連合分析

区 分		稼 働 率 (%)	
作業員名			
オペレータ	右 手	8	(総合) 100
	頭 部	100	
	左 手	41	
スクリードマン		100	
スコップマン (平均)		16	
レーキマン (平均)		70	

5) 補助作業員の生体負担

表-3.2.9 舗装作業のエネルギー代謝率の設定

作業名	RMR値	参考にした作業のRMR
スコップ	6.5	泥の掻き寄せ (6.0)、石炭掻き寄せ (7.0)
レーキ	6.0	スコップ練り (6.0)
歩行	2.1	歩行 (70m/分) (2.1)

補助作業における苦渋度を検討するために、作業時間とエネルギー代謝率（RMR）を乗じたものを苦渋性の評価指標として分析した結果を表-3.2.10に示す。分析結果からスコップ作業よりレーキ作業の苦渋度が相対的に高くなっている。また、1人当たりの苦渋度についても他の補助作業と比較してスコップマン、レーキマンの苦渋度が高くなっており、これらの作業の改善を図る必要がある。

表-3.2.10 従来機によるスコップマン等の苦渋度

区 分 作業員名		作業時間苦渋度			歩行苦渋度			苦渋度 計
		作業時間	RMR	苦渋度	歩行時間	RMR	苦渋度	
スコップマン	A	0.57	6.5	3.71	0.60	2.1	1.26	4.97
	B	1.67	6.5	10.86	0.36	2.1	0.76	11.62
レーキマン	A	4.88	6.0	29.28	0	2.1	0	29.28
	B	4.97	6.0	29.82	0	2.1	0	29.82

6) 改善目標

前述の測定分析結果から改善目標は次のとおりとした。

- ① ステアリング操作と合材供給の自動化を行い、オペレータの操作軽減と省力化を図るとともに、舗装厚管理及びスクリードの伸縮操作の自動化を行い、スクリードマンの100%省力化を図る。
- ② 合材供給やスクリード伸縮の自動化により精度の高い安定した敷均しを行うことにより、スコップマン、レーキマンについては省力化と苦渋性の50%改善を図る。さらに、ダンプトラック誘導の自動化を行い誘導員の100%省力化を行う。

3. 2. 4 開発機による施工改善効果の定量的把握

(1) 開発機の概要

開発したアスファルトフィニッシャは、省力化・苦渋性低減を図るために次の5要素の新技术を装備したものである。

1) 合材の自動供給装置

スクリードに設置した超音波センサにより、合材量を供給するバーフィード、スクリュコンベアを自動化したもので、オペレータの複雑な操作をなくし省力化を図るとともに、敷均し精度を安定させ、スコップマン、レーキマン等の省力化を図る。

2) 舗装厚の自動管理・自動制御

フィニッシャの端部に設置した超音波センサ等により、敷均し厚さを常時計測し、スクリードの高さを自動調整するもので、スクリードマンの作業を省力化するものである。

また、舗装厚さを自動管理し舗装厚計測作業の省力化も行う。

3) スクリードの自動伸縮

ロードアイと呼ぶレーザー投光器とCCDカメラを組み合わせた特殊センサにより、舗装線を検知して、スクリードを自動伸縮し所定の幅に合材を敷均すものである。

4) ステアリングの自動化

ロードアイにより舗装線を検知し、ステアリングの操作をファジイ制御により自動化し、オペレータのハンドル操作を省力化するものである。

5) 合材受入れの半自動化

フィニッシャとダンプトラックの距離等をセンサにより検知し、ダンプ誘導や合材排出をサインボードによりダンプ運転手に指示し、ダンプ誘導員の省力化を図るものである。

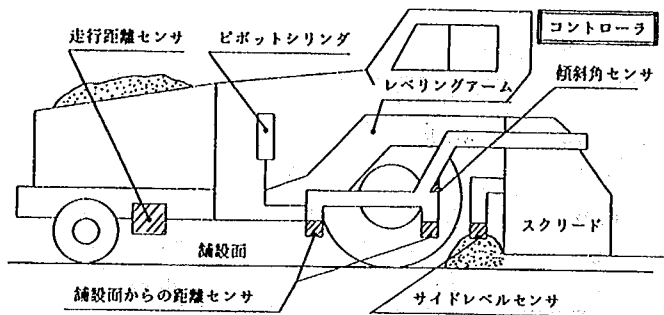


図3.2.3 舗装厚自動制御

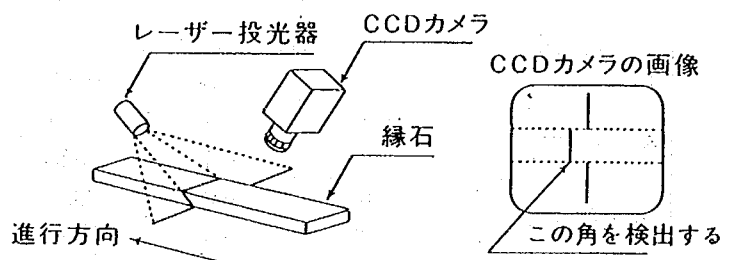


図3.2.4 ロードアイによるスクリード自動伸縮制御

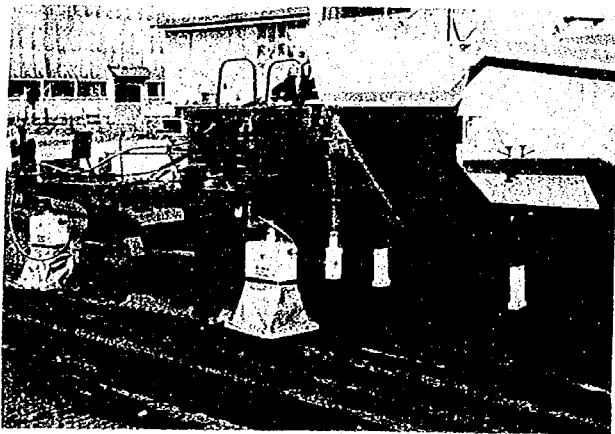


写真3.2.3 ロードアイによる自動制御状況



写真3.2.4 開発機による施工状況

(2) 測定計画

測定は、基本的に従来工法について測定した方法と同様に、フィニッシャによる一連の敷均し工程について一定時間の測定項目を測定し評価指標を分析した。ただし、測定は、開発機の効果を確認するためスクリードマンとダンプ誘導員を待機させて測定した。なお、オペレータについては、開発の2要素技術のみを装備した場合の測定であり、スコップマンとレーキマンについては、5要素技術をすべて装備した場合の開発機による施工について測定した。

測定手段についても同様に舗装工事の現場にビデオカメラを設置し、ビデオメモーションにより記録したものを時間研究等により測定した。また、オペレータについては図-3.2.5のように、フィニッシャに設置したビデオカメラで撮影し測定を行った。

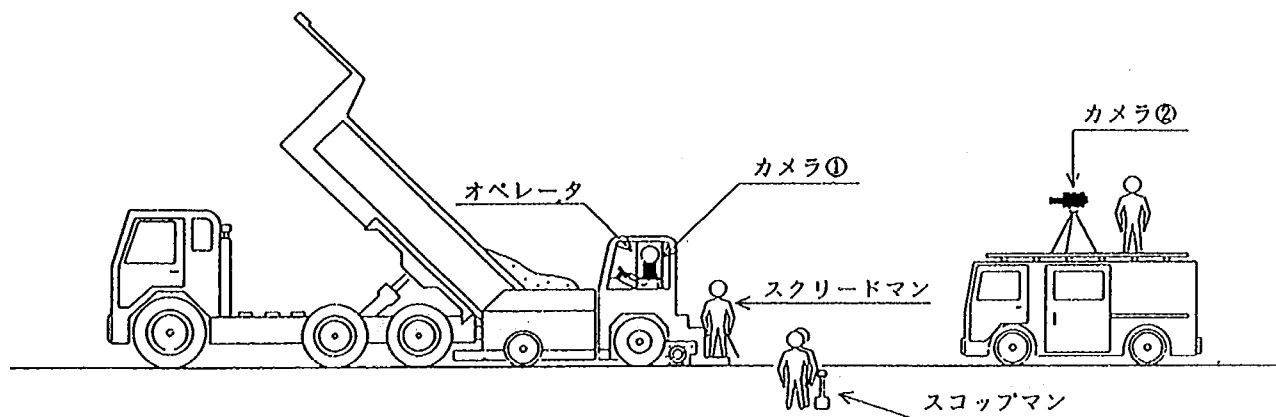


図-3.2.5 測定状況

(3) 測定結果の分析

1) 補助作業員の時間研究・工程分析

開発機による舗装の敷均し工程において、スコップマン、レーキマンの作業時間、移動距離を測定した結果を表-3.2.11に示す。測定結果ではスコップマンについては1人で作業しており作業時間もゼロとなっており、レーキマンについても2人のうち1人は作業時間がゼロとなっている。また、移動距離の測定結果では3人の移動距離が平均化されていることが明らかとなった。

表-3.2.11 スコップマン等の作業時間・移動距離

作業員名		作業時間	移動距離
スコップマン	A	0 (秒)	22 (m)
	B	—	—
レーキマン	A	0	24
	B	327	27

2) オペレータ等の時間研究

オペレータの時間研究結果を表-3.2.12に示す。分析結果によると作業時間としては、自動・手動の切換や速度調整の割合が多くなっている。

また、スクリードマンについては舗装厚管理と合材供給を自動化することにより、100%の省力化が図られた。

3) 補助作業員の生体負担（苦渋度）

スコップマンとレーキマンの生体負担（苦渋

表-3.2.12 開発機によるオペレータの時間研究

作業内容		作業時間	構成比
右手	走行速度調整	16 (秒)	73 (%)
	前後進スイッチ	1	4
	アクセルレバー	3	14
	左ゼロ調整	2	9
	合計	22	100
左手	左フィーダ・自動切換	7	23
	右フィーダ・自動切換	7	23
	左ゼロ調整	8	27
	右ゼロ調整	4	13.5
	ホッパ調整	4	13.5
	合計	30	100

度)について測定分析し比較した結果は表-3.2.13のとおりであり、レーキマン1人、スコップマン1人の苦渋性が殆どゼロになっていることが明かとなった。

表-3.2.13 開発機によるスコップマン等の苦渋度

区 分 作業員名		作業時間苦渋度			歩行苦渋度			苦渋度 計
		作業時間	RMR	苦渋度	歩行時間	RMR	苦渋度	
スコップマン	A	0	6.5	0	0.32	2.1	0.67	1
	B	—	—	—	—	—	—	—
レーキマン	A	0	6.0	0	0.36	2.1	0.76	1
	B	5.45	6.0	32.7	0.10	2.1	0.21	33

4) 連合分析

開発機による場合の各作業員の稼働率について総合的に評価し連合分析した結果を表-3.2.14に示す。この結果から、スコップマンの稼働率がゼロとなっていることが明かとなった。

表-3.2.14 開発機による連合分析

区 分 作業員名		稼 働 率 (%)	
		右 手	左 手
オペレータ	頭 部	4	99
	左 手	99	5
	右 手	5	99
スクリードマン		—	
スコップマン (平均)		0	
レーキマン (平均)		39	

3. 2. 5 定量的評価

(1) 従来機と開発機の施工による施工の定量的評価

従来機と開発機について測定項目を定量的評価したものを表-3.2.15から表-3.2.17に示す。

1) 補助作業員の時間研究・工程分析

補助作業員のうち特に改善目標としたスコップマン、レーキマンの作業時間、移動距離を評価すると、スコップマンについては100%、レーキマンについても45%の作業時間を削減改善出来たことになる。また、移動距離の工程分析では平均でスコップマン77%、レーキマン8%改善されていることが明かとなった。

2) オペレータ等の時間研究

オペレータの作業時間については80%以上改善されており、スクリードマンについても舗装厚管理と合材供給を自動化することにより100%の省力化が図られた。

表-3.2.15 スコップマン等の改善率

区 分 作業員名		時間研究の改善			工程分析の改善率			苦渋度の改善率		
		作業時間 (秒)		改善率 (%)	移動距離 (m)		改善率 (%)	苦 渋 度		改善率 (%)
		従来機	開発機		従来機	開発機		従来機	開発機	
スコップマン	A	34	0	100	48	22	54	5	1	80
	B	100	—	100	48	—	100	12	—	100
レーキマン	A	293	0	100	28	24	14	29	1	97
	B	298	327	△10	28	27	4	30	33	△10

表-3.2.16 オペレータの改善率

区 分 作業内容	作業時間 (秒)		差 (秒)	改善率 (%)
	従来機 : a	開発機 : b	c : (a - b)	c / a
右手操作作業	5 0	2 2	2 8	5 6
左手操作作業	2 5 9	3 0	2 2 9	8 8
合 計	3 0 9	5 2	2 5 7	8 3

表-3.2.17 オペレータの改善率

区 分 作業内容		稼働率 (%)				差 (秒)		改善率 (%)	
		従来機 : a		開発機 : b		c : (a - b)		c / a	
オペレータ	右 手	8	(総合) 1 0 0	4	(総合) 9 9	4	(総合) 1	5 0	(総合) 1
	頭 部	1 0 0		9 9		1		1	
	左 手	4 1		5		3 6		8 8	
スクリードマン		1 0 0		—		1 0 0		1 0 0	
スコップマン (平均)		1 6		0		1 6		1 0 0	
レーキマン (平均)		7 0		3 9		3 1		4 4	

3) 補助作業員の生体負担 (苦渋度)

スコップマンとレーキマンの生体負担 (苦渋度) については、レーキマンは平均40%の改善率にとどまったが、スコップマンは平均90%の改善率であり、大幅に苦渋性を改善していることが明らかとなった。

4) 連合分析による稼働率評価

開発機による場合の各作業員の稼働率について総合的に評価し比較した結果から、オペレータについては1%の改善率にとどまっているが、スコップマンは100%、レーキマンについては70%以上の改善が図られたことが明かとなった。

(2) 改善目標と改善効果の定量的評価

開発機では、スクリードマン100%、スコップマン100%、レーキマン44%の省力化が可能であり、省力化の改善目標に対しては100%目標を達成できた。また、苦渋性については、スコップマンとレーキマンに限定されるが90%の改善が図られており、改善目標を達成することができた。

(3) 総合評価

従来機と開発機による舗装施工を総体的に評価すると表-3.2.18のようになる。従来工法によるフィニッシャの舗装作業は、施工量1000m²で7.8人を要するが、開発機の施工では4.7人で可能であると評価され40%の改善が図られると考えられる。

しかし、開発機での試験施工の結果によると、舗装作業開始及び終了のすりつけ部については、短時間であるが従来工法と同様の補助作業員の配置を必要とする場合があり、また、側部のすりつけを

要するような現場条件によっては自動化の効果が発揮できない可能性があり、今後さらに自動化の完成度を高めていく必要があると考える。

表3.2.18 従来機と開発機による定量的評価（施工区分：C、施工量：1000m²）

区 分 作業内容		従来機施工：a		改善目標：b		開発機施工：c		改善率 (a-c)/a (%)	目標達成 1/(c/b) (%)
		工数	評価（基準参照）	工数	目標	工数	評価		
特殊運転手	オペレータ	1.4	$=0.28(\text{人}/\text{h}) \times 5.1(\text{h}/1000\text{m}^2)$	1.4	—	1.4	従来同等	0	—
特殊作業員	スクリーダマン	1.4	特殊作業員=3.2人/1000m ² スクリーダマン=オペレータ相当=1.4人 その他=3.2人-1.4人=1.8人	0	100%	0	100%改善	43	100
	その他	1.8		1.8	—	1.8	従来同等		
普通作業員	スコップマン	1.0	普通作業員計=3.2人/1000m ² 表4の上り通常部構成比参考 スコップマン=3.2人×32%=1.0人 レーキマン=3.2人×32%=1.0人 その他=3.2人-2人=1.0人	0.5	50%	0	100%改善	53	100
	レーキマン	1.0		0.5	50%	0.3	70%改善		
	その他	1.2		0.6	50%	1.2	従来同等		
合 計		7.8	—	4.8	—	4.7	—	40	100

4. 簡易評価手法（案）

4. 1 施工改善手法の適用

簡易評価手法は、土木工事の施工改善において、日単位、週単位で改善を行うことを目的として、従来の I E 手法を補完する目的で作成した。図4.1.1に現場の施工水準と手法の関係を示す。

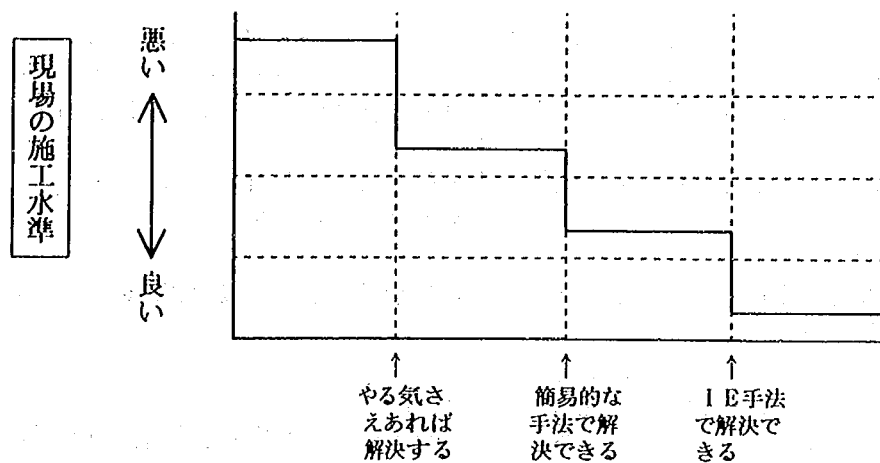


図4.1.1 現場の施工水準と手法の関係

4. 2 簡易評価手法（案）の手順

簡易評価手法は、専用の測定機器やビデオカメラを使用せず、現場の工事監督や作業員が記入した調査表を分析して問題点を明確にし、彼らを交えて改善案を検討することを基本としている。表4.2.1に安全性の実施手順の例を示す。苦労性、生産性も同様である。

表4.2.1 簡易評価手法の実施手順（安全性）の例

作成資料	内容	目的
①安全チェックシート	データ収集	問題点を明確にするためのデータ収集
↓		
②データ分析	グラフ等	取り組むべき問題の候補を見つける
↓		
③改善課題選定表	問題点の評価	取り組むべき問題の絞り込み
↓		
④5W法	原因分析	原因分析により問題解決の糸口を探す
↓		
⑤改善案	改善案	改善案の候補を考案する
↓		
⑥改善案評価表	改善案の評価	実施すべき改善を決定する

各作成資料について簡単に説明する。

①チェックシート

施工の問題点を明らかにするため作成する。簡易評価手法では、安全性、苦渋性、生産性それぞれに専用の様式を用意してある。表4.2.2はその概要である。

表4.2.2 チェックシート概要

	記入様式	記入者	記入内容
安全性	安全チェックシート	作業者	事故に結びつく不安全な要因、対策
	不安全率チェックシート	職長	各作業者の作業内容、不安全要因（ランダムサンプリング）
苦渋性	疲労自覚症状日別チェックシート	作業者	始業前と作業終了後の苦渋の内容、程度
生産性	作業日報	職長	時刻ごとの作業内容、作業停止内容
	運行日報	作業者 オペレータ	時刻ごとの作業内容、作業停止内容

②データ分析

「チェックシート」のデータを度数グラフ、パレート図等で解析し、取り組むべき問題の候補を見つける。簡易評価手法では、作成するグラフの例を示してある。図4.2.1は生産性のパレート図の例である。このように視覚化することによって問題のウェートが感覚的にわかる。

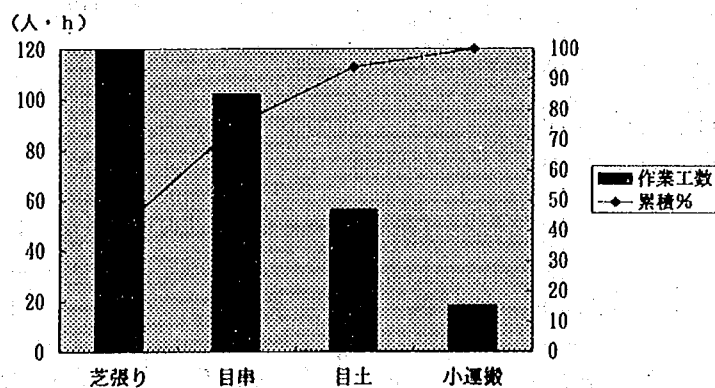


図4.2.1 パレート図の例

③「改善課題選定表」

「改善課題選定表」では、「改善すべき必要性」（緊急性、他の現場との共通性）、「改善効果」「改善に要する期間」（決められた活動範囲内で解決できるか）「簡易評価手法の適用性」（簡易評価手法で改善活動ができるか）を3段階で評価し、取り組むべき問題点を絞り込む。図4.2.2は改善改題選定表の記入例である。

問題点	評価項目	現場にとって改善すべき必要の程度はどうか。 ・今すぐやらなければ問題が きくなる。 ・他の現場でもよくある問題 ので改善案が使える。 (共通性)	その問題が解決できた場合、 どの程度の成果が期待できる か。 ・時間短縮、省人化、省力化 ・安全性の向上 ・苦渋性の低減 ・改善意欲や理解の向上	決められた活動期間内で解決 できる問題かどうか。	問題点を解決する際に簡易 評価手法が十分に活用でき るかどうか。	総 合 判 定
	評価項目	1. やや必要がある 2. 必要がある 3. 非常に必要がある	1. やや効果がある 2. 効果がある 3. 非常に効果がある	1. 解決できない 2. 解決できる可能性有り 3. 十分に解決できる	1. 活用できない 2. 活用できる 3. 十分に活用できる	
スクリードの横に出てくる合材を スcoopでかき出す作業の繰り返し が多いため苦渋の問題がある。	評点	1・2・③	1・②・3	1・②・3	1・②・3	9

図4.2.2 改善課題選定表の記入例

④ 5W法

有効な改善案を得るには、問題となる原因を多面的に分析しておく必要がある。簡易評価手法では、5W法によって「人」「建設機械」「作業方法」「機材」「作業環境」の要素について「なに」「いつ」「どこ」「だれ」「どのように」の疑問詞に対して問いかけながら原因を追求する。図4.2.2は5W法の例である。このように樹木構造の分析図を作成する。

⑤ 改善案

問題点が明確になったら、改善案を検討する。改善案の善し悪しは、検討する者の経験、資質に左右されることが大きい。有効な改善案を得るには、できるだけ、多数が、できるだけ機会をたくさん設けて検討することが大切である。

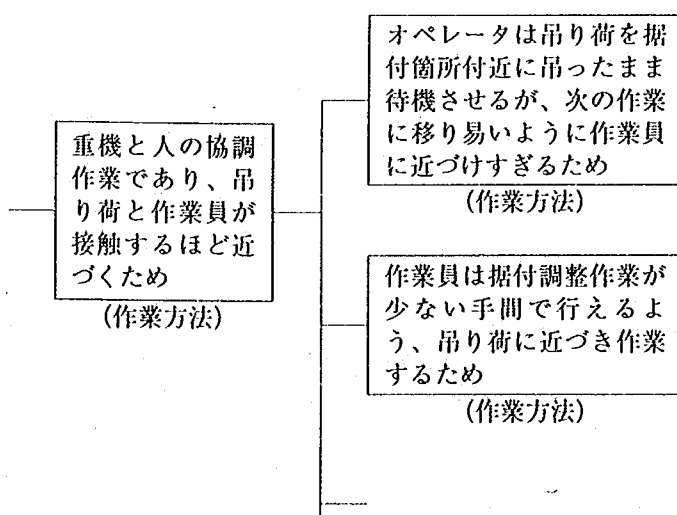


図4.2.2 5W法の適用例



図4.2.3 改善案の検討

⑥「改善案評価表」で「安全性」「品質」「生産性」「苦渋性」「環境」「技術的実現性」を評価し採択する改善案を決定する。これは改善項目の如何によらず行うもので、例えば「安全性」の改善案でも「生産性」「苦渋性」の問題が発生しないか否かを検討する。場あたりの改善では、このような多面

的な評価がおろそかになりがちであるが、「改善案評価表」は、改善案の副作用を未然にチェックする役割がある。図4.2.4は「改善案評価表」の記入例である。

5W法による最終原因	改善案	評価項目							
		安全性	品質	生産性	苦渋性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
オペレーターの座席の高さの関係で振り向いた方向と逆の下側に死角が生ずる。 (特に重機の後退時)	一定間隔ごとに鏡を設置し、死角をできる限り減らす。	◎	△ 現状同じ	○	○	△ 現状同じ	◎	◎	○
投光距離に適した投光機の台数になっていない。	バックホウにライトを取り付け、作業部位への照明は投光機に頼らないようにする。	◎	△ 現状同じ	○ コスト高	○	△ 現状同じ	△	○	○
	投光機を増設し、作業場所全体を明るくする。特に作業部位の照明を強化する。	◎	△ 現状同じ	○ コスト高	○	△	△	◎	◎

図4.2.4 改善案評価表の記入例

5. 簡易評価手法の現場適用事例

5. 1 現場適用の概要

簡易評価手法の適用の有効性や課題を評価するために地方建設局および北海道開発局において平成6年度に現場適用試験を行った。表-5.1.1は現場適用試験の一覧表である。5. 2～5. 4では、安全性、苦渋性、生産性の適用事例を示す。

表-5.1.1 現場適用試験

地方建設局等名	工 種	改 善 項 目
東北地方建設局	路面補修工	安全性
関東地方建設局	築堤工	生産性
北陸地方建設局	除雪工	安全性、苦渋性
中部地方建設局	アスファルト舗装工	苦渋性
近畿地方建設局	道路打換工	安全性、苦渋性
中国地方建設局	コンクリートブロック張工	苦渋性
四国地方建設局	側溝清掃工	生産性
九州地方建設局	コンクリートブロック張工	安全性、苦渋性
北海道開発局	インバート工（トンネル）	安全性、苦渋性

5. 2 安全性

5. 2. 1 適用事例の対象工種概要

安全性の適用事例として路面補修工を採用した。

本工種現道の舗装面の局部的損傷箇所に対して補修（パッチング）を行うものであり、作業班は現場到着後次の手順で行う。

(1) 交通整理員の配置

(2) 安全施設の設置

①立て看板の設置

②セーフティーコーンの設置

(3) 補修箇所マーキング

(4) 舗設

①損傷箇所ブレードカッティング

②旧アスファルト除去

③アスファルト乳剤散布

④アスファルト敷均し

⑤締め固め

(5) 安全施設の撤去

①セーフティーコーンの撤去

②立て看板の撤去

(6) 交通整理員撤退

5. 2. 2 安全性の問題点

(1) データ分析結果

安全チェックシートによる調査により、安全性の問題点について、要因別に抽出した結果は「現場の車両交通量」の63件（全体に占める割合41%）を最大に図-5.2.1のとおりである。

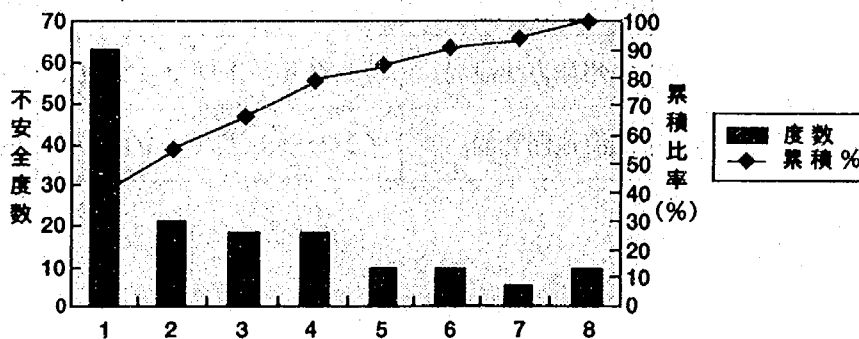
(2) 改善課題の選定

改善課題として「作業時の交通に対して不安全性が高いことと、騒音の問題がある」他3点が挙げられた。

改善課題について「改善すべき必要性」「期待される効果度合」「活動期間内の範囲」を「改善課題選定表」により評価した結果、最重要問題点として「作業時の交通に対して不安全性が高いことと、騒音の問題がある」を選定した。



写真5.2.1 路面補修作業状況



番号	要因
1	現場の車両交通量
2	危険な場所への接近
3	騒音
4	防護柵、立入禁止板等の設置
5	合図・確認の不徹底
6	安全措置の不履行
7	建設機械・作業者の作業スペース
8	その他

図-5.2.1 要因別不安全性度数パレート図

5. 2. 3 改善案

(1) 問題点の要因

最重要問題点「作業時の交通に対して不安全性が高いことと、騒音の問題がある」について5W法によって分析した結果「片側交互通行であるにも係わらず通行車両は、速度を落とさない」等が原因であることが解った。(表-5.2.1参照)

表-5.2.1 改善案評価表 (安全性)

重要問題点		評価項目							
原因と改善案		時間	工数 (人数)	コスト	苦労性	安全性	技術的 実現性	品質	総合判定
5Wによる 最終原因	改善案								
片側交互通行であるにも係わらず通行車両は速度を落とさない。	交通規制看板の強化を検討するとともに、作業員へ作業現場を知らせるための朝礼等の朝礼等により安全意識の向上を図る。	現状と同様	現状と同様	看板等の検討にコストが係る。	現状と同様	③ 不安定性の低下が図れる。	③ 技術的に可能	現状と同様	③
作業現場で見通しの悪いカーブの場合がある	路側の安全施設の工夫及び作業員の安全意識の向上を図る。	現状と同様	現状と同様	看板等の検討にコストが係る。	現状と同様	③ 現状と大きな差はでないように思われる。	④ 現場状況の必要がある。	現状と同様	○
建設機械の死角になり、合図の確認が難しいことがある。	機械の開発が必要と思われるが、現状では安全教育によりカバーする必要がある。	③ 機械の開発が進展すれば、短縮は図れる。	③ 機械開発により省力化が図れる。	④ 機械の維持管理費が必要となる。	改善される。	③ 機械化が進めば安全性は向上する。	③ 仕上がり精度をどこまで要求するかによると思われる。	③ 機械化の精度の問題がある。	○
朝礼等での安全に対する意識がマンネリ化しているため、安全意識が低下している。	定期的な安全教育と朝礼等の現場での安全指導を行う。	安全に気を配ることで、作業時間が短縮される。	現状と同様	現状と同様	現状と同様	③ 安全性が重視され、不安定性の低下が図れる。	③ 実現は可能と思われる。	現状と同様	③
セーフティーコーン設置時に通行車両との接触の恐れがある	安全施設の検閲及び安全指導を行うことが必要である。	現状と同様	現状と同様	現状と同様	現状と同様	③ 安全指導により安全性は向上する。	③ 実現は可能と思われる。	現状と同様	○
現場を移動しながら看板等を設置、撤去するため、十分な固定ができない。	ガードレール等を利用した簡易型標識の検討を行う。	④ 設置、撤去に多少時間を要する。	現状と同様	④ コスト的に割高となる。	現状と同様	③ 風等による転倒が減少、安全性は向上する。	③ 技術的に可能である。	現状と同様	○

(2) 改善案

原因に対する改善案を検討した結果「交通規制看板の強化及び作業員への朝礼などにより安全意識の向上を図る」等5点が挙げられた。これらの改善案を要約すると、作業員が危険箇所へ接近するのを防止するとともに安全教育の徹底をし、通行車両には注意を喚起し減速を促し、路上には有効な安全対策を施し、現場に配置する安全装置については設置方法を工夫することなどが重要であると判明した。

具体案としては、作業員安全ミーティング等で危険予知の認識を徹底し、通行車両に対しては、工事現場から一定の距離を置いた手前に標識車を配置し予知させ、さらに走行速度を下げさせるため、路面には一定の周期で振動や警音が発するように干渉材を置く。

また、現場の直前には万一に備えて緩衝装置又は追突防止車を配置することなどが考えられる。本工種における図-5.2.1の不安安全要因が、これらの対策によって約50%解消されるものと推測される。

なお、さらに実効を上げるためには路面補修の簡易自動化機械等が必要であるが、これは今後の開発に待たねばならない。

5. 3 苦渋性

5. 3. 1 適用事例の対象工種概要

苦渋性の対象工種は、愛知県国道302号神室交差点改良舗装工事において施工されたアスファルト舗装工とした。

舗装量は、11,000m²、対象作業範囲は、アスファルト混合物の敷き均し、及び締固めにおける補助作業、レーキマン、スコップマン等の人力作業に焦点を絞り込み、調査を行った。

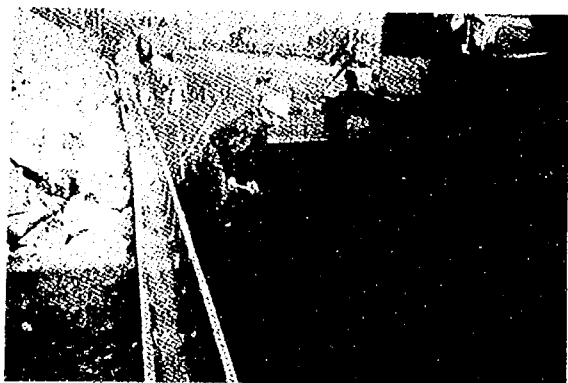


写真5.3.1 人力作業（スコップ作業）



写真5.3.2 人力作業（レーキ作業）

5. 3. 2 苦渋性の問題点

1) データ分析結果

苦渋性に関して、7名の作業員に対し4日間にわたり疲労自覚症状日別チェックシートによりデータを収集した。

アスファルト舗装工において問題となる作業は、疲労訴え強度及び疲労訴え件数の占める割合から見て、スコップ作業とレーキ作業の2つに絞られる。これらの作業の上位3位までの要因は、「繰り返し作業が多い」「作業時間が長い」「作業に力を必要とする」で共通している。

これらの要因を改善すればスコップ作業及びレーキ作業の苦渋性が軽減されと考えられ、全体から見ても大きな改善効果が期待される。

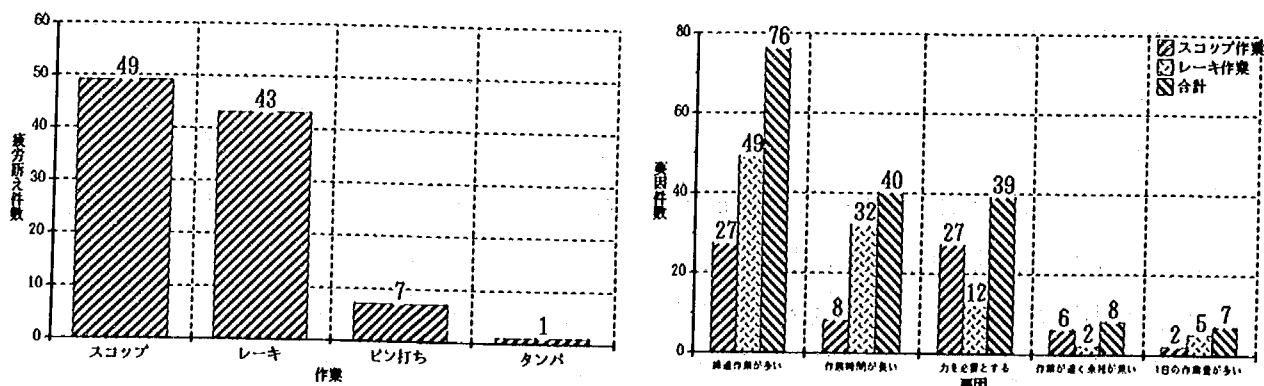


図5.3.1 疲労訴え件数パレート図

2) 改善課題の選定

改善課題として「まき出しの端部をレーキで整形する作業の繰り返しが連続する。」「まき出しの不均一をスコップで修正する作業が多い。」が上がった。改善課題について「改善すべき必要性」「期待される効果度合」「活動期間内の範囲」を「改善課題選定表」により評価した結果、2つの改善課題は相関があり、2つとも最重要問題として上げ、改善課題として選定した。

5. 3. 3 改善案

1) 問題点の原因

最重要問題点「まき出しの端部をレーキで整形する作業の繰り返しが連続する。」及び「まき出しの不均一をスコップで修正する作業が多い。」について、5W法によって原因を分析した結果、「アスファルト合材の温度が下がれば、施工が困難になるため」「アスファルト合材が工具に張り付いてしまうため」「敷き均幅が一定でないため」等が上げられた。

2) 改善案

改善案としては、「取り扱いの楽な施工しやすいアスファルト合材の開発」「形状及び材質等の改善を念頭においた道具の改良」「高性能なアスファルトフィニッシャーの開発」等があげられた。(表-5.3.1 改善案評価表)

表-5.3.1 改善案評価表

重要問題点	原因と改善案		評価項目					
	5W法による 最終原因	改善案	安全性	コスト	苦渋性	技術的 現実性	品質	総合判定
まき出しの 端部をレー キで整形す る作業の繰 り返しが連 続する。	アスファルト合材の温度 が下がれば、施工が困難に なるため。	アスファルト合材 の温度が下がっても 施工しやすい様な 合材の開発	○ 火を使用せずに 施工しやすくなる 火事及びや けど等がなくな る。	△ 開発費が必要と なる。	◎ 時間に余裕が出 来る。	△ 合材の開発が難 しい。	○ 現状と同等	△
	レーキ自体の重量配分バ ランスが悪いため。	形状及び材質等の 改善を念頭におき、 道具（レーキ）の改 良。	○ 現状と同等	○ 多少の開発費は 必要となるが、 現状と同等	◎ 使いやすくなる	○ 改良可能と考え られる	○ 現状と同等	◎
	アスファルト合材が重い ため。	作業中には固まら ず、施工しやすい アスファルト合材の 開発	○ 現状と同等	△ 開発費が必要と なる。	◎ 使いやすくなる	△ 合材の開発が難 しい。	○ 現状と同等	△
まき出しの 不均一をス コップで修 正する作業 が多い。	アスファルト合材の温度 が下がれば、施工が困難に なるため。	アスファルト合材 の温度が下がっても 施工しやすい様な 合材の開発	○ 火を使用せずに 施工しやすくなる 火事及びや けど等がなくな る。	△ 開発費が必要と なる。	◎ 時間に余裕が出 来る。	△ 合材の開発が難 しい。	○ 現状と同等	△
	アスファルト合材が工具 にはりついてしまうため。	スコップにテフロ ン加工等の処理を施 した道具の改良。	○ 現状と同等	○ 現状と同等	◎ 使いやすくなる	○ 改良可能と考え られる	○ 現状と同等	◎
	アスファルト合材が重い ため。	軽いアスファルト 合材の開発。	○ 現状と同等	△ 開発費が必要と なる。	◎ 使いやすくなる	△ 合材の開発が難 しい。	○ 現状と同等	△

改善案評価表から「形状及び材質等の改善を念頭においた道具の改良」を改善案として選定し、5W法で検討した原因のうち、改善対象となった原因（レーキ自体の重量配分バランスが悪い）の発生率が0%となると仮定すると、レーキ作業の苦渋性が約13%低下すると想定される。

5. 4 生産性

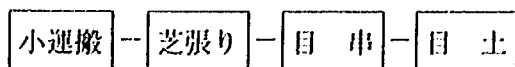
5. 4. 1 適用事例の対象工種概要

1) 工事概要

高規格堤防工事の一部として、盛り土、地盤改良、付替水路の改修工事を行うものである。

2) 測定対象作業範囲

建堤工のうち芝張り工



3) 測定対象者

職長 1名

普通作業員 8名

4) 測定期間および測定データのサイクル回数

写真-5.4.1 作業状況

平成7年2月23日～3月3日（5日間）、測定データのサイクル数（5回）



5. 4. 2 生産性の問題点

1) データ分析結果

作業日報から得られたデータを稼働率、停止時間、作業工数および作業時間について分析した。

その結果、全般的に稼働率が高く、良好な稼働状況であると判断されるが、時間短縮の視点から見ると、「指示待ち」について停止工数が最も多いという結果になった。「指示待ち」の停止工数が多かった原因として、職長は打合せが終わってから各作業員にその日の作業内容を指示をしているので、その職長が打合せを間は作業員は待機していなければならないのでその結果、「指示待ち」の停止工数が多くなってしまうと考えられる。

また、省力化においては、5日間毎日9名の作業員で芝張り作業「小運搬－芝張り－目串－目土」の作業工程が行われているが、それぞれの作業工程の工数を収集し整理した結果、「芝張り」の作業が最も作業工数が多いという結果になった。

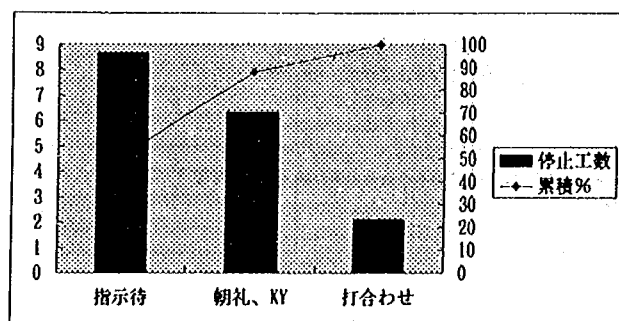


図-5.4.1 停止工数パレート図

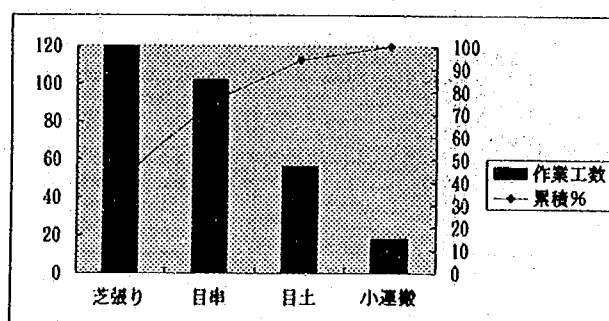


図-5.4.2 作業工数パレート図

2) 改善課題の選定

データ分析結果から、芝張り作業全体の中で最も作業工数の多い「芝張り」、停止工数の内容の中で最も多い「指示待ち」が問題点として抽出された。改善課題について「改善すべき必要性」、「期待される効果度合」、「活動期間内の範囲」を「改善課題選定表」により評価した結果、最重要問題点として「芝張りの作業工数が多い」を改善課題として選定した。

5. 4. 3 改善案

1) 問題点の原因

最重要問題点「芝張りの作業工数が多い」について、5W法によって原因を分析した結果、1枚当たりの芝が小さいために作業工数が多くなっているということが分かった。そのため、この「1枚当たりの芝が小さい」を最終的な原因とした。

2) 改善案

「1枚当たりの芝が小さい」という原因に対して、改善案として「芝を大きくする」、「機械化する」が提案された。

以上のことをまとめた改善案評価表を表-5.4.1に示す。

表-5.4.1 改善案評価表

重 要 問 題 点	「芝張り」の作業工数が多い
-----------------------	---------------

原因と改善案		評価項目					目
5W法による最終原因	改善案	安全性	コスト	苦渋性	技術的実現性	品質	総合判定
1枚当たりの芝が小さい	芝を大きくする	◎ 特に問題はない	○ コストは下がる	○ 芝を大きくすると苦渋性は多少増加する	○ 芝の大きさは可変である	◎ 品質が低下することはない	○
	機械化する	◎ 安全性は飛躍的に向上する	◎ コストは下がる	◎ 苦渋性は激減する	△ 法勾配がきつい ため、機械化は 難しい	◎ 品質が低下することはない	△

(参考：芝の大きさに規格はなく、片からの慣習で決めているため地域によって大きさが違う。関東地方では270mm×330mmである。)

「機械化する」という問題点については、総合判定の結果現実性が乏しいので改善案からはずした。以上から「芝を大きくする」を改善案として選定した。そして、芝を従来の大きさの2倍にしてシミュレーションを行うと芝張りについては大きさが2倍になるので50%、目土については芝が大きくなった分だけ継ぎ目が減るので20%作業工数が減少した。この結果をもとに芝張り作業全体の作業工数を算出するとシミュレーション前と比較して生産性が約24%改善されると推定できる。

6. 簡易評価手法（案）の改良

6. 1 簡易評価手法の課題

6. 1. 1 調査表記入の課題

簡易評価手法は、調査表記入という方法で現場で容易に施工改善ができることを目的として作成されたが、その課題として、記入の容易性、記入者の負担の度合、調査内容の妥当性があがった。平成6年度の調査では、調査対象者に「検証シート」を記入してもらい、その問題点を調査し、簡易評価手法を改良した。次の表6.1.1は主な問題点と改良点をまとめたものである。

表6.1.1 簡易評価手法（案）の主な問題点と改良点

問 題 点	改 良 点
・ 作業者は作業時間を正確に覚えていないため作業日報を正確に記入できない。 ・ 職長用と作業者用の作業日報が一致しない。	作業者用作業日報を削除し、作業日報は職長用だけとする。
・ 質問項目が多い、部位が細かい、数字が小さいという現場の意見。 ・ 建設業ではあまり発生しない苦渋性の項目があり、項目が多いという専門家の意見	疲労自覚症状日別チェックシートの簡素化（チェック項目を30から17へ減らす。身体部位調査表の削除）
・ 5 W法の分析結果が先入感で固定化されており、多面的な検討がなされない。	5 W法の手順（考え方）の具体例を出す。

表6.1.2は5 W法で示している「予想される原因例」の一例である。このように具体例を示すことによって原因追究を容易化している。

表6.1.2 予想される原因例の一例

原因を考える要素	予想される原因例
人 (オペレータ・作業者)	・ 熟練度（作業経験、技量）に原因はないか。 ・ 作業配置（適正な配置、危険な場所への配置等）に原因がないか。 ・ 健康状態に原因がないか。 ・ 指示通りの作業をしているかどうか原因がないか。 ・ 作業態度に原因がないか。 ・ 休息の取り方に原因がないか。 ・

6. 1. 2 運用の課題

簡易評価手法を運用し、施工改善を効果的に行うためには、①手法を現場の人に理解してもらえるか、②現場の人が真剣に取り組んでくれるか、③手法の適用が妥当かの課題がある。

①の課題については、平成7年度の現場適用試験の結果に基づき、作業員への説明事項、調査表記入の記入が困難な者の補助等についてとりまとめる予定である。

③の課題は、簡易評価手法の適用範囲の問題である。例えば、仕事だけ増えて改善効果がありません。作業内容なら、やらない方がいいということになる。平成7年度の調査では、調査に要した時間と解析結果の関係について解析し、「改善項目」「工期」「作業内容」と簡易評価手法の適用の適、不適や妥当な調査期間についてもまとめる予定である。

「6. 1 簡易評価手法の課題」で主な改良点について述べたが、簡易評価手法の改良案を示し、そのチェックシートの具体的内容を以下に示す。

安全性のチェックシートには「安全チェックシート」と「不安全率チェックシート」の2種類がある。「安全チェックシート」には作業者が作業終了後に作業項目ごとの不安全な要因を記入していく。「不安全率チェックシート」には職長または班長がランダムな時間に各作業者の作業内容と不安全要因及び作業項目と不安全要因を記入する。

(安全チェックシート)
会社名 〇〇建設株式会社 天候 晴れ 気温 22℃ H7年 6月 9日(金)
氏名 山田 一郎 (48才) 職种・作業員 経年 経験年数 20年

調査の目的

$$(\text{不安全度数}) = (\text{災害事故の大きさ}) \times (\text{発$$

を調べ、何が問題かを知る。また、気がついた不
安全に対しては直ちに対策が行われているはずで
あるから、その対策についても調査する。

記入者：作業者

改良案の主な変更点

記入欄の追加

記入例の追加

・一枚一週間分から一日分へ

6. 2. 2 苦渋性のチェックシート

苦渋性は作業員が作業開始前と作業終了後に記入する「疲労自覚症状日別チェックシート」で調査する。表-6.2.2はその記入例である。

表-6.2.2 疲労自覚症状目別チェックシートの記入例

(裁判官意見は別紙Aシート)

姓 名 〇〇建設係 天 候 晴 氣 温 22℃
 作 業 者 名 山田一郎 (48才) 職 種 米作業員 経験年数 20 年 作業時間

作業内容: レーキによる均れ作業, 清掃作業							
項目	始発日	終了日	要領	原因となる具体的作業	項目	始発日	終
①傾がよい	1・2・3	1・2・④	10	金材をかき出すスワップ作業	①金角がだるい	①・2・3	1
①傾がよい	1・2・3	1・2・3			①金角がだるい	1・2・3	1
②傾がよい	1・2・3	1・2・3			②穴がよい	1・2・3	
③傾がよい	1・2・3	1・2・3			③傾になりたい	1・2・3	
④傾がよい	1・2・3	1・2・3			④目がつかる	1・2・3	
⑤傾がよい	①・2・3	1・2・④	15	レーキによる均れ作業	⑤傾がわる	1・2・3	
⑥傾がよい	1・2・3	1・2・3			⑥いらいらする	1・2・3	
⑦傾がよい	1・2・3	1・2・3			⑦ちょっとしたことがない	1・2・3	
⑧傾がよい	1・2・3	1・2・3			●	1・2・3	
⑨傾がよい	1・2・3	1・2・3			●	1・2・3	
⑩傾がよい	1・2・3	1・2・3			●	1・2・3	1
計	1	3			計		
要領例え強度		終了後 (イ + エ = 5)		始発前 (ア + ウ = 2)			

調査の目的

疲労訴え強度（作業による疲労の増加）と要因の関係を調べて何か苦渋の問題点かを知る。

記人者：作業者

改良案の主な変更点

- ・ 記入例の追加
- ・ 項目数の削減 (30→17)

6. 2. 3 生産性のチェックシート

生産性のチェックシートには、職長または班長が作業時間中に記入する「作用日報」とオペレータが記入する「運行日報」がある。表-6.2.3は「作業日報」の例である。

表-6.2.3 作業日報の記入例

作業所		A		A・B・C・D		H7年6月9日(金)		天候		晴れ		気温	
日	時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
①	10:17 運搬												
②	10:20 施工	35%											
③	10:22 打設	1分											
④													
⑤													
⑥													
⑦	手取り												
⑧	II												
⑨	組立・KY												
⑩	打ち合わせ												
⑪	組立・打設待ち												
⑫	打ち合わせ												
⑬	天候												
⑭	指示待ち												
⑮	材料待ち												
⑯	作業待ち												
⑰	その他												
⑱	II												
⑲	休憩時間												
⑳	40分												
㉑	35分												

〇〇作業所

A

A・B・C・D

H7年6月9日(金)

天候 晴れ

気温 22℃

やり残した作業

(列) 待機時間

① 10:17 運搬

② 10:20 施工

③ 10:22 打設

④

⑤

⑥

⑦ 手取り

⑧ II

⑨ 組立・KY

⑩ 打ち合わせ

⑪ 組立・打設待ち

⑫ 打ち合わせ

⑬ 天候

⑭ 指示待ち

⑮ 材料待ち

⑯ 作業待ち

⑰ その他

⑱ II

⑲ 休憩時間

⑳ 40分

㉑ 35分

天候 晴れ

気温 22℃

〇〇作業所

A

A・B・C・D

H7年6月9日(金)

天候 晴れ

気温 22℃

やり残した作業

(列) 待機時間

① 10:17 運搬

② 10:20 施工

③ 10:22 打設

④

⑤

⑥

⑦ 手取り

⑧ II

⑨ 組立・KY

⑩ 打ち合わせ

⑪ 組立・打設待ち

⑫ 打ち合わせ

⑬ 天候

⑭ 指示待ち

⑮ 材料待ち

⑯ 作業待ち

⑰ その他

⑱ II

⑲ 休憩時間

⑳ 40分

㉑ 35分

天候 晴れ

気温 22℃

調査の目的

作業内容などの工数、停止内容、出来高を調べて、どの作業の工数が多いか、目標出来高に達しない要因等を調べる。

記入者：戦長または班長

改良案の主な変更点

- ・作業者の作業日報の廃止
- ・記入事項の追加
- ・出来高及び目標に達しない要因の追加

7. 施工改善の効果の確認

7. 1 現場適用試験の概要

簡易評価手法を手法として確立し、普及を図るには、さらに現場適用試験を行い、また、簡易評価手法により施工の改善案を提案、導入し改善効果を確認することが効果的である。ここでは、平成7年度において行われた現場適用試験について報告する。表7.1.1は、現場適用試験の一覧である。

表7.1.1 現場適用試験一覧

改 善 項 目	工 種	地方建設局等名
安 全 性 1	路面補修工	東北地方建設局
安 全 性 2	道路打換工	近畿地方建設局
苦 渋 性 1	堤防除草工	北陸地方建設局
苦 渋 性 2	芝張工	中部地方建設局
苦 渋 性 3	コンクリートブロック工	九州地方建設局
生 産 性 1	築堤工	関東地方建設局
生 産 性 2	土 工	中国地方建設局
生 産 性 3	側溝清掃工	四国地方建設局
生 産 性 4	道路排水工	北海道開発局

7. 2 安全性1 路面補修工

7. 2. 1 概 要

(1) 工事概要及び改善項目

表-7.2.1 工事概要及び改善項目

	改善前（平成6年度）	改善後（平成7年度）
改善項目	安全性	安全性
工 種	路面損傷復旧工事	路面損傷復旧工事
工 期	平成6年11月1日 ～ 平成7年3月31日	平成7年4月1日 ～ 平成8年3月31日
調査期間	平成7年2月16日 ～ 22日（5日間）	平成8年1月16日 ～ 22日（5日間）
調査対象者	班長1、オペレーター1、土工3（計5名）	班長1、土工4（計5名）



写真7.2.1 パッチング作業状況

7. 2. 2 路面補修工の問題点

本工種は、現道の舗装面の局部的損傷箇所に対して、補修（パッチング）を行うものであり、作業のフローを図-7.2.1に示す。

(1) 問題点の分析結果

調査対象者に対して、各種チェックシート及びヒヤリング調査を行った。その結果、安全性の問題点について、要因別に抽出した結果、「現場の車両交通量」に対する不安全度

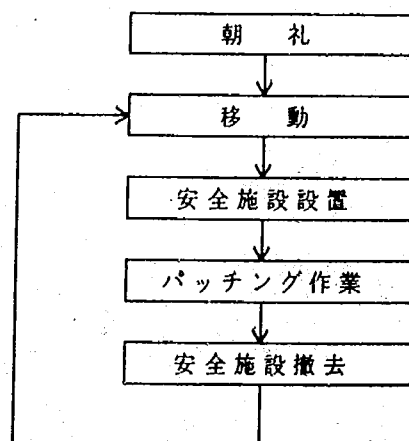


図-7.2.1 作業フロー

数が63件（全体に占める割合41％）と最大の不安安全性要因となっていることが分かった。

要因別不安安全度を図-7.2.2に示す。

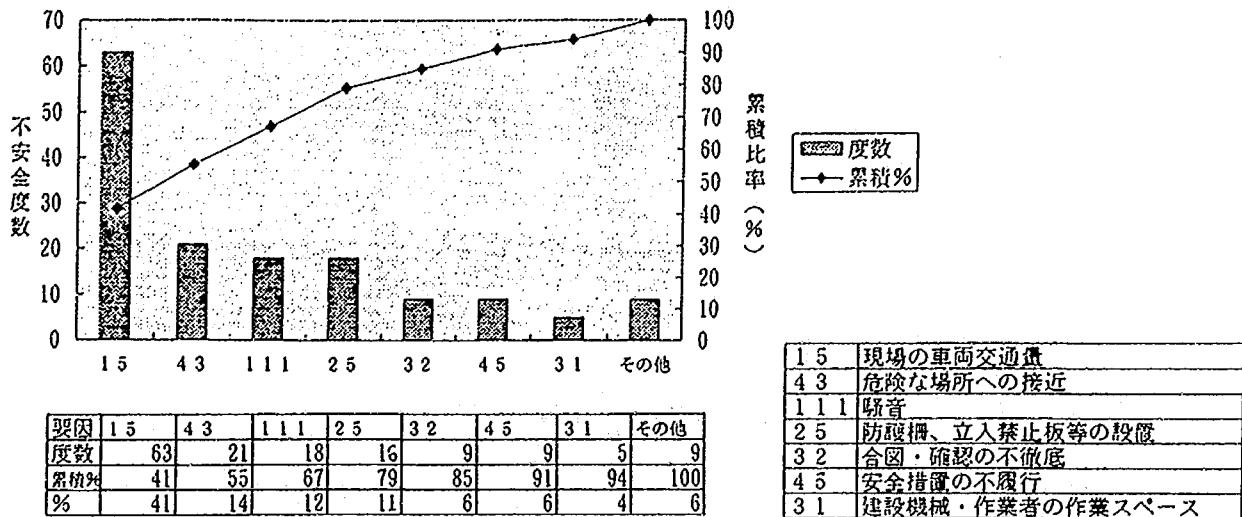


図-7.2.2 要因別不安安全度数パレート図

(2) 改善課題の選定

改善課題としては、「作業時の交通量に対して、不安安全性が高いことと、騒音の問題がある」他3点が挙げられ、「改善すべき必要性」、「期待される効果度合」、「活動期間内の範囲」を「改善課題選定表」により評価した結果、最重要問題点として「作業時の交通量に対して、不安安全性が高いことと、騒音の問題がある」を選定した。

7. 2. 3 改善案

(1) 問題点の原因

最重要問題点である「作業時の交通量に対して、不安安全性が高いことと、騒音の問題がある」について、5W法を用いて分析した結果「片側交互通行であるにも係わらず、通行車両は速度を落とさない」等が原因であることが分かった。

(2) 改善案

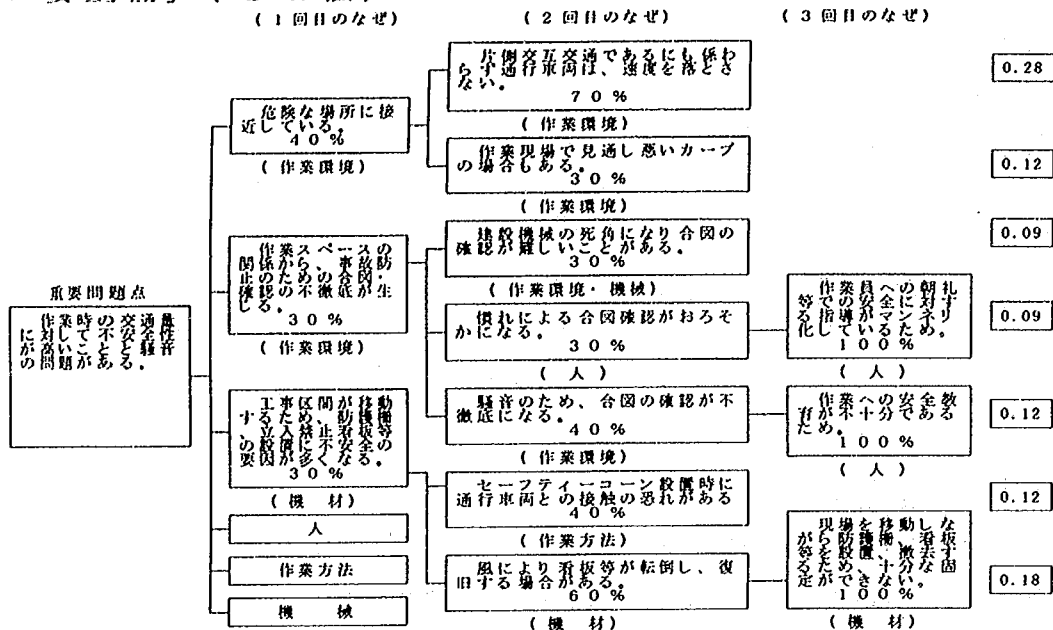
問題点の原因に対する改善案を検討した結果「交通規制看板の強化及び作業員への朝礼などにより安全意識の向上を図る」等5点が挙げられた。これらの改善案を要約すると、作業員が危険箇所接近するのを防止するとともに安全教育の徹底を行う。また、通行車両には注意を喚起し、減速を促すとともに、路上には有効な安全対策を施し、現場に配置する安全装置については設置方法を工夫することなどが重要であると判明した。

改善のための具体案としては、作業員安全ミーティング等で危険予知の認識を徹底し、通行車両に対しては、工事現場から一定距離を置いた手前に標識等を配置し予知させ、さらに走行速度を下げさせるため、路面には一定の周期で振動や警告音が発するような干渉材を置くことが有効であ

ると考えられる。そのほか、現場直前には万一の場合に備え緩衝装置または追突防止車を配置することなどが考えられる。これらの改善案により全不安全度数の約50%が解消されるものと推測される。

なお、さらに実効を上げるためには、路面補修の簡易自動化機械等が必要であるが、これは今後の開発を待たなければならない。

「安全性」(5W2H)



7.2.4 改善効果

(1) 現場での改善策

重要問題点に対して現場で導入した改善策は次の表-7.2.2に示すとおりである。

表-7.2.2 現場での改善策

重要問題点	作業区域を通る車両に対して、不安全性が高く発生する。
原因	改善策
<原因A> 片側交互通行にも関わらず、通行車両は工事区間内を速度を落とさず、作業車すれすれに通過している。	◎ 現状の予告看板に、新たに回転灯を取り付ける。 ◎ 体感マットを曳き、強制的に通過車両の速度を落とさせる。 ◎ クッションドラムを設置し、万が一の車両の飛び込みに備える。
<原因B> 朝礼での安全に対する指導がマンネリ化・受動的 (作業者が管理者より注意事項を聞くだけ) であるため、安全に対する意識が低下している。	◎ 現状より朝礼時間を10分程度延長する。 ◎ 現状の伝達・命令型の安全指導でなく、作業車自らの提案・発案型の朝礼とする。 ◎ 朝礼時、当日の作業場所の地図を見せ、作業環境を把握してもらう。また、工事区域到着後にも打合せをし作業の段取りを把握してもらう。
<原因C> 看板等の設置・撤去を何回も繰り返すため十分な看板固定が出来ていない。それにより看板の倒れ等を直すことがあり、その際通行車両との接近が生じる。	◎ 土嚢を確実にする。 ◎ ガードレール等へビニール紐等で固定する。

(2) 改善策の検証

表-7.2.2に基づき、現場で改善策を講じて、検証調査を実施した。なお、各安全施設設置状況を図-7.2.2に示す。

① 体感マットの効果測定

通過車両の体感マットによる減速効果を見るため、ストップウォッチによりスピード測定を行った。

体感マット有りの場合と無しの場合での通過車両のスピード変化を表-7.2.3に示す。

なお、測定概略図を図-7.2.3に示す。



写真-7.2.2 安全施設設置状況

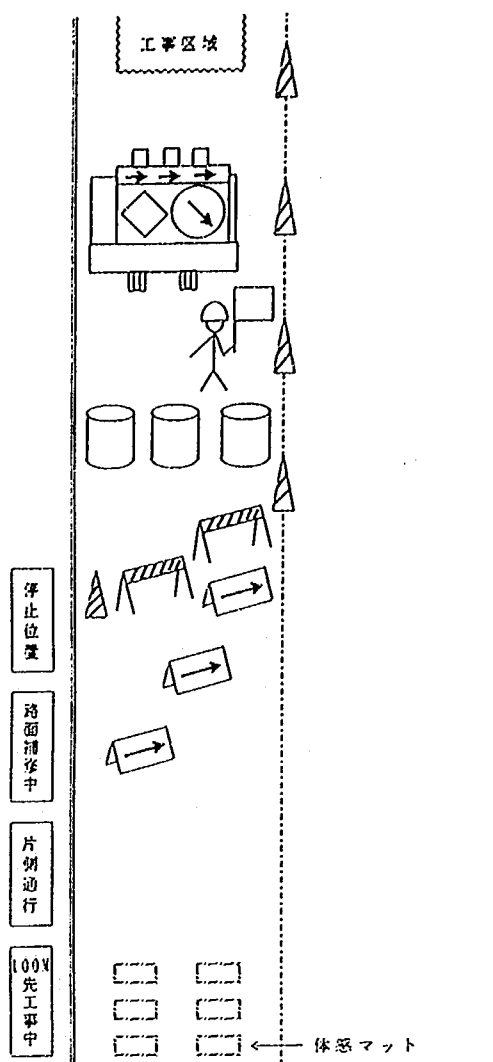


図-7.2.2 安全施設設置状況図

表-7.2.3 スピード測定結果

	マット無 (秒)	マット有 (秒)
1 回目	10.3	10.3
2 回目	8.3	10.8
3 回目	9.0	10.0
4 回目	8.4	10.6
5 回目	8.3	10.0
平均値	8.9	10.3
平均速度 S	S = 47km/h	S = 41km/h

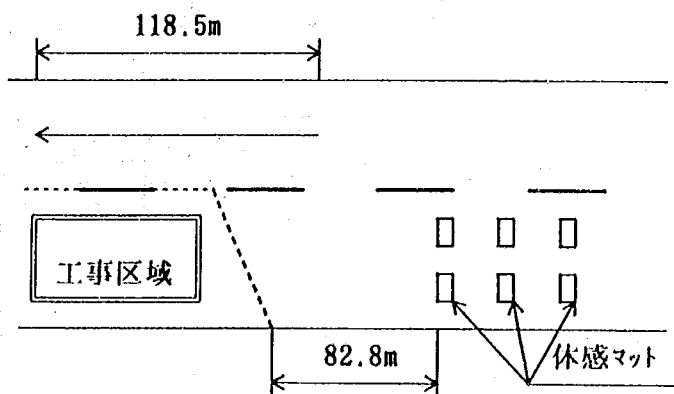


図-7.2.3 スピード測定概略図

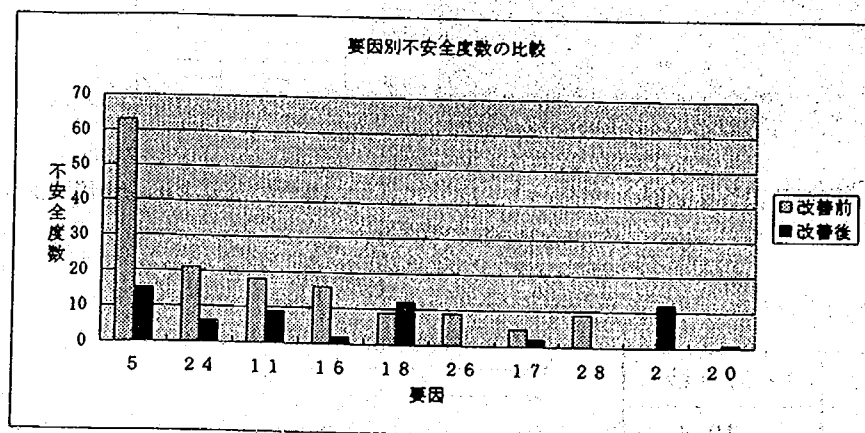
② 要因別不安全度数の比較

改善前では、作業環境要因の「現場の車両交通量が多い」が最も高い値で63ポイントで全体の41%を占めていたが、改善後は15ポイントに減少しており、76%減の効果があった。

その他の要因についても不安全度数が減少しており、全体的にみても効果が高かったことを示している。

改善前で不安全度数が高く問題とされた要因の上位4つについて、改善前の発生状況と不安全度数が減少した内容について以下に示す。また、要因別不安全度数の比較を図7.2.4に示す。

- ◎ 「現場の交通量が多い」について、改善前では一般車両が工事区域内に突っ込む恐れがあることと片側通行にも係わらずスピードを落とさないことにより不安全度数が高かったが、改善策であるクッションドラムと体感マットを設置したことにより不安全度数が減少したと思われる。
- ◎ 「騒音が大きい」について、改善前では騒音が大きいため、作業の合図・確認が不徹底であったが、改善策の朝礼、打合せで合図・確認を充分に行うように指導したことにより、不安全度数が減少したと思われる。
- ◎ 「危険な場所への接近が生じる」、「防護柵、立入禁止看板等の設置状態が適切でない」について、改善前では看板の固定が充分でなかったため、看板の倒れを直す際に脇を通過する車両と接触する恐れがあったが、改善策の土嚢を確実にすることと紐を使用して看板を固定することにより、転倒がなくなり、不安全度数が減少したと思われる。



要因	5	2.4	1.1	1.6	1.8	2.6	1.7	2.8	2	2.0
改善前	63	21	18	16	9	9	5	9	12	1
改善後	15	6	9	2	12	0	2	0	1	0

5	現場の車両交通量が多い
2.4	危険な場所への接近が生じる
1.1	騒音が大きい(運搬、会話がとりにくい)
1.6	防護柵、立入禁止板等の設置状態が適切でない
1.8	合図・確認が不徹底である
2.6	安全規則の不履行がある
1.7	建設機械、作業者の作業区域内のスペースが狭い
2.8	その他
2	風速が強い
2.0	危険物の取扱いが不適当である

図7.2.4 要因別不安全度数の比較

③ 改善効果の評価

不安全度数、不安全率、体感マットの効果測定結果について評価を行うと表-7.2.4のとおりとなる。

表-7.2.4 改善効果の評価

	改 善 効 果		
不 安 全 度 数	<全体>	152 → 59 (△93ポイント)	61%減
	<要因>		
	・ 現場の車両交通量が多い	63 → 15 (△48ポイント)	76%減
	・ 危険な場所への接近が生じる	21 → 6 (△15ポイント)	71%減
	・ 騒音が大きい	18 → 9 (△9ポイント)	50%減
不 安 全 率	・ 防護柵、立入禁止板等の設置状態が適切でない	16 → 2 (△14ポイント)	88%減
	<全体>	13 → 5 (△8ポイント)	62%減
	<作業>		
	・ 安全施設作業	8 → 2 (△6ポイント)	75%減
	・ パッチング作業	5 → 3 (△2ポイント)	40%減
体 感 マ ッ ト	<要因>		
	・ 防護柵、立入禁止板等の設置状態が適切でない	5 → 0 (△5ポイント)	100%減
	・ 使用建設機械に死角がある	5 → 0 (△5ポイント)	100%減
体 感 マ ッ ト	工事区域間を通過する車両スピード	47km/h → 41km/h (△6km/h)	13%減
	工事区域直後を通過する車両のスピード	64km/h → 55km/h (△9km/h)	14%減

7. 2. 5 まとめ

改善策の導入により不安全度数、不安全率共に大きく減少したが、不安全な行動はまだ発生しており、事故につながる恐れもあるので、早期に無くさなければならない。また、今回調査した路面補修工については特に道路のセンターラインよりの作業時に不安全な行動があり、今後はその点について検討が必要であると思われる。

改善策の回転灯については、昼間では目立たないため全天候で対応できるものを検討することにより、より効果的であると思われる。体感マットについては、マット自体の設置・撤去時に不安全になっていることと、マットを避けて通る車両があり、その時に事故につながる恐れもあるので、それぞれに対しての新たな検討が必要であると思われる。

安全性に対する意識について、今回の調査を実施したことにより安全に対する意識が向上したことも考えられる。ただし、日々の作業で慣れが出てくるので、後は意識の低下を防ぐための安全教育等を実施し、意識の向上を維持させることも検討しておく必要があると思われる。

7. 3 安全性 2 道路打換工

7. 3. 1 概要

近畿地建では、道路打換工を対象として、安全性の改善について簡易評価手法を適用した。

対象の道路は、歩道のない幅6～7mの対面2車線であり、施工量は約3,000m²の夜間工事である。

調査対象作業は、準備工、路面取り壊し、掘削積込み、路盤工、基層工、後片付けまでとし、事前調査、舗装版切断、路面切削工、表層工は含まない。

作業員は全部で12名、この内ニブラとバックホウのオペレータが2名、ミニショベルやタイヤローラー、フィニッシャー等のオペレータが2～3名と、後は人力作業員であった。全体ではこの他にダンプが複数台とガードマン5名の構成であった。

本工事においては、交差点やマンホール等が少なく、あらかじめ表層分の路面切削を行っていたため、日々の施工における擦り付け作業がなく、効率的な施工であった。

1日の作業工程は図-7.3.1に示すとおり、準備工、路面取り壊し、掘削積込み、路盤工、As安定処理、基層工、後片付けまでを行い、日々この繰り返して施工される。

本来、生産性の向上や建設コスト削減のために悪化する安全性や苦労性を如何に向上させるかという主旨で本手法を適用すべきものであり、今回のように通常施工における安全性だけに着目すると、問題になるような不安全要素はほとんどなく、これを改善しようとする経済性が著しく悪化することとなる。今回の調査において、問題点の抽出については、客観的に見て不安全と思われるものは全て記入することとし、改善案を検討する段階で経済性に配慮することとした。

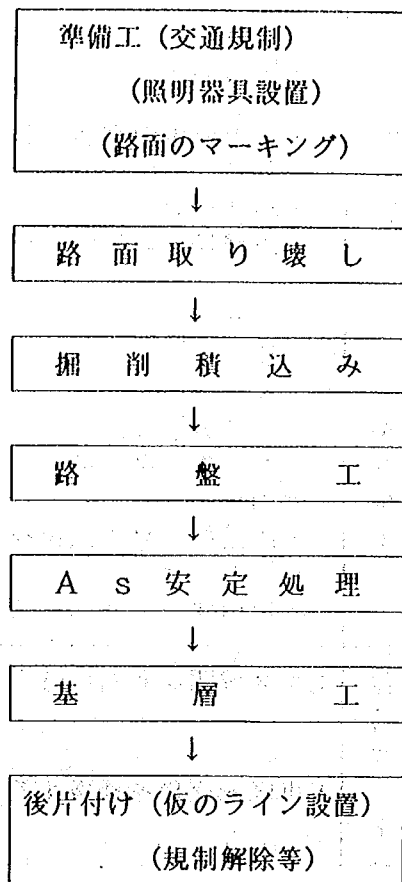


図-7.3.1 1日の作業工程

7. 3. 2 打換工の問題点

(1) 不安全要因の抽出

改善前の調査を4日間行い、この調査データを基に不安全な要因を抽出した。

まず、作業用安全チェックシートの解析結果を見る。

作業別不安全度数パレート図(図-7.3.2)によると、掘削積込み作業における不安全度数が飛び抜けて高く、全体の67%を占めている。次に路盤工と後片付けが続いており、この3つで全体の85%となっ

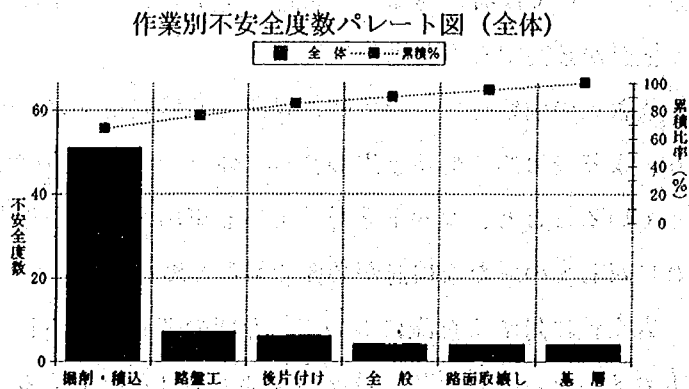


図-7.3.2

ている。

最も不安全度数の高い掘削積込み作業のパレート図（図-7.3.3）を見ると、「危険な箇所への接近」「通行車両との接触のおそれ」「交通規制方法」の順になっており、この3つで全体の90%を占めている。同じように路盤工では、「通行車両との接触のおそれ」「危険な箇所への接近」の2つで100%、後片付けでは、「通行車両との接触のおそれ」だけで100%になっている。

調査全体の不安全度数（図-7.3.4）で見ても、「通行車両との接触のおそれ」「危険な箇所への接近」「交通規制方法」の順になっており、この3つで93%を占めているところから、この3つの要因を改善する必要があるということがわかる。

次に不安全率チェックシートの解析結果を見る。結果としては同じような傾向になっている。

作業別不安全率パレート図（図-7.3.5）によると、掘削積込み作業、路面取り壊し、路盤工の順になっており、この3つで全体の95%を占めている。

掘削積み込み作業における要因では、「危険な箇所への接近」「通行車両との接触のおそれ」「合図の不徹底」「交通規制方法」の順になっており、この4つで全体の88%を占めている。同じように路面取り壊しでは、「危険な箇所への接近」が75%、路盤工でも「危険な箇所への接近」が75%を占めている。

調査全体の不安全率（図-7.3.6）で見ても、「危険な箇所への接近」「通行車両との接触のおそれ」「交通規制方法」「合図の不徹底」の順になっており、この4つで88%を占め

掘削・積込作業のパレート図

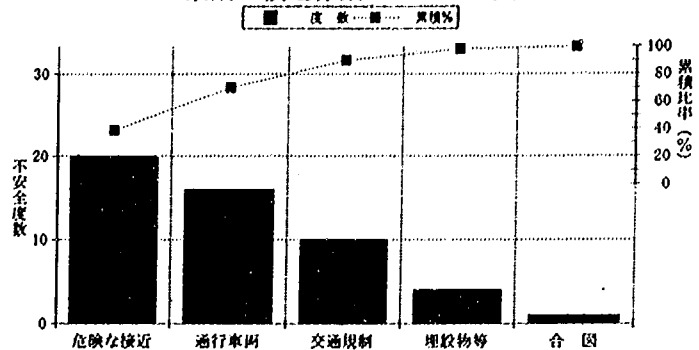


図-7.3.3

要因別不安全度数パレート図 (全体)

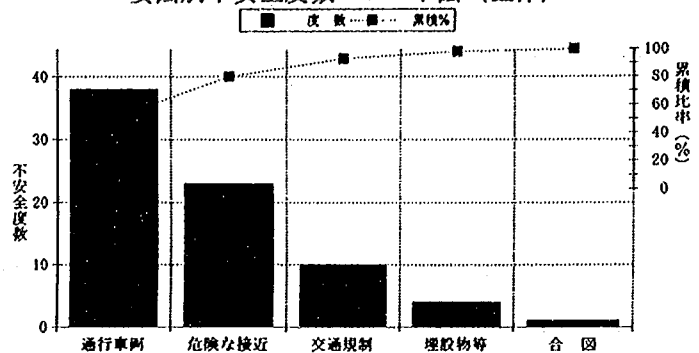


図-7.3.4

作業別不安全率パレート図

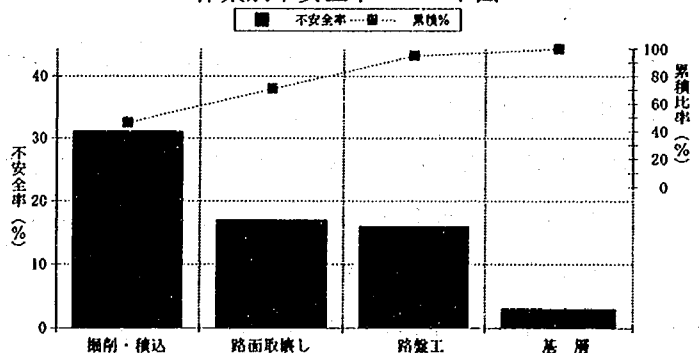


図-7.3.5

要因別不安全率パレート図 (全体)

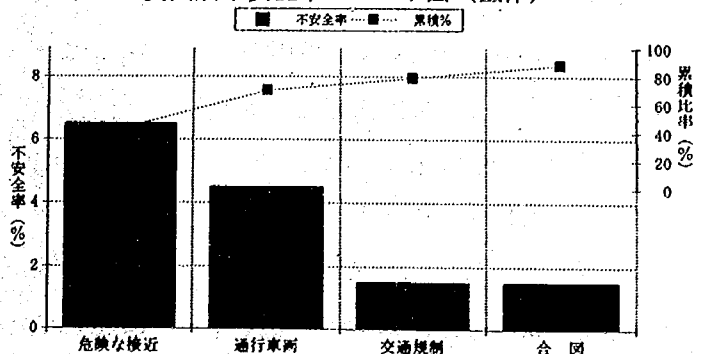


図-7.3.6

ているところから、不安全度数で出た要因に「合図の不徹底」を加えた、4つの要因を改善する必要があるということがわかる。

(2) 具体的な問題点

改善すべき不安全要因が判明したので、この要因の具体的な問題点を調べた。

1) 「危険な箇所への接近」

出来高管理のための検測作業や、補助的な人力作業の際に建設機械が接近して作業をしているのが不安全要因である。

2) 「通行車両との接触のおそれ」

①掘削・積込みする際、こぼれたガラや土砂を処理する作業員が、供用中の道路側で作業しているので、一般車両と接触のおそれがある。

②建設機械が現場内移動の際、センターライン側を通ると一般車両と安全な距離が保てない。

③作業前に路面にマーキングする時や仮のセンターラインを引く際、通行車両と接触のおそれがある。

3) 「交通規制方法」

ダンプが規制区間内に入るとき、誘導員がいらないため一般車両の交通整理ができていないので、安全性に問題がある。

4) 「合図の不徹底」

ダンプとバックホウが連携して土砂を積み込む際、合図・確認の不徹底により不安全な要素がある。

以上のように、4項目で6件の不安全要因が確認された。

(3) 問題点の原因分析

前項で抽出した不安全要因を5W法により分析し、原因及び解決方法の案を考えることとした。

全てについて分析を行ったが、以下にその例を示す。

1) 「通行車両との接触のおそれ」の具体的問題点である、「作業前に路面にマーキングする時や仮のセンターラインを引く際、通行車両と

接触のおそれがある。」という課題

(写真-7.3.1) について、分析結果を表-7.3.1に示す。

このように分析した結果、原因が2つ考えられた。そこで解決方法の案として、それぞれの原因に対し、「安全確認を作業員個人に任せず、手の空いた作業員がつくようにする。」「工程の検討及び組み替えによるピーク人員の減少。」が考えられる。当初は、準

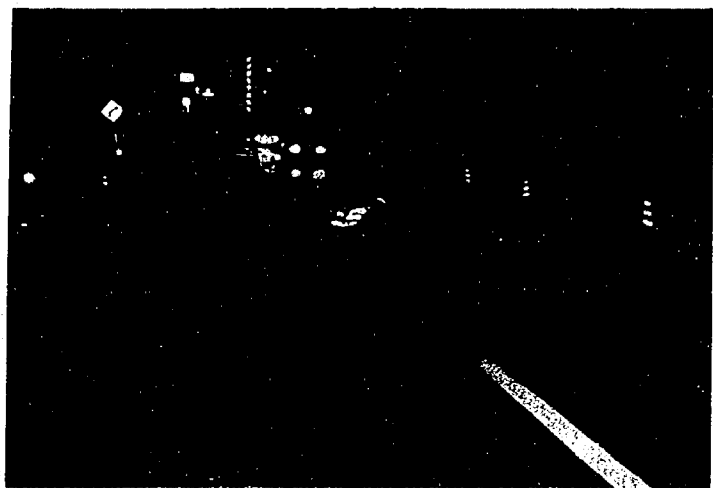


写真-7.3.1 マーキング作業

備工として工事開始直後に全員が動いている中で路面にマーキングしていたが、この後路面取り壊しになると作業員の手が空くので、マーキング作業を時間的に少し後ろへずらすことにより、安全確認のための作業員が横についてマーキングすることができると考えた。

2)「交通規制方法」の具体的問題点である、「ダンプが規制区間内に入るとき、誘導員がいないため一般車両の交通整理ができていないので、安全性に問題がある。」という課題について、分析結果を表-7.3.2に示す。原因は3つ考えられたが、作業員の危険防止のためにセーフティーコーンの設置間隔を広くしていた課題については、簡易的な改善策は見つからなかった。後の2つはダンプの誘導要員がいないことが主な原因であった。単純な解決策としては誘導員の人数を増やすことが考えら

れるが、不経済なため現在の人員5名の配置を工程の推移に従って変化させることもできるのではないかと考えた。

7. 3. 3 改善案

(1) 改善案の事前評価

前項で提案した改善案を具体化し、改善案評価表を用いて評価を行った。

1)「通行車両との接触のおそれ」の例を示す。

5 W法で示した改善方法の案に対して、具体的な対策を検討した。

一つ目の改善案は、手の空いた作業員がいれば解決する問題である。二つ目の改善案について工程の検討を行った。改善前は表-7.3.3に示すように作業開始時に全員が同時に作業をしていた。しかし、表を見ても判るようにその後ほとんどの作業員

表-7.3.1 (5 W法による分析)

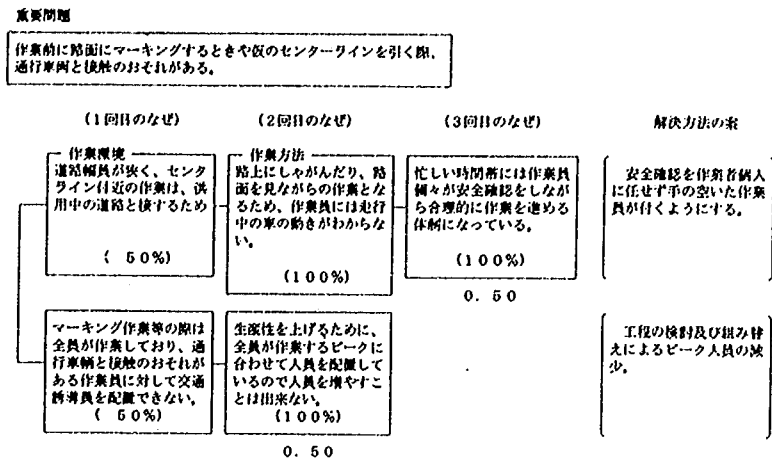


表-7.3.2 (5 W法による分析)

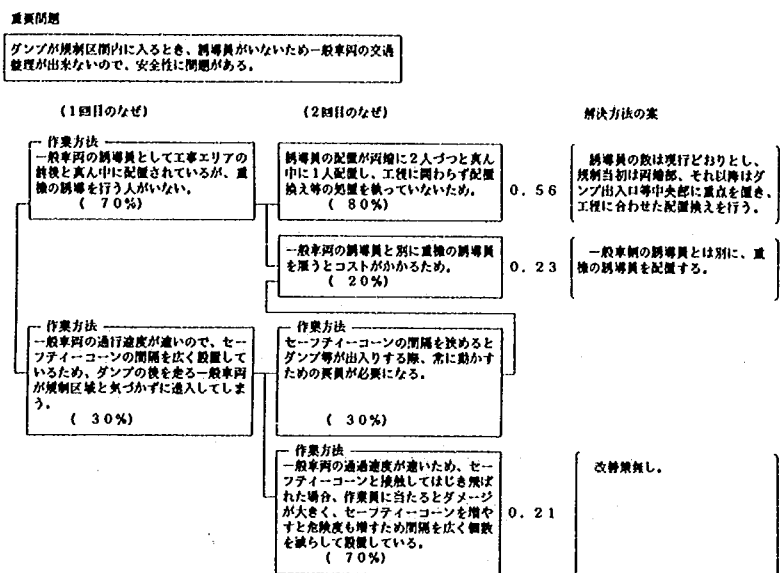


表-7.3.3 タイムスケジュール

	時刻 22	22:30	23:00	23:30
作業員				
A、B		セーフティーコーン設置		
C、D、E		バックグラウンドによる取り壊し		
F		ミッドラ移動、路面取り壊し作業		
G		バックグラウンド移動	掘削機み込み作業	
H		ミッドラ移動	掘削機み込み補助	
I		照明設置調整	掘削機み込み補助	
J、K		照明設置調整	検測作業	検測作業
L(改善前)				
(改善後)		マーキング作業	検測作業	検測作業

は手待ちの状態となる。このため、しゃがんだ姿勢で作業を行うため不安全であるとされたマーキング作業について、工程を若干ずらすことにより、手の空いた作業員が安全確保を行えることが判明した。この改善策により表-7.3.4に示すとおり、両案ともにコスト等他の項目を悪化させることなく改善できることが判明したので、採用することとした。

表-7.3.4 (改善案評価表)

重点課題		作業前に路面にマーキングするときや仮のセンターラインを引く際、通行車両と接触のおそれがある。							
6W法 による最終原因	評価項目	安全性	コスト	品質	生産性	苦労性	効果判定	技術的 実現性	総合 判定
	改善案								
忙しい時間帯には作業員個々が安全確認をしながら合理的に作業を進める体制になっている。	安全確認を作業員個人に任せず手の空いた作業員が付くようにする。	◎ 接触の危険が回避できる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	◎	◎ 活動期間内に容易に実現できる	◎
生産性を上げるために、全員が作業するピークに合わせて人員を配置しているため人員を増やすことは出来ない。	路上でのマーキング作業等危険な場所での作業は手空き作業員が多い時間帯にずらすなど、工程の検討及び組替を行う。	◎ 接触の危険が回避できる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	◎	◎ 活動期間内に容易に実現できる	◎

2)「交通規制方法」の例を示す。

5W法で示した改善方法の案に対して検討したが、誘導員を増やすことは経済的に難があるので、一つ目の案について具体策を検討した。

規制要員の配置を図-7.3.7に示す。現状の規制要員は、改善前に示すように、工事区域の両端に各2名、真ん中に1名の配置であった。規制した後は両端部の各1名が交代要員として休憩していた。

改善策として、規制当初は現状どおり両端に2人配置し、規制開始後は両端部を各1名、真ん中に3名配置する。この内の1名が交代要員として順番に休憩できれば、現状の人員でもダンプの出入口に1名配置できるため、十分改善が可能になると考えられる。

この改善策により、表-7.3.5に示すとおり評価した。誘導員を増やすことはコストの増大を招くため、今回は採用

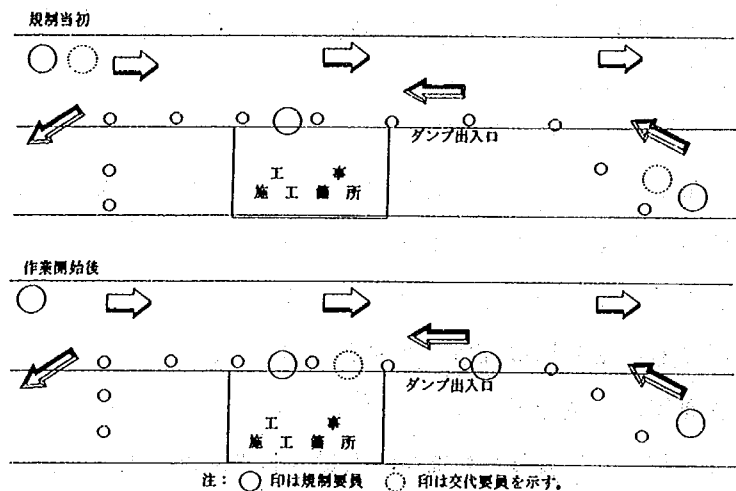


図-7.3.7



写真-7.3.2 改善後の規制要員配置

しないこととした。規制要員の配置を変更する案は、誘導員の苦渋性が若干悪化するものの許容レベル内に収まると判断したため、採用することとした。

表-7.3.5 (改善案評価表)

重点課題		グループが規制区間内に入るとき、誘導員がいないため一般車両の交通整理が出来ないので、安全性に問題がある。							
5W法 による最良原因	改善案	評価項目							総合 判定
		安全 性	コ ス ト	品 質	生 産 性	苦 渋 性	効 果 判 定	技 術 的 実 現 性	
誘導員の配置が両端に2人ずつと真ん中に1人配置し、工程に関わらず配置換え等の地置を缺いていないため。	規制当初だけ両端に2人配置しグループの出入りが始れば両端は1人ずつとし、グループの出入口や作業エリアに3人配置する	◎ 一般車両の交通整理が可能になる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	× 誘導員の仕事が増えた分悪化する	○	◎ 活動期間内に容易に実現できる。	○
一般車両の誘導員と別に重機の誘導員を雇うとコストがかかるため。	一般車両の誘導員とは別に重機の誘導員を配置する。	◎ 専任の要員が付くことでより安全	× 生産性が変わらずコストだけ悪化	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	×	◎ 経済性を無視すれば容易にできる	×

3) その他

今回の調査で明らかになった4項目6件の不安全要因に対し、14個の改善策を採用し実施した。ただし、手法として類似又は同一のものも含まれるため、実際には7種類である。

7. 3. 4 改善効果

改善前の調査終了後10日間で問題点の抽出から改善案決定までを行い、改善効果を確認するために、改善後の調査を3日間行った。

日別不安全度数グラフ (図-7.3.8) に示すように、明らかに改善後の度数が少なくなっているのがわかる。

作業別不安全度数改善図 (図-7.3.9) においても一部を除いて各工種で改善できている。最も不安全度数が高かった掘削積込みににおいては86%の改善率であった。路面取り壊しの改善率が0%になっているのは、もとの発生度数が4と低く、今回は改善に至らなかった。新規発生している配管敷設については、改善後の調査箇所では排水用の配管を埋設する作業があり、重量物の取り扱いで不安全な要素があると判断されたものである。作業は2日間で終了したため、不安全要素が若干あることを確認したのみで、今回の施工

日別不安全度数グラフ (全体)

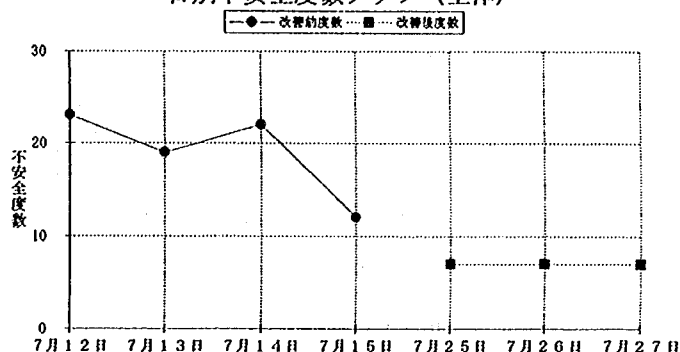


図-7.3.8

作業別不安全度数改善図

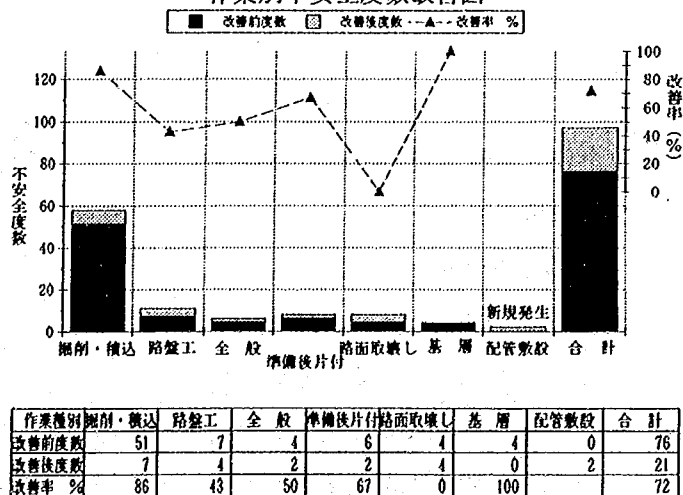


図-7.3.9

改善手法の対象外となってしまった。

全体での改善率は72%であった。

改善前の調査で最も問題のあった掘削積み込み作業については、図-7.3.10に示すとおり、すべての要因で80%以上改善できた。「危険な箇所への接近」と「通行車両との接触のおそれ」がまだ若干残っているが、作業スペースが狭いことが原因で0にする事は非常に難しい。

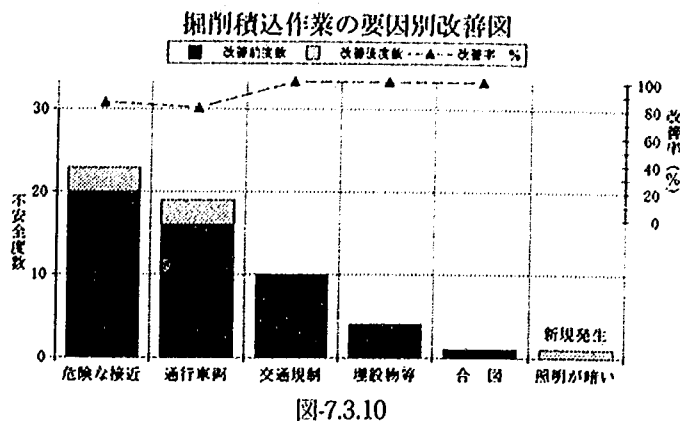


図-7.3.10

不安全率チェックシートの解析結果でも、作業用安全チェックシートの不安全度数と同様に、改善効果が明らかに現れていた。作業別不安全率改善図（図-7.3.11）を見ても、基層工を除いてすべて改善できた。基層工については、不安全度数と同じく、もともとの発生率が3%と非常に低く、今回は改善に至らなかった。全体では76%の改善率となっており、不安全度数、不安全率ともに70%台の改善を確認することができた。

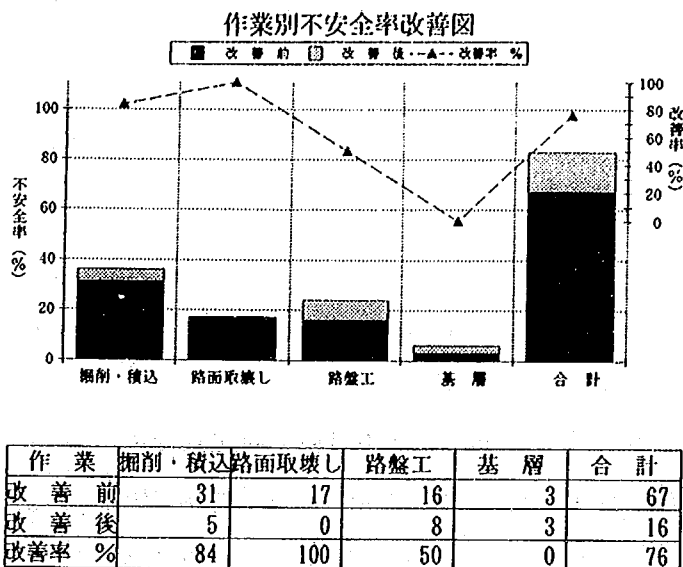


図-7.3.11

要因別不安全率改善図（図-7.3.12）では、全体として改善しているものの、不安全度数のところで述べたように、「危険な箇所への接近」と「通行車両との接触のおそれ」は作業スペースの問題で0にする事は困難である。

掘削積み込み作業の不安全率では「重量物の取り扱い」が1%だけ新規発生したが、「通行車両との接触のおそれ」以外はすべて100%の改善ができた。

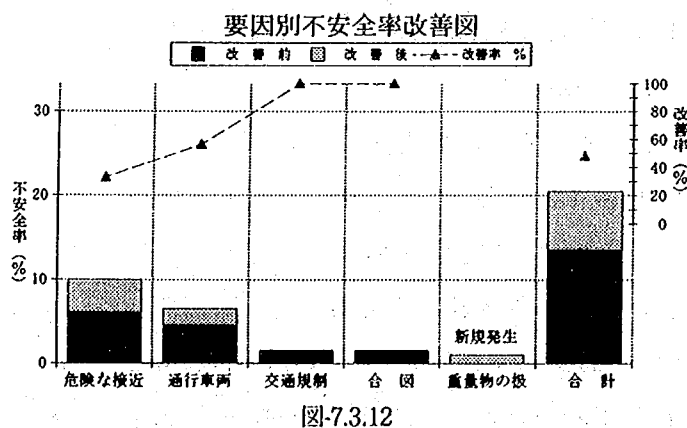


図-7.3.12

7. 3. 5 まとめ

今回の調査にあたっては、冒頭でも述べたとおり、通常の施工形態による工事であり、安全性に関する調査ということで、かなり厳しい目でチェックして貰った結果であり、改善前の不安全度数や不安全率から見て、危険な要素を多く含んだ現場であったというわけではない。また、改善案の決定にあたってはこの点を勘案して、コスト増とならないように配慮した。無事故、無災害は施工業者にとっても重点課題であり、コスト的に問題のない案を立案することで、比較的スムーズに実施できたと

考える。

今回の調査で現場の安全性について、本手法により改善できることが明らかになった。今後は生産性向上や建設コスト削減による工程の変更や使用機械の変更、配置人員の削減等を行った際に、悪化するであろう安全性について、通常施工時の安全性レベルを把握し、当初維持していたレベルまで安全性を向上させることが可能になると思われる。

今回の調査において気が付いた問題点を2、3挙げる。

①安全性について客観的な物差しがなく、個人の主観で左右されやすく、今回の調査結果でも同じ作業をしている作業員間でかなりのばらつきが見られた。

今回は作業員が元請け会社の社員であり、改善前と改善後の調査時に作業員が変化していなかったため、大きな問題とはならなかった。しかし、一般的な施工事例ではその時々によって作業員が入れ替わる例も多く、調査表に記入する不安全度数のレベルを統一できるように、マニュアル化する必要があると思われる。

②「不安全率チェックシート」はランダムサンプリング方式で、調査する瞬間に気が付いた不安全要素だけが記入され、それ以外の時間に発生する不安全要素は記入されない。今回は調査様式に基づいて、1時間に1回ずつ不定期に調査を行ったが、一連の工程の中ではある瞬間だけ不安全を感じさせる場合もあり、全ての不安全要素が網羅されず、大きな事故につながる不安全要因を見過ごす可能性があるのではないかと考えられた。これは、長期的な調査を行うことで解決されていく問題ではあるが、今回のように4日程度の簡易な調査で網羅できるようにする必要があると思われる。

③調査表に揚げた不安全要因の項目が多く、同じ事象に対して記入者によるバラツキが出る。例えば表-7.3.6に示すように、建設機械の作業半径内に人間が入ったことを指す項目が、「危険な場所への接近」「建設機械の死角」「作業区域内のスペースが狭い」「合図・確認が不徹底である」等に分散することにより、集計したときに個々の度数が低くなって、重点課題から漏れる可能性がある。

表-7.3.6 記入者によるバラツキが生じる不安全要因の項目

要因・項目数		記入者によりバラツキが生じる項目
(例) 建設機械 作業半径 内に人間 が入った	(環境)	11
	(機械)	5
	(作業方法)	5
	(人的)	6
	(その他)	1
合計		28項目

◎建設機械に死角あり
◎作業区域内のスペースが狭い
◎合図・確認が不徹底
◎危険な場所への接近

今回の調査においては、集計段階で気が付いたため、再度聞き取り調査を行い、整理し直すことで対処した。今後は、実工事適用試験の結果により、不安全要因の項目を整理統合することで、重点課題を的確に抽出できるようにする必要があると考える。

最後に、今回の調査により本評価手法の有効性は実証されたと考えるので、今後は「生産性」「安全性」「苦渋性」等、全ての要素で施工改善を実施することにより、効果的な施工改善手法の確立に向けて努力していきたいと考える。

7. 4 苦渋 1 堤防除草工

7. 4. 1 概要

(1) 工事概要

北陸地建の堤防除草は、平成7年度は12水系で約42百万 m^2 の作業を行っており、この内の98%強を機械化施工で行っている。中でも大型法面自走式草刈車、ハンドガイド式草刈機、肩掛式草刈機の3工種で全体の9割近くの約37百万 m^2 の作業を行っている。それぞれの割合は大型12%、ハンド26%、肩掛50%である。除草作業は、法面での作業が主で斜面勾配は1.5割から2.5割程度の箇所で行っており、そのため草刈機の転倒等の危険性が高く、また斜めの作業姿勢による疲労、さらに機械の騒音・振動も大きい作業である。これに加えて、作業時期が5月下旬から9月と暑い季節に行うために苦渋性が高い作業である。

今回の調査では阿賀野川工事事務所河川管理区域内の堤防除草工について、苦渋性に関して調査を行った。



写真-7.4.2 大型法面自走式草刈車



写真-7.4.2 ハンドガイド式草刈機



写真-7.4.3 肩掛式草刈機

(2) 調査概要

堤防除草工の代表的な3工種について表-7.4.1の内容で調査を行った。調査日の天候は11日が雨、12・13日は曇り時々雨あった。

改善項目は苦渋性の軽減を図ることを目的とした。

表-7.4.1 作業者の基本情報と調査時間

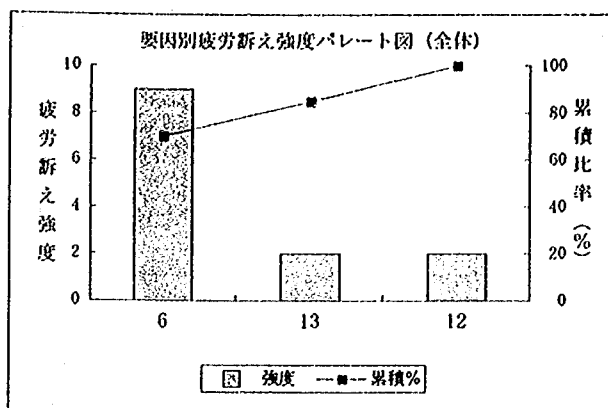
作業 工種	年齢	経験 年数	作業時間 (H)		
			7/11	7/12	7/13
大 型	44	10	3.0	5.5	
ハンド	51	18		6.0	3.0
肩 掛	62	25		6.0	3.0

7. 4. 2 堤防除草工の問題点

(1) データ分析と問題点の抽出

「疲労自覚症状日別チェックシート」により得られた疲労訴え強度を要因別にパレート図にまとめたものを図-7.4.1に示す。また、作業別の要因とその割合を表-7.4.2に示す。

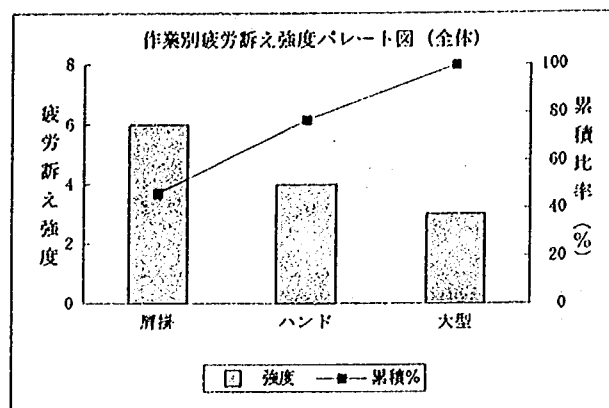
この結果より、「不安定な足場・地盤での作業」は、除草工が法面での作業のため、3つの作業工種全てに発生しており、全体の70%を占めている。



要因No	6	13	12	計
強度	9	2	2	14
累積%	70	85	100	
%	70	15	15	

No	要因
6	不安定な足場・地盤での作業
13	振動
12	騒音

図-7.4.1 要因別疲労訴え強度



作業工種	肩掛	ハンド	大型
強度	6	4	3
累積%	46	77	100
%	46	31	23

図-7.4.2 作業別疲労訴え強度

以上の結果より、問題点を抽出した。

なお、最終的に抽出する問題点の作業工種とその要因は、3つの作業工種の苦渋の要因の中から一番影響度の大きい要因をそれぞれ抽出した。

最終的には以下の3つを問題点として抽出した。

(大型)・・・「騒音」

(ハンド)・・・「不安定な足場・地盤での作業」

(肩掛)・・・「不安定な足場・地盤での作業」

(2) 改善課題選定

最終的に抽出された問題点の内、どの問題点を改善すれば有効であるかを「改善課題選定表」に

表-7.4.2 作業工種別要因

作業工種	要因	影響度
大型	騒音	67%
	不安定な足場・地盤での作業	33%
ハンド	不安定な足場・地盤での作業	100%
肩掛	不安定な足場・地盤での作業	67%
	振動	33%

より「改善すべき必要性」、「期待される成果の度合」、「活動期間内での解決の可能性」、「簡易施工改善手法の適用性」の4つの評価項目について3段階で評価した結果を表-7.4.3に示す。この結果より「ハンドは法面での作業の為、1日中不安定な足場・地盤での作業となり、苦渋性が高い。」を重要問題点として選定した。

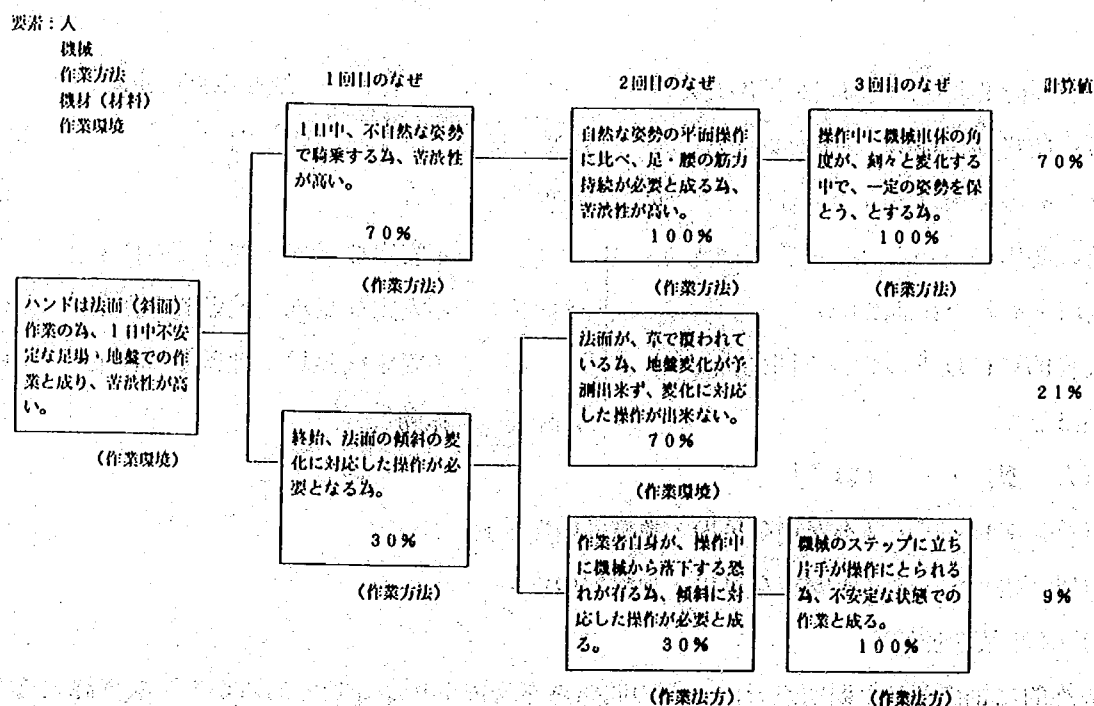
表-7.4.3 改善課題選定表

問題点	評価項目	評価項目				総合判定
		現場にとって改善すべき必要性の程度はどうか。 ・今すぐやらなければ問題が大きくなる。(緊急性) ・他の現場でもよくある問題なので改善案が使える。(共通性) 1. やや必要性がある 2. 必要性がある 3. 非常に必要性がある	その問題が解決できた場合、どの程度の成果が期待できるか。 ・時間短縮、省人化、省力化 ・安全性の向上 ・苦渋性の低減 ・改善意欲や理解の向上 1. やや効果がある 2. 効果がある 3. 非常に効果がある	決められた活動期間内で解決できる問題かどうか。 1. 解決できない 2. 解決できる可能性あり 3. 充分に解決できる	問題点を解決する際に簡易施工改善手法充分に活用できるかどうか。 1. 活用できない 2. 活用できる 3. 充分に活用できる	
ハンドは、法面(斜面)作業の為、1日中、不安定な足場・地盤での作業となり、苦渋性が高い。	評価点	1・2・③	1・②・3	1・2・③	1・2・③	11
大型は、機械自体の騒音(ディーゼル音)がかなり大きい為、苦渋性が高い。	評価点	1・2・③	1・②・3	1・②・3	1・②・3	9
肩掛は、法面(斜面)作業の為、不安定な足場・地盤の登り降りに加え、不自然な姿勢での作業を強いられる為、苦渋性が高い。	評価点	1・②・3	①・2・3	①・2・3	①・2・3	5

(3) 原因追求

改善課題選定表により選定された問題点に対する原因を5W法で追求し、その原因の重要度を算出して、対策すべき原因を絞り込んだ結果を表-7.4.4に示す。

表-7.4.4 5W法による原因追求



これより「操作中に機械車体の角度が、刻々と変化する中で、一定の姿勢を保とうとする為。」と「法面が草で覆われている為、地盤変化が予測出来ず、変化に対応した操作が出来ない。」の比率が各々70%、21%となり、この2つを最終原因として選定した。

7. 4. 3 改善案

(1) 改善案評価表

5W法により選定された最終原因に対する改善案を検討し、改善案評価表（表-7.4.5）により各評価項目により4段階で評価した。

改善案としては、「ラジコン草刈機の使用」と「傾斜変化に対応可能な機種の開発」の2つが挙げられ、各項目により評価した結果、後者は今後の開発が必要である事から早急な技術的実現性はなく、総合判定は×となり、前者は搭乗式でないため、斜面作業で不自然な姿勢をする必要が無く、肉体的な疲労が低減する。また、機械自体の転倒時にも作業員が巻き込まれる事が無く、安全性の面からも「ラジコン草刈機の使用」を改善案として採用した。

表-7.4.5 改善案評価表

(改善案評価表) 苦渋

5W法による最終原因		改善案		苦渋性	生産性	品質	安全性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
操作中に、機械車体の角度が、刻々と変化する中で、一定の姿勢を保とうとする為、平面操作に比べ、足・腰の筋力が必要になる。		ラジコン機にする事により、騎乗しない為操作中不自然な姿勢を保つ必要が無く、肉体的な疲労が低減する。		○ 不自然な姿勢を必要が無い。	△ 現状と同じ	○ 機械自重が、軽くなるのでトラ付が減少する	○ 転倒時にも、作業員が巻き込まれる事が無い	△ 現状と同じ	◎	◎	◎
法面が草で覆われている為、作業員が事前に傾斜の予測が出来ない。		現在使用機械に傾斜を予測出来、突然の傾斜変化に対応出来る機能を持った、機種を開発する。		○ 不自然な姿勢を減じられる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	○ 転倒の恐れが減じられる	△ 現状と同じ	○	×	×

(2) 改善効果のシミュレーション

改善案を実施することにより、疲労訴え強度がどの様に変化するか改善効果のシミュレーションを行った結果を図-7.4.3に示す。改善後の疲労訴え強度は4→2と半分になると予想される。これはラジコン草刈機を使用することにより、機械に乗らなくてよい為不自然な姿勢をする必要が無く、改善前の疲労訴え強度の要因であった「不安定な足場・地盤での作業」は無くなるが、斜面を送信機を持って登り降りをしたり、操作したりすることにより「不安定な足場・地盤での作業」が苦渋の要因として出てくることも考えられ、結果として疲労強度は半分になると考えられる。

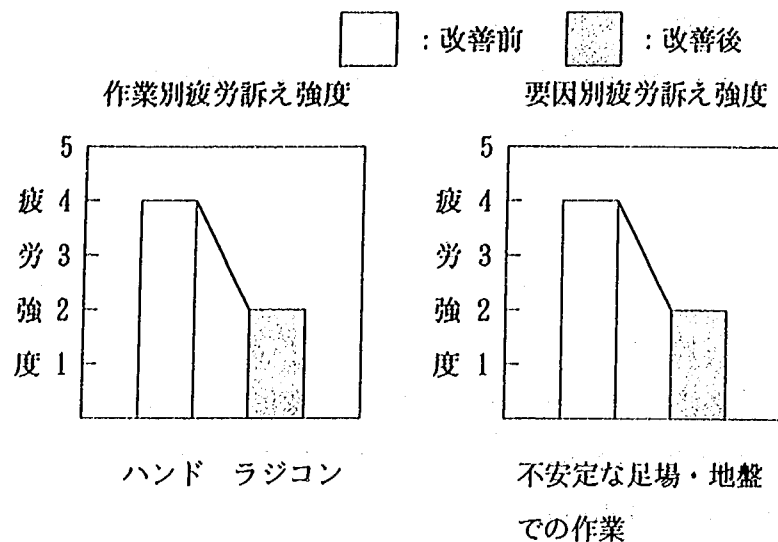


図-7.4.3 改善効果シミュレーション

7. 4. 4 改善効果

改善案としてラジコン草刈機を導入し、重要問題点である「ハンドガイド式草刈機」と同条件（作業時間・区域）において調査し、比較することにより、改善効果を検証した。

ラジコン草刈機による作業における作業者の基本情報と調査時間を表-7.4.7に示す。



写真-7.4.4 ラジコン草刈機

表-7.4.7 作業者の基本情報と調査時間

	年齢	経験年数	作業時間（H）		
			第1日目	第2日目	合計
ラジコン	41	5	3.0	5.5	8.5

改善前と改善後の疲労訴え強度の比較を図-7.4.4に示す。この結果より重要問題点の要因であった「不安定な足場・地盤での作業」による苦渋は皆無となり、改善案は充分効果的であったと言える。しかし、ラジコン草刈機の使用により新たに「作業時間が長い」という要因が発生した。これは調査後のヒアリングにより、同条件下での調査であったにも関わらず、以下の様な理由で苦渋要因として訴えられた。

1. 法面の登り・降りによる苦渋
2. 機械を直進させる為に修正操作が必要となる。
3. 送信機を持って操作することにより、肘を曲げたままの姿勢が続くことによる苦渋

これらは、送信機の重量の軽量化、直進走行制御機構の開発等更に改良していく為の今後の問題として検討していく必要がある。

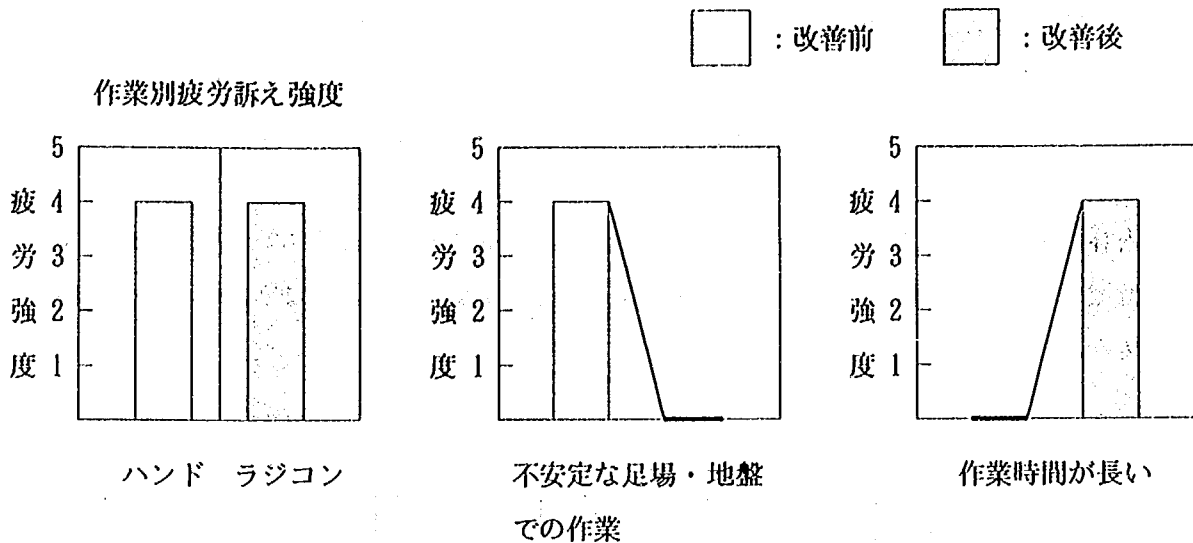


図-7.4.4 改善効果

7. 4. 4 まとめ

今回、北陸地方建設局では簡易評価手法を苦渋性について堤防除草工に適用してみたが、今回の調査でも様々な問題が生じた。その例を挙げると以下の3点が挙げられる。

1. 現場条件

除草作業は一般に暑い時期に行われるが、今回の調査では気温が低く、小雨も降る環境での作業であり、通常と違い草の破片や土埃が肌に付く事もなく、改善前の苦渋性の強度が低かったようである。屋外の作業には現場条件に注意が必要である。

2. 作業員の個人差

今回の調査では工種ごとに違う作業員により調査を行ったため、経験年数等により個人差が出ているようである。調査を行う時は事前に作業員に時間をかけて十分に調査の目的を理解してもらい、的確な資料を得ることができるようになり、複数の工種について同じ作業員により調査する等個人差を出にくくするような手段を講じる必要がある。また、データ数を増やすことも考える必要がある。

3. 改善案の選定

改善案の導入により当初の苦渋性の要因は無くなったが、新たにラジコンの送信機を持つことによる苦渋性が発生した。改善案を選定する場合には改善案導入により新たに別の苦渋要因が発生する可能性があることにも注意して検討する必要がある。

今後はこのような問題点を解決するために、現場条件の変化、データ数等の条件を実務に対応した方法を確認し、建設現場における作業環境の向上のための一手法として、簡易評価手法の改善を進めていきたい。

7. 5 苦渋性2 張芝工

7. 5. 1 対象工種の概要

張芝工は河川堤防の法面保護及び緑化による美観の向上を目的に施工されているものである。法面保護の方法は緑化による美観の向上を目的とした場合、張芝工の他に種子吹付工、植生ネット工、種子帯及び筋芝工等がありそれぞれ現場条件によって使い分けられている。

張芝工の適用条件は施工面を早期に緑化することが上げられ川表よりも川裏法面で施工される場合が多い。

作業内容は法面整形・芝設置・芝串打込・かけ土・散水養生から構成されており、今回の対象は苦渋性の低減の目的から法面での串打込み等人力作業の為、作業姿勢が悪く力を必要とする芝設置及び芝串打込みとした。

<張芝工作業フロー>

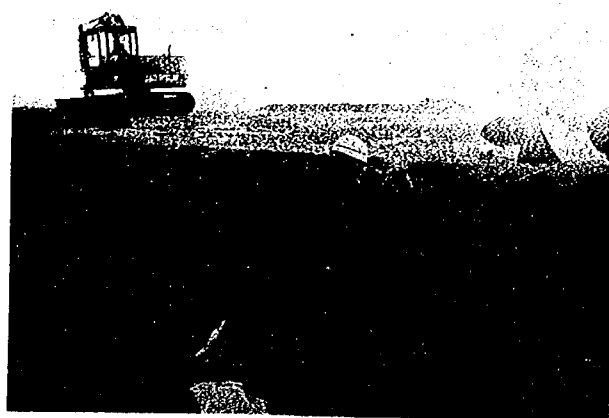
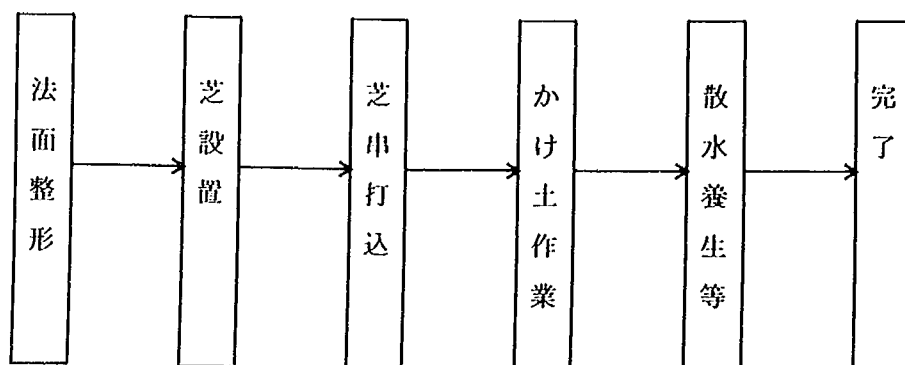


写真-7.5.1 芝串打込状況



写真-7.5.2 芝串打込完了状況

7. 5. 2 張芝工の問題点

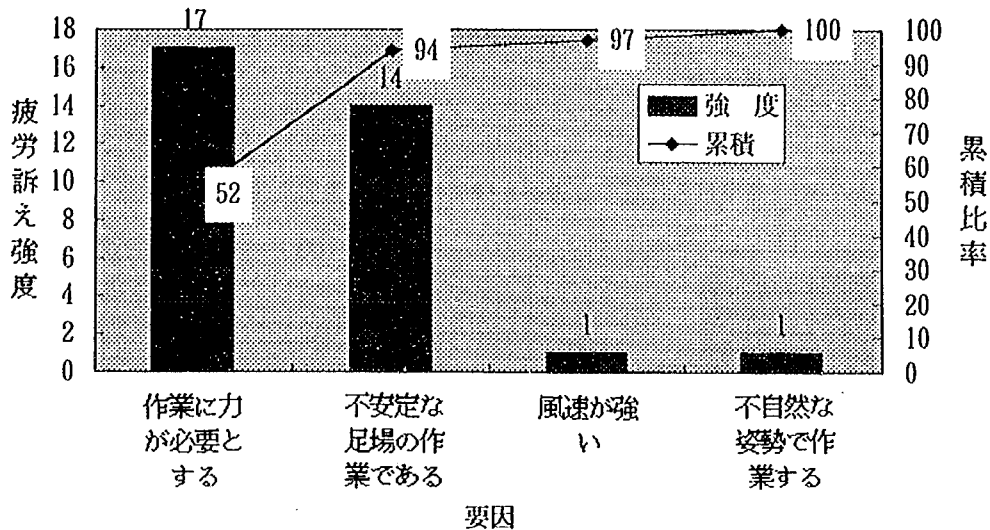
(1) データ解析

アンケート調査の結果から、疲労自覚日別チェックシートをもとに、推移グラフやパレート図に整理することによりデータ解析を行った。

1) 要因別疲労訴え強度

作業特性要因としては、腕が痛い、手が痛い等「作業に力を必要とする」と、腰が痛い、足が痛い等の「不安定な足場の作業である」の作業特性要因で全体の94%を占めている。

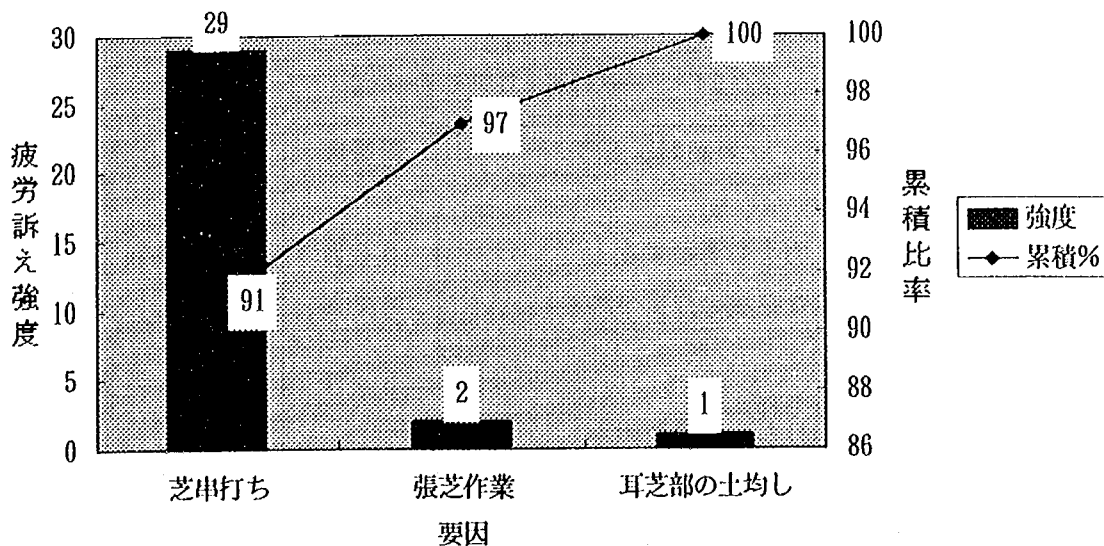
表-7.5.1 要因別疲労訴え強度



2) 作業別疲労訴え強度

作業全体としては、「芝串打ち」作業の疲労訴え強度が全体の91%を占めている。芝串打ち作業は、張芝工作業の中で最も法面上での作業時間が長く、不自然な姿勢で1枚の芝に対し2本の芝串打ちを木づちを使って連続的に行われるところに疲労訴え強度の高い要因があると予想される。

表-7.5.2 作業別疲労訴え強度



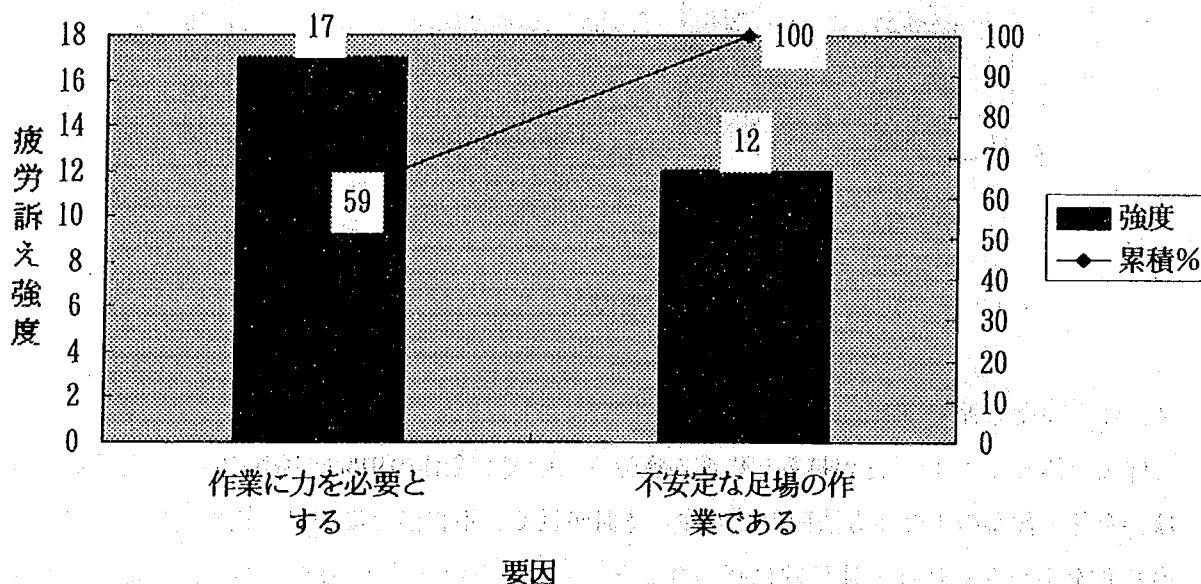
3) 作業別疲労訴え強度の2次分析

張芝工の中で最も疲労訴え強度の高い作業は、芝串打ち作業ということが判明したが、その芝串打ち作業の疲労訴え強度に対する要因の分析を行った。

その結果、「作業に力を必要とする」と「不安定な足場の作業である」の2つの要因に絞られた。「作業に力を必要とする」の要因は、芝固定のため約15cmの芝串を地中に打ち込む作業において、法面が固めに整地されており、芝串を木づちで力を入れて打っても串が地中内にスムーズに打ち込まれない為と思われる。地面の固さは芝串がたびたびおれる現象が現場で見られるほどであった。

また、「不安定な足場である」の要因は、法面上であるため不安定な足場で足を滑らせながらの苦渋作業であることと思われる。

表-7.5.3 芝串打ち作業の疲労訴え強度に対する要因別疲労訴え強度



4) 問題点の抽出

張芝工の苦渋性に関するデータ解析結果を表-7.5.4にまとめた。

表-7.5.4 苦渋性に関する問題点の整理

項目	重要問題点	影響度	影響度合計
疲労訴え強度	(要因)		
	作業に力を必要とする	52%	94%
	不安定な足場の作業である	42%	
	(作業)		
	芝串打ち作業	91%	91%
強度	(芝串打ち作業の要因)		
	作業に力を必要とする	59%	100%
	不安定な足場の作業である	41%	

先の表から問題点を2つに絞りまとめると以下ようになる。

①問題点1：芝串打ち作業は、作業に力が必要とする為、苦渋性が高い。

②問題点2：芝串打ち作業は、法面上の作業で不安定な足場の作業の為、苦渋性が高い。

7. 5. 3 改善案

改善課題選定表を用い、課題の選定を行った。

表-7.5.5 改善課題選定表

問題点	評価項目	問題点によって改善すべき必要性の程度はどうか。				総合判定
		1. やや必要性がある 2. 必要性がある 3. 非常に必要性がある	その問題が解決できた場合、どの程度の成果が期待できるか。 (緊急性) ・時間短縮、省人化、省力化 ・安全性の向上 ・苦渋性の低減 ・改善意欲や理解の向上 (共通性)	決められた活動期間内で解決できる問題かどうか。	問題点を改善する際に簡易評価手法が十分に活用できるかどうか。	
芝串打ち作業は、作業に力が必要とする為、苦渋性が高い。	評点	1・②・3	1・2・③	1・2・③	1・2・③	11
芝串打ち作業は、法面上の作業で不安定な足場の作業の為、苦渋性が高い。	評点	1・②・3	1・2・③	1・②・3	1・2・③	10

(作成手順)

①職員または班長は、評価項目別に総合判定のための項目出しを行う。

②現場の作業員全員で討議し、各問題点に対する各評価項目の評点を○をつける。

③職員または班長は、各評価項目の評点の和を総合判定に計算してつけること。

④原則としては、総合判定の内、一番高い点数について改善する事とする。

重要問題点の発生原因について、施工業者等を含めてのブ레인・ストーミングによって討議し、5W法により解析を行った。

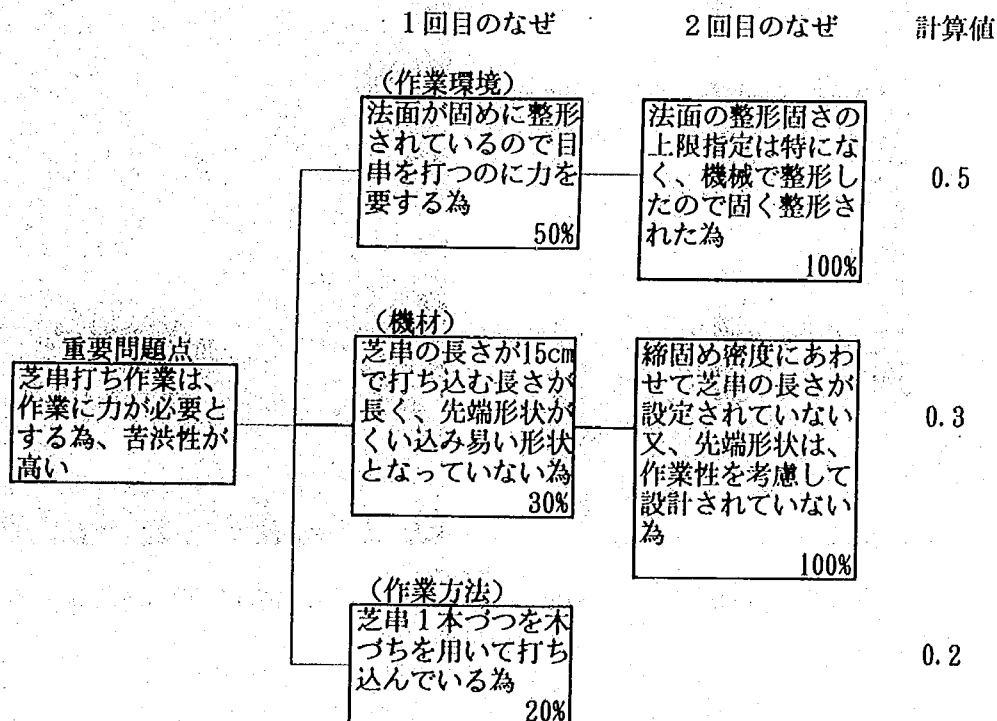


図-7.5.1 5W法

5W法で抽出した最終原因を改善案評価表で評価する。

表-7.5.6 改善案評価表

重要問題点	目申打ち作業は、作業に力が必要とする為、苦労性が高い。	苦労性	生産性	品質	安全性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
5W法による最終原因	改善案								
法面の整形固さの上限指定はなく、機械で整形したので固く整形された為	法面整形固さの上限指定をすることにより苦労性を低減させる	○ 芝申打ち作業が楽になる	○ 芝申打ち作業の効率が上がる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	○	× 仕様変更は無理	×
締固め密度にあわせて芝申長さが設定されていない。又、先端形状は、作業性を考慮して設計されていない為	芝申を固い法面用に短くし、先端を鋭角にして打ち込み易くする	○ 芝申打ち作業が楽になる	○ 芝申打ち作業の効率が上がる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	○	◎ 活動期間内に容易にできる	◎
芝申1本ずつを木づちを用いて打ち込んでいる為	ロール芝にして、芝申打ち本数を減少させる	○ 芝申打ち作業が楽になる	○ 芝張自体が早くなる	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	△ 現状と同じ	○	△ コストの増大が考えられる	×

評価項目：生産性（省力・省人化）、安全性、苦労性、品質、環境保全、技術的実現性（開発費含む）等

①評価項目を左から優先順位が大きいと思う項目順に並べる。

②改善案に対する各評価項目の効果を判断し、その理由を簡単に記入する。

③総合判定で技術的実現性を考慮し最終の改善案を選択する。

◎：現状より非常に効果が上がる ○：現状より効果が上がる △：現状と同じ ×：現状より悪くなる

◎：活動期間内に容易に実現できる ○：実現できるが活動期間内は無理 △：実現できるかどうかわからない ×：実現できる可能性がほとんどない

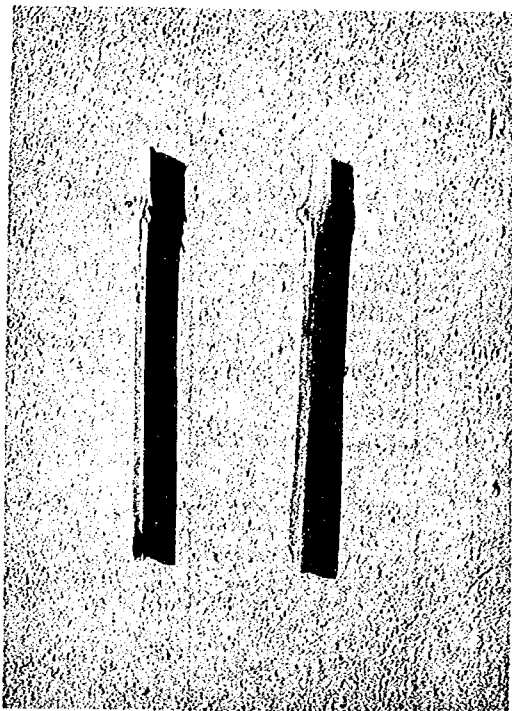


写真7.5.3 改善前芝申

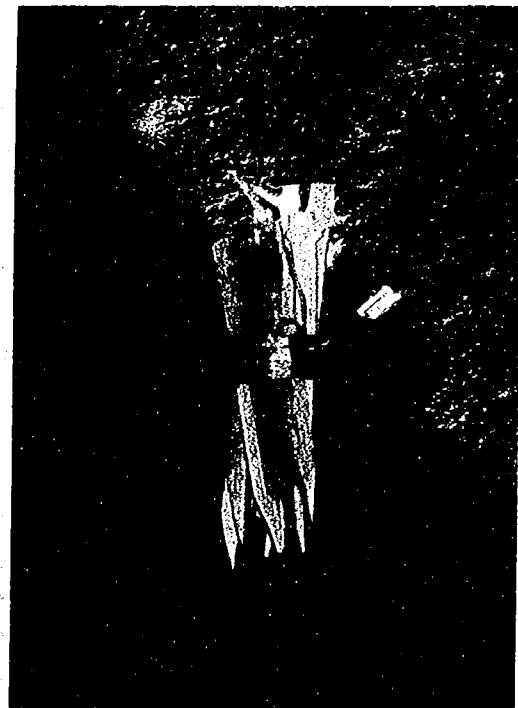


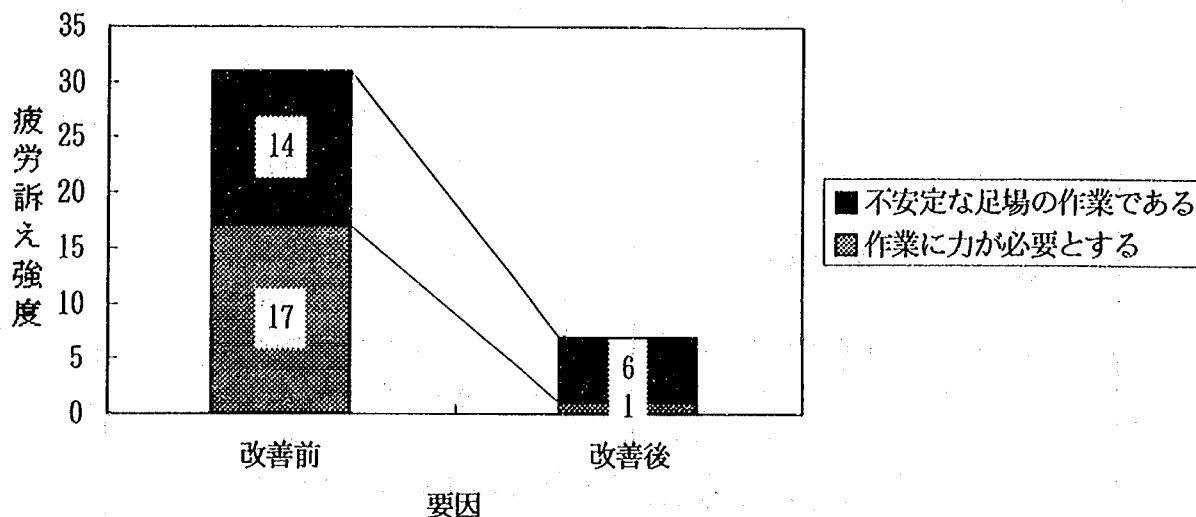
写真7.5.4 改善後芝申

7. 5. 4 改善効果

改善案評価表における対策を実施することによって、改善対策となった原因（締固め密度に合わせて芝串の長さが設定されていない。又、先端形状は、作業性を考慮して設計されていない為）の発生率を下げるため、芝串の先端を鋭角にして実現場に導入し、再度アンケート調査を行った。

結果として、「長時間ハンマーを使用するため腕が痛い」という意見は残されているが、「作業に力を必要とする」は17件から1件に、「不安定な足場の作業である」は14件から6件に減少した。

表-7.5.1 改善比較表



7. 5. 5 まとめ

今回の調査は張芝工の中で芝串打ち作業に着目し改善案の現場導入を行った結果、苦渋性の低減を確認する事が出来た。今後、今回対象とした工種の要因別疲労訴え強度順序2番目に位置する「不安定な足場作業」を解析し、この工種における総合的な苦渋性の低減を行うことが必要と考えるものである。本調査が対象とした張芝工は人力作業が主で、その作業員は専門職種ではなく現地における期間雇用が一般的であり、業務改善意識が低く、本業務の理解度も低かった。

簡易評価手法は現場の作業員の意見をチェックシート等で抽出し改善案を導き出す手法であるが、第三者的な視点においての問題点の抽出方法の検討も必要と考えられ、この簡易評価手法によって施工業者が自主的に業務改善を実施し、さらに手法を使いやすくする活動も含め、より良い施工環境の充実に望むものである。

7. 6 苦渋性3 コンクリートブロック積工

7. 6. 1 概要

コンクリートブロック積工は、主として法面表土の崩落防止を目的とし、ほぼ勾配が1割未満の法面に施工される擁壁の一つで、一般に図-7.6.1に示す手順で施工されている。

多くの作業が人力によって行われ、又狭くて不安定な足場での作業となるため苦渋性等に問題があるものと考え本調査を試みたものである。

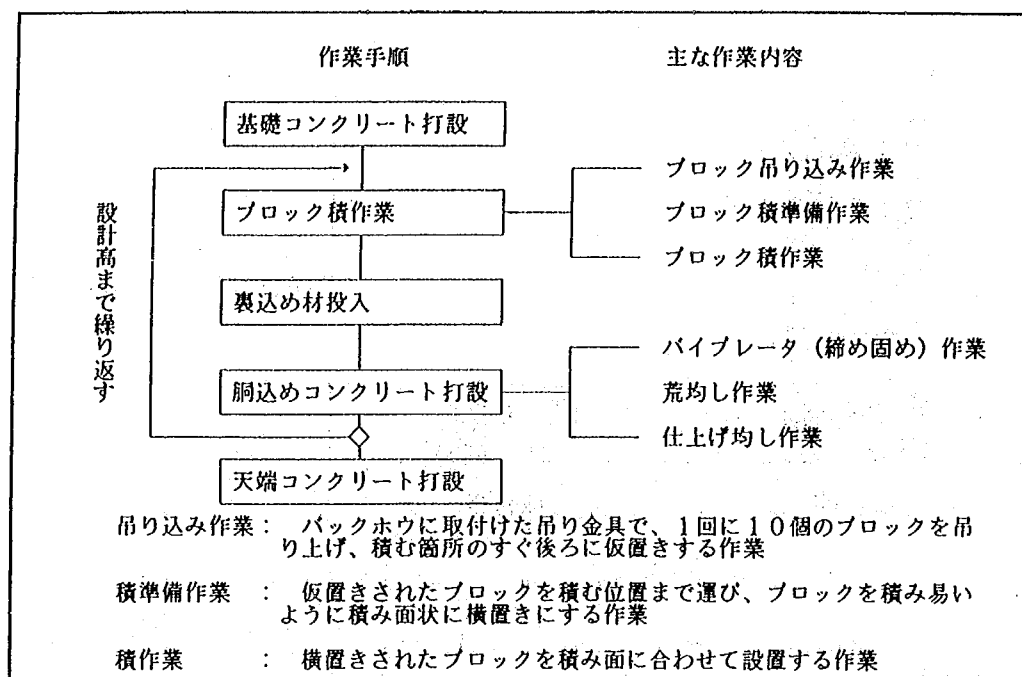


図-7.6.1 コンクリートブロック積工作業手順

(1) 工事概要

今回調査の対象となった工事の概要は次のとおりである。

工種	コンクリートブロック積工
施工面積	741m ²
法勾配	1 : 0.4
調査対象者	バックホウ オペレータ1名（ブロック吊り込み作業） 作業員 ブロック工1名（ブロック積作業） その他の作業員 5名～7名（その他の作業）

(2) 改善項目の選定

この工種の生産性、安全性、苦渋性の各改善項目の問題点を大きくあげると次のものが考えられる。

- 1) 生産性 積長30cm×積幅40cm程度のブロックを人力作業で施工するため生産性が悪い。
- 2) 安全性 作業スペースが狭く、積高が高くなると高所作業となり、転落等の危険がある。
- 3) 苦渋性 作業スペースが狭く、重いブロック（約40kg）の運搬据付調整等の人力作業が繰

返し続けるため肉体的、精神的疲労がたまる。

このうち重いブロックを人力で繰り返し動かす肉体的苦渋、据付面の合わせ等の細かい調整作業に伴う精神的苦渋が最も考慮すべきものと考えられ、今回は苦渋性の改善について検討することとした。

7. 6. 2 コンクリートブロック積工の問題点

苦渋性の低減に向けた施工改善方法は、まず作業者の疲労の程度を調査し問題点を抽出することによって改善点を見いだすことである。この具体的な方法として、「職場全員の意見を収集する方法」と「測定機器を用いて収集する方法」があるが、今回は簡易的方法であるため「職場全員の意見を収集する方法」についてのみ実施した。

(1) 問題点の発見

1) 疲労データの調査

作業者に1日の始業前と終了後に、疲労自覚症状日別チェックシートの各項目にあてはまる自覚症状の該当箇所と疲労の原因となる具体的な作業を記入させ、始業前と終了後に自覚症状の差がある場合には、調査員がその具体的な作業内容等をヒヤリングした。

なお、調査に先立ち調査の主旨を充分説明したつもりであったが、現場作業員は機械のオペレータ等を除き、一時的に雇用された者が多く、作業についての認識が薄い事や調査に煩わしさを感じる等のため、協力を得るのに多大な努力を必要とした。

2) 原因分析

疲労自覚症状日別チェックシートから疲労訴え強度を、要因別、作業別、作業員別に分類しパレート図にして分析を行った。この結果、疲労度が最も顕著に現れたのが図-7.6.2作業別パレート図となったので、これから問題点を抽出することとした。

今回のブロック積現場ではほぼ8人編成で作業を行っており、最も疲労度が大きいのが積み準備作業で約40%、次にブロックを積み作業で約30%、以下コンクリート施工関係で、仕上げ、締固め、荒ならしの順となっている。

特に、積み準備作業と積み作業は、ブロック1個ごとにそれぞれ必要であるため、大きな苦渋になるとと思われる。

このため疲労度が大きい上位2つの作業について改善策を検討することとした。

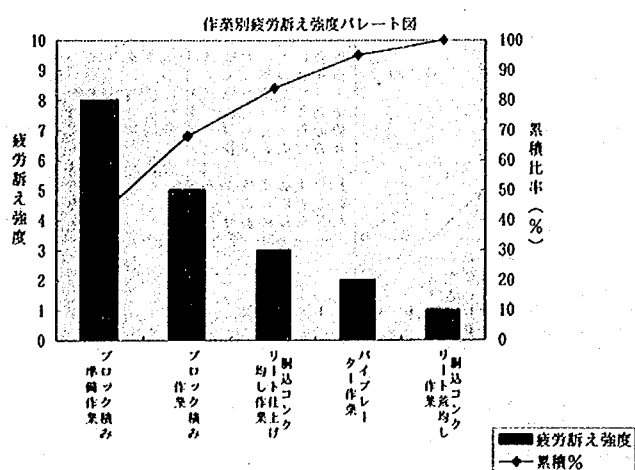


図-7.6.2 作業別疲労訴え強度パレート図

7. 6. 3 改善案

(1) 改善課題の選定

前述の2つの作業について改善課題を選定するため、表-7.6.1の改善課題選定表の評価項目に
そって、作業員を集めてブレインストーミング法で検討を行い次の結果を得た。

- 1) 準備作業は、運搬作業の改善などにより改善効果は大きいと考えられる。
- 2) 積み作業の調整は、経験による細かい作業が必要で、高価な作業ロボット等を導入する方法もあるが、今回の主旨には沿わないものと考えられる。

以上の結果から準備作業の改善度が高くなり、準備作業の苦渋性について検討を行うこととした。

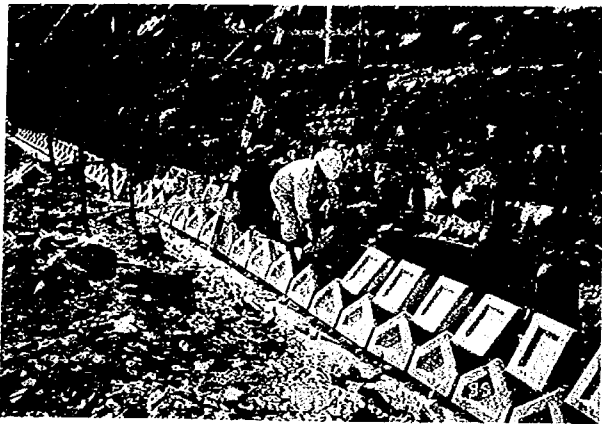


写真-7.6.1 ブロック積み準備作業



写真-7.6.2 ブロック積み作業

表-7.6.1 改善課題選定表

(改善課題選定表)

問題点	評価項目	その問題が解決できた場合 どの程度の成果が期待できるか。 ・時間短縮、省人・省力化 ・安全性の向上 ・苦渋軽減や理解の向上 ・改善意欲や理解の向上				総合判定
		現場にとって改善すべき必要の程度はどうか。 ・今すぐやらなければ問題が大きくなる。(緊急度) 他の現場でも良くある問題なので改善が使える。(共通性)	1. やや必要性がある 2. 必要性がある 3. 非常に必要性がある	1. やや効果がある 2. 効果がある 3. 非常に効果がある	決められた活動内容で解決できる問題かどうか。 1. 解決できない 2. 解決できる可能性有 3. 充分に解決できる	
ブロック積み準備作業としてブロックの並び替え作業は、作業スペースが狭いところでのブロック移動作業及び力要作業のため苦渋性が高い。	評点	1 . ② . 3	1 . 2 . ③	1 . ② . 3	1 . ② . 3	9
ブロック積み作業は、作業スペースが狭いところでブロックの位置や角度を細かく調整する作業のため、苦渋性が高い。	評点	1 . ② . 3	1 . ② . 3	① . 2 . 3	1 . ② . 3	7

(作成手順)

- ① 職長または班長は、評価項目一覧表に総合判定のための項目出しを行う。
- ② 現場作業員全員で討議し、各問題点に対する各評価項目の評点に○をつける。
- ③ 職長または班長は、各評価項目の評点の和を総合判定に計算してつける。
- ④ 原則としては、総合判定の内、一番高い点数について改善することとする。

(2) 原因の解析

改善課題の検討から、ブロック積準備作業の改善効果が大いだと判定されたため、準備作業について、作業員とのブレインストーミングにより、5W法を用いて問題の発生原因を解析した。その結果を図-7.6.3に示す。

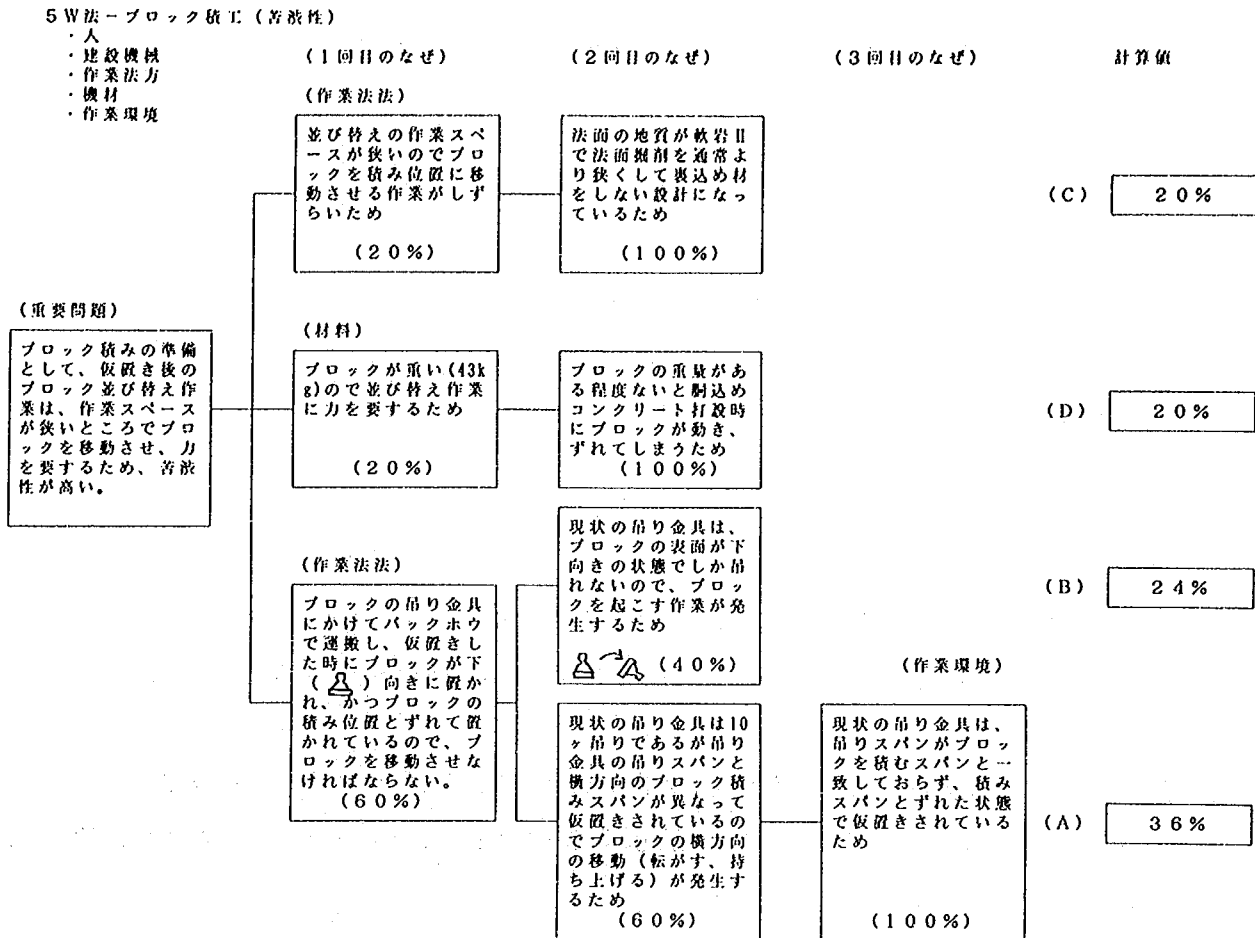


図-7.6.3 5W法による苦渋原因の解析

(3) 改善案の評価と選定

5W法で解析された、3つの原因について、作業員とのブレインストーミングにより討した結果、表-7.6.2改善案評価表に示す改善及びその改善効果の評価がなされた。

まず、吊り金具の吊り間隔を改善する方法は、苦渋性低減効果も大きく、技術的実現性や費用の面からも容易に実現可能なものと思われる。

次に、ブロックの吊り方を横向きにすることは可能であるが、専用のジグと費用を要するので作業期間内での改善は困難である。

最後に、法面を掘削して幅を広げる方法は、安全性は非常に良くなると考えらるが、その他の効果はあまり望めず、施工費用等が高価となり実現性が低い。

以上の評価により、今回は吊り金具の吊り間隔の改善が最良であると判断した。

表-7.6.2 改善案評価表

課題 問題点	説明
	ブロック積みの準備として、仮置き後のブロックの並びかえ作業は、作業スペースが狭いところでブロックを移動させ、力を要するため苦渋性が高い。

5W法による最終原因	改善案	評価項目							
		苦渋性	生産性	品質	安全性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
現状の吊り金具は、吊りスパンが一致しておらず、積みスパンと一致しない状態で仮置きされているため	現状の吊り金具を改良し、吊りスパンを一致させるブロック移動をなくす。	○ 持ち上げる作業がなくなる	○ 並びかえ作業が速くなる	△ 現状と同じ	○ 物を傷める危険な作業が減少する	△ 現状と同じ	○	○	○
現状の吊り金具は、ブロックの表面が下向きで、ブロックを吊り上げる際に発生する作業が	吊り金具を変更し、ブロックの表面を上向きにして、ブロックの準備と並びかえ作業をなくす	○ 並びかえ作業がなくなる	○ 並びかえ作業が速くなる	△ 現状と同じ	○ 重量物を扱う工程が少なくなる	△ 現状と同じ	○	○	○
法面の地質が軟弱で、法面掘削を必要としているため	作業スペース（背面幅）をもっと広く持たせる様に設計基準を変更する	○ 現状より仕易くなる	○ 作業が速くなる	△ 現状と同じ	○ 自然な姿勢が保たれる	△ 現状と同じ	○	△	△

評価項目：生産性（省力・省人化）、安全性、苦渋性、品質、環境保全、技術的実現性、（開発費含む）等

（4）改善効果の事前評価（効果のシミュレーション）

総合判定として決定された改善案を導入することにより、対象となった苦渋が減少すると、ブロック積準備作業の疲労訴え強度は、図-7.6.3の5W法の計算値からも判るように、36%の低減効果が見込まれる。

また、勤務状況や調査日数が改善前後で変化がないと仮定し、全体作業にかかる影響を取り出してみると図-7.6.4のようになり、疲労訴え強度は、19ポイントから3ポイント減少し、約15%低減するものと予想される。

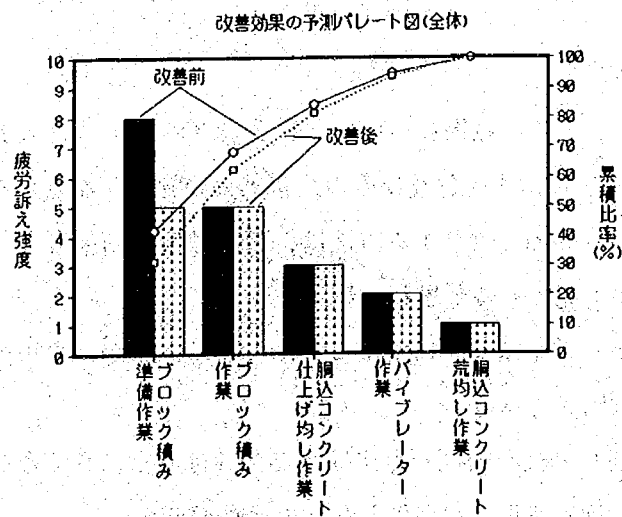


図-7.6.4 改善効果の予測バレート図

(5) 具体的な改善内容

積準備作業でのブロック移動を少なくするために、ブロック吊り金具の吊り間隔を現使用の約33cmから今回のブロック積施工幅である42cmに変更した。

吊り個数については、吊り棒全長を現使用の物より80cm程度延ばせばよいことから、従来どおり10個とした。

なお、この改善に要した費用は約6万円であった。

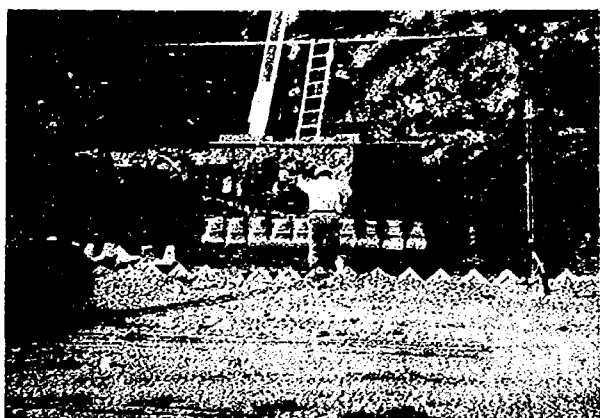


写真7.6.3 改善前ブロック吊り込み作業

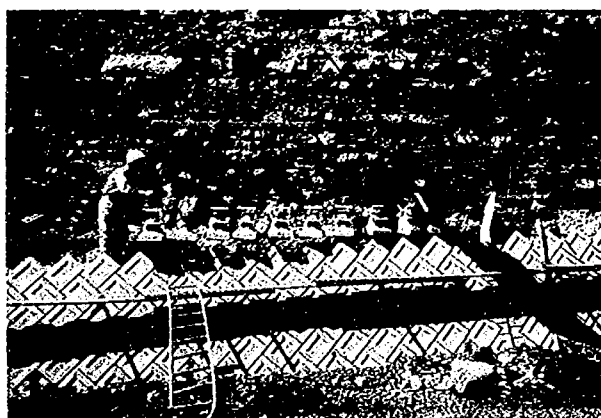


写真7.6.4 改善後ブロック吊り込み作業

7. 6. 4 改善効果

(1) ブロック積準備作業の改善効果

ブロック積準備作業員の日別疲労訴え強度を、吊り金具改善前と改善後の変化推移グラフとして図7.6.5に示す。

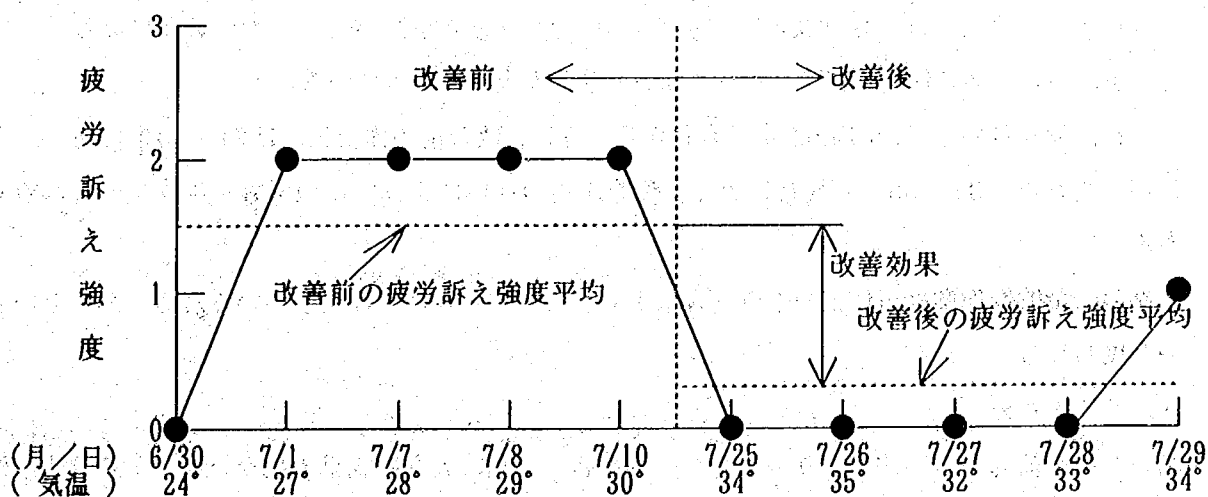


図7.6.5 吊り金具改良前後の準備作業員の日別疲労訴え強度

この図からもわかるように、吊り金具を改善したことによって苦渋性の低減効果があることが判明した。

これは、狭い足場上で重いブロックを横移動させることによって感じていた苦渋が、吊り金具を改良することによってスパンが一致し、人手による横移動作業がなくなり苦渋が低減したものである。

なお、改善後の結果として、疲労訴え強度は、平均で1.6から0.2となり、率にして87.5%もの低減効果が現れている。

(2) 作業別の改善効果

改善後の作業別疲労訴え強度パレート図を図-7.6.6に示す。

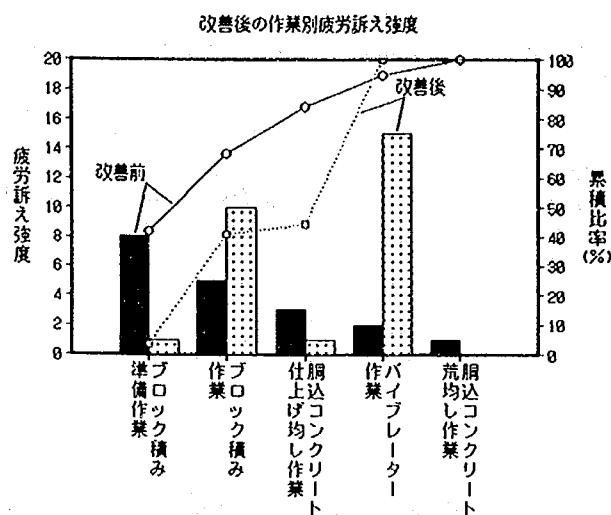


図-7.6.6 改善後の作業別疲労訴え強度

吊り金具の改良では準備作業のみが影響され、図-7.6.4の予測パレート図のようになるはずであるが、ブロック積作業、パイプレータ作業で疲労が大きくなっている。

これは調査日の気温が図-7.6.5からもわかるように、改善前の作業気温は24～30度であったものが、改善後は32～35度と異常に暑く、作業環境の違いによってこの影響が現れているためである。

なお、積準備作業は積作業の進み具合により、炎天下をさけて作業しているため、影響ないものと思われる。

7. 6. 5 まとめ

現場の問題を簡易IE手法により解決した一例を報告した。大きな成果ではないが、IE手法が建設工事に導入可能であることが証明されたと思われる。

今回は適用研究ということで、調査期間が短く部分的な改善であったが、本格的に適用すれば、プ

ロック吊り方法等さらに改善できるものと考えられる。

さらにこの手法は、具体的な改善効果のみならず、作業員はブレンストーミングをとおして全体の工程、作業内容を理解でき、次工程のことを考慮して作業する等、作業に対する認識を持つようになる。

ただし、調査にあたっては次項に示すようなさまざまな課題も現れ、今後の問題として検討する必要がある。

(1) 気象条件

図-7.6.6に示すように、同じ条件下でも気温により疲労度が大きく変化している。

一般に土木作業は屋外作業となるため、気温、湿度及び風雨等は大きく影響するものと考えられ、例えば春秋の気象変化の少ない時期に調査するなど考慮する必要がある。

(2) 現場条件の多様性

作業現場によっては、1人の作業員が何種類もの作業を行うため、疲労の原因が特定できないことがある。

これは、終了時のみ1回調査するのを、各作業の終了ごとに調査する等して対応する必要がある。

また、作業の進捗に伴い高所作業になる等、疲労原因が変化していくことも考えられ、これには時系列的に要因の分析を行うなどの検討が必要と思われる。

(3) 作業員の改善に対する認識

今回の調査では、調査を就業時間外に行ったため調査に協力的でなかったこともあり、調査を就業時間内で行い業務の一部とする等して、作業員の協力認識を高める必要がある。

さらに、現場代理人等の上に立つ者の指導力が大きく影響するため、彼等に調査の主旨を理解させ、またディスカッション手法等を習得させる必要がある。

最後に、今回の調査は調査する者もされる者も初めての経験であり、また前述のような課題も見うけられ、試行錯誤的な作業が多々あったが簡易な方法で現場の問題を定量的にとらえることは、作業員にも理解しやすくボトムアップ方式の改善方法として有用な手法と思われる。

7. 7 生産性1 築堤工

7. 7. 1 概要

(1) 工事概要

対象工事は既設堤防の堤内地を盛り土する高規格堤防工事である。工事は、敷均し敷固め、平場仕上げ、法面整形、法面芝張りの作業を行う。なお、日当たりの計画施工量は、 $1,200\text{m}^3/\text{日}$ である。

施工延長 453.0m

工事数量	敷均し締固め	$54,400\text{m}^3$
	平場仕上げ	$2,790\text{m}^2$
	法面整形	$5,530\text{m}^2$
	法面総芝張り	$5,530\text{m}^2$

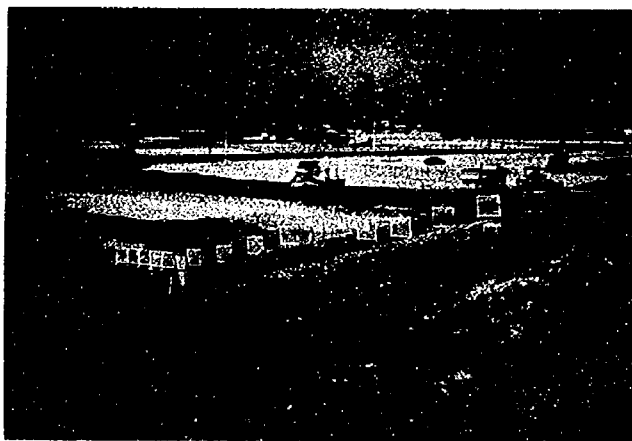


写真-7.7.1 工事現場全体

(2) 調査対象作業範囲

築堤工のうち盛り土工について調査を行った。

(3) 調査対象者

機械オペレータ (4名)

バックホウ (0.7m^3)	1名
ブルドーザ (D50P)	1名
ブルドーザ (D60P)	1名
タイヤローラ (8t~20t)	1台



写真-7.7.2 作業状況

7. 7. 2 築堤工の問題点

7名の作業員に対して5日間にわたり「簡易評価調査表」によりデータを収集し、解析した。築堤工は、比較的単純作業のため、段取りはこれ以上変えることができない。また、高規格堤防工事のため締固め度を90%以上にしなければならないため、どうしても大型の建設機械を使用しなければならない、建設機械の組み合わせも決まってしまう。これらのことから、建設機械の稼働率に着目して、今回の施工改善の目的である生産性の向上について解析を行うことにした。あわせて、この建設機械の稼働率に関係のあるオペレータの作業内容（停止時間を含む）及び稼働率についても解析を行った。解析結果から以下のようなことが抽出された。

(1) オペレーターについて

バックホウのオペレータについては、日々の稼働率も安定していて80%を越え、平均稼働率は91.2%となった。また目立った停止内容もなく、これといった問題点は抽出されなかった。

ブルドーザ（D50P）のオペレータについては、日によって稼働率にばらつきが大きく、平均稼働率は56.3%と低いものとなった。停止内容について見ると、材料（土）待ち、段取り待ち、休止が非常に多く、実に停止時間全体の80.9%を占めている。ただ、休止については、その日の作業がブルドーザ1台で十分であったため、1台を休止させたので生じたものである。またこのオペレータは、12月6日～12月8日の3日間はタイヤローラのオペレータも兼ねて行っている。

ブルドーザ（D60P）のオペレータについては、日々の稼働率はほぼ一定であるが平均稼働率は61.7%と低いものとなった。停止内容について見ると、材料待ちについての停止時間が圧倒的に多く、停止時間全体の79%と非常に高い割合を占めている。

タイヤローラのオペレータについては、日々の稼働率はほぼ一定で平均稼働率は、79.4%と良好であるが、やはり停止内容で材料待ちが多く、停止時間全体の85.5%を占めている。しかし、タイヤローラはブルドーザが敷均しを行った後に転圧を行うので、材料が搬入されなければブルドーザは敷均しができないため、当然タイヤローラは転圧することができない。このことから、タイヤローラでの材料待ちはブルドーザの材料待ちによって変化してくる。また、このオペレータはダンプの誘導も兼ねて行っている。各オペレータの作業工数を以下に示す。

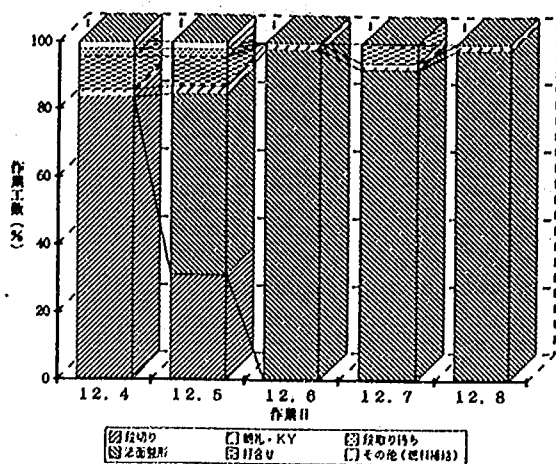


図-7.7.1 バックホウ (0.7m³) の
オペレータの日々作業工数

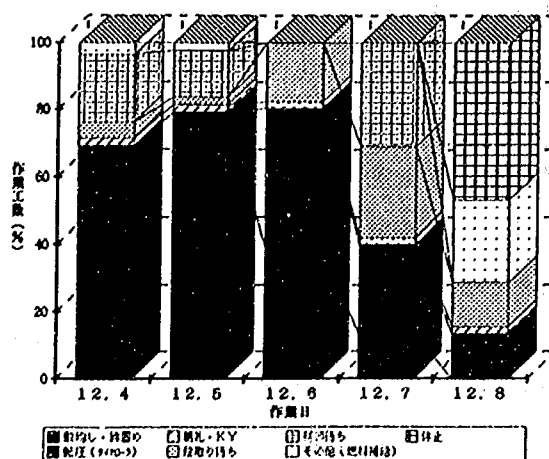


図-7.7.2 ブルドーザ (D50P) の
オペレータの日々作業工数

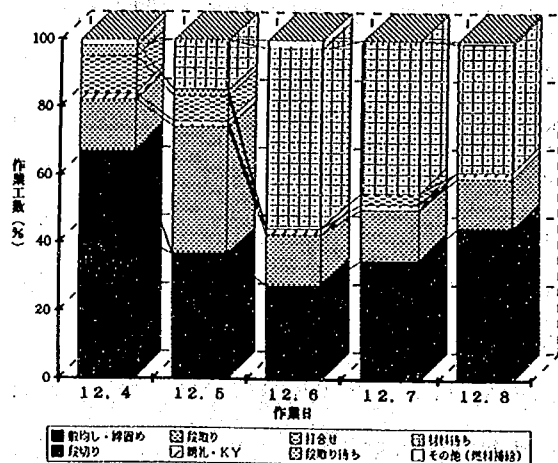


図-7.7.3 ブルドーザ (D60P) の
オペレータの日々作業工数

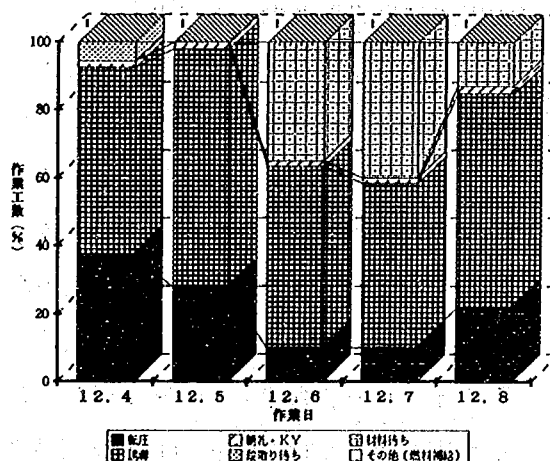


図-7.7.4 タイヤローラ (8t~20t) の
オペレータの日々作業工数

(2) 建設機械について

バックホウについては、平均稼働率が91.2%と非常に良好で特に問題点は抽出されなかった。

ブルドーザ (D50P) については、日々の稼働率にばらつきがあり、平均稼働率が40.1%と非常に低いものとなった。これは、材料待ちに加えてオペレータがタイヤローラで転圧作業を行っている日があるためである。

ブルドーザ (D60P) については、日々の稼働率はほぼ一定で平均稼働率が61.7%となった。停止内容については、オペレータと同様に材料待ちによる停止時間が多い。

タイヤローラについては、平均稼働率が29.5%と非常に低いものとなっている。これはタイヤローラの能力がブルドーザの敷均し能力を大幅に上回っているからである。また、このタイヤローラのオペレータはダンプの誘導を兼ねて行っている。各建設機械の稼働率を以下に示す。

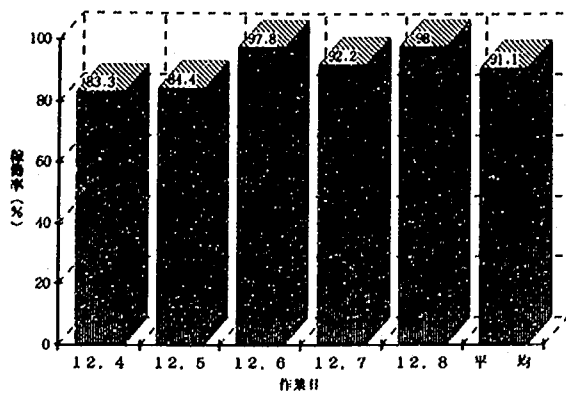


図-7.7.5 バックホウ (0.7m³) の稼働率

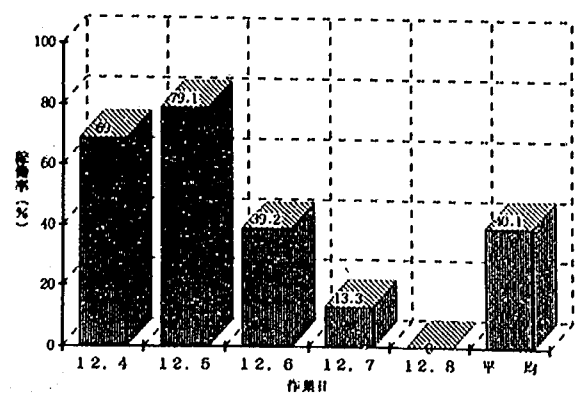


図-7.7.6 ブルドーザ (D50P) の稼働率

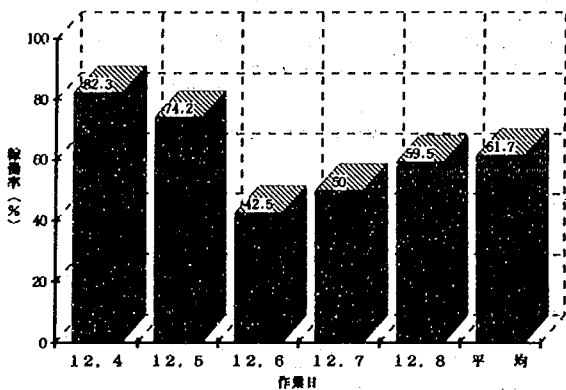


図-7.7.7 ブルドーザ (D60P) の稼働率

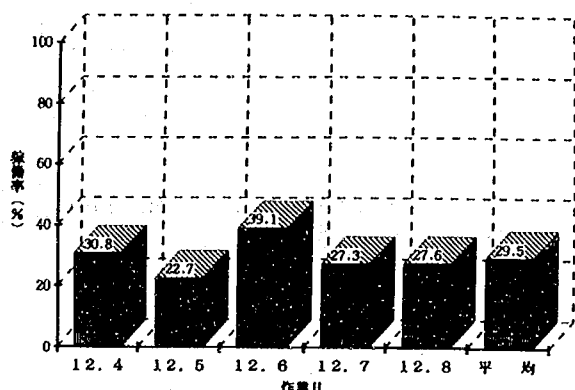


図-7.7.8 タイヤローラ (8t~20t)

以上のような結果からバックホウのオペレータ及びバックホウを除いたものについて改善案を抽出することにした。

7.7.3 改善案

解析結果から抽出された問題点についてなぜそのようなことになるのか問題点を抽出し、改善案を選定した

(1) 問題点

1) 各建設機械の稼働率が低い

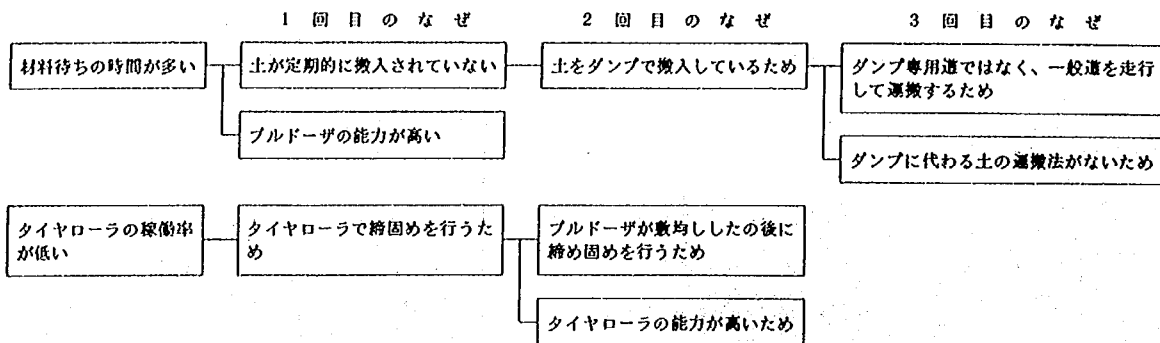
ブルドーザについては、解析結果から2台では能力的に余裕があるために作業が早く終了してしまい、材料待ちの時間が発生するのではないかと考えられる。タイヤローラについては、ブルドーザが敷均し・締固めを行ってから転圧を行うこと、転圧能力に余裕があるためである。しかし、なぜタイヤローラで転圧を行う意味を考えると、それは土の締固め度を基準値以上にするために行っているのであって、この基準値をブルドーザによる締固めでクリアできれば、タイヤローラは不必要になるのではないかと考えられる。

2) 材料待ちの時間が多い

これは、敷均し・敷固めはある程度の材料がまとまってから行うため、このような待ち時間が発生する。このような時間を減少させるには、平均的にダンプが土の搬入を行えばよいのであるが、実際には、ダンプが土を搬入する時刻は、交通事情・採土場の混み具合などいろいろな要因が関係してくるため、平均的に搬入することは困難であると考えられる。ダンプの台数を増やすことで解決できるだろうが、1日の生産目標は達成しているのでこれ以上増やすことはできないのが現状である。

これらについて、5W法を用いて抽出すると以下のようになった。

表-7.7.1 改善案評価表



原因と改善案		評価項目					
5W法による最終原因	改善案	安全性	コスト	苦渋性	技術的実現性	品質	総合判定
材料待ちの時間が多い	ブルドーザを2台から1台に減らす	◎ 現状と同様	◎ 1台減少することにより下がる	△ 作業範囲が広がるために多少増加する	◎ 特に問題なし	◎ 変わらない	◎
タイヤローラの稼働率が非常に低い	ブルドーザでタイヤローラの代用をする	◎ 現状と同様	○ 使用しなくなるため下がる	○ 現状と同様	○ 特に問題なし	△ 若干落ちる可能性がある	○

(2) 改善案

この結果から改善案を以下のように抽出した。

1) ブルドーザを2台から1台に削減する

ブルドーザを1台削減することによって、作業量が倍増するため、それによって材料待ちの時間がなくなることにより、稼働率が大きく改善され生産性が向上されると予想される。また、1台減少したことによって省人化・省力化も図れると予想される。

(2) ブルドーザでタイヤローラの代用をする。

タイヤローラの代わりにブルドーザで締固めを行うことによって、タイヤローラが不必要になるので、省力化が図れると予想される。ただし、締固め度を基準値以上にしなければ代用の意味がないのでR I 密度計を用いて締固め度の測定を行う。

7. 7. 4 改善効果

改善案を実際に現場にフィードバックして改善効果を測定した。

測定は、平成8年1月9、10日の2日間にわたり、改善前と同様に「簡易評価調査表」によりデータを収集し、分析した。

分析は、オペレータの作業内容とブルドーザ（大型）の稼働率について行った。作業内容と稼働率を以下に示す。

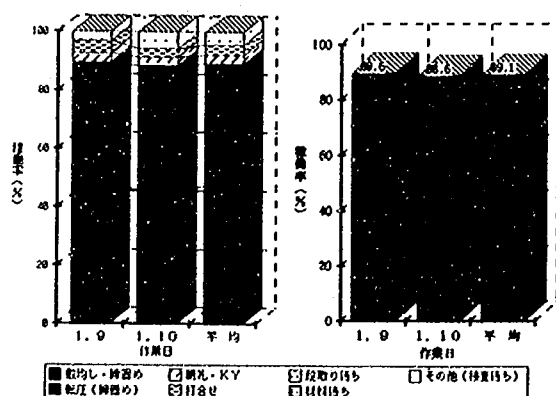


図-7.7.9 オペレータの作業工数及び稼働率

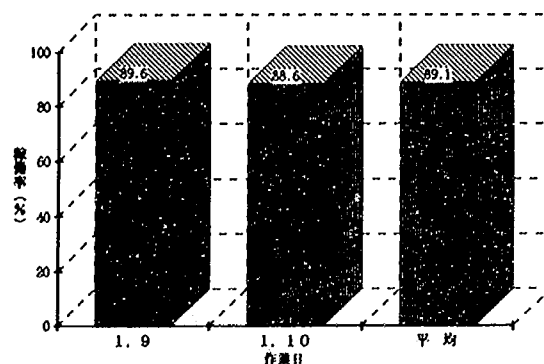


図-7.7.10 ブルドーザ（D60P）の稼働率

作業員の作業内容については、改善前にあった材料待ちの時間が0になった。ブルドーザを1台にすることで作業範囲及び量が増加したため、常時作業を行っているからである。この結果は、先に述べた改善案の事前評価と同じものとなった。また日々の稼働率も一定していて85%を越え、平均稼働率は89%と良好なものとなった。

また、ブルドーザの稼働率についても同様に平均稼働率は89%となり良好なものとなった。この結果から、改善効果の成果は十分にあったと考えられる。しかし、タイヤローラの代わりにブルドーザで行った転圧（締固め）については、基準値の締固め度90%を割る89.3%となったため、改善効果は得られなかった。よって改善効果としては、ブルドーザ1台及び作業員1名が減少することによって省力化・省人化が図られ、生産性が向上した。

7. 7. 5 まとめ

生産性の向上を目的として、簡易評価手法を「簡易評価調査表」を用いて実施の現場で適用したが、改善結果として、稼働台数2台を1台削減することによって、作業範囲が広がったために材料待ちの時間が0となり、作業工数、稼働率ともに大幅に改善され、生産性の向上を図ることができた。また、工事全体の作業性改善には、配置するブルドーザの作業能力に見合った搬入土量を計画することが肝要である。一方、タイヤローラの代用としてブルドーザを使用することは、締固め度の基準値をわずかに満たすことができなかったため改善効果は得られなかったが、何か改善策を考えれば可能な範囲でないかと考えられる。これらのことから、今回の築堤工の簡易評価による施工改善は十分な成果を上げることができた。ただ、測定単位が10分単位であるために、ぎりぎり10分に満たない場合の時間の処理について曖昧になる可能性があるため、それが今後の課題ではないかと思う。

7. 8 生産性2 土工

7. 8. 1 概要

(1) 工事概要

国道31号線の交通渋滞緩和のために施工されている広島～呉道路の一部区間を工事延長340mにおける747千 m^3 を切土し、それを船積するために港まで運搬する道路改良工事である。この船積された土砂は、埋立に使われる。

作業手順としては、まずクローラドリルでせん孔を行う。そして装薬を行い、点火・爆発させる発破作業を行う。

その後、ブルドーザのリッパにより破碎を行い、ブルドーザにより押土、集積を行う。



写真7.8.1 現場状況

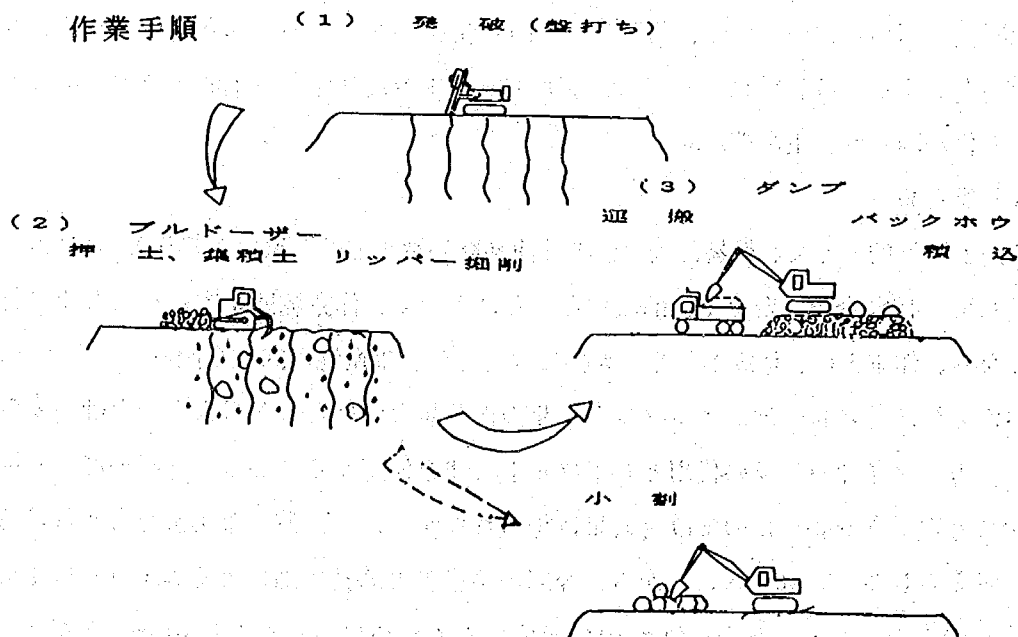


図7.8.1 作業手順

もし、ここで破碎された岩に25cm以上ものがある場合は、埋立地で受入れられないので、ブ
レカーによる小割作業を行うこととなる。

集積又は小割された土砂は、バックホウによりダンプトラックへ積込まれ、港まで運搬され、
作業が終了する（図-7.8.1）。

7. 8. 2 土工の問題点

(1) 問題点の抽出

「生産性」について現場の職長や作業員に対するチェックシートによる調査を5日間を行っ
た。

稼働率の結果を図-7.8.2、表-7.8.1に示す

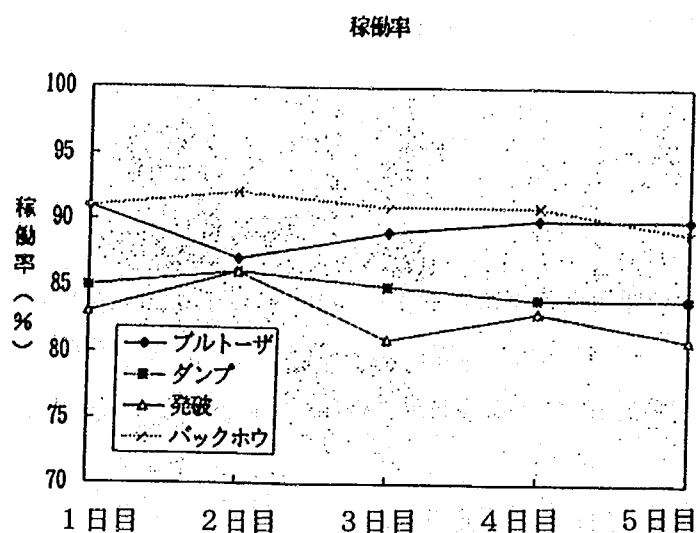


図-7.8.2 稼働率の結果

表-7.8.1 稼働率の結果

項 目	平均稼働率
バックホウ	91%
ブルドーザ	90%
ダンプ	85%
発破	83%

また、表-7.8.2に発破の実働時間と出来高の結果を示す。

表-7.8.2 発破の実働時間と出来高

項 目	目 標	調 査 結 果	割 合	備 考
実働時間	9時間/日	18.9時間/日	210%	
出来高	45m ³ /日	34m ³ /日	75%	

これらの結果により、次のことが言える。

- ・小割については、稼働時間が多くなっている割に（210％）、小割量が目標に達していない（76％）。
- ・ダンプトラックについては、稼働率が85％と他に比して低くなっている。
- ・同様に発破についても、稼働率が83％と他に比して低くなっている。

3. については出来高が100％になれば、その日発破した分をほぼ全て運搬できるわけである。それに達していなければ1日作業を行っても、小割りすべき岩が残ってしまっているということである。つまり、積残されていく土砂が増えていくことであり、出来高の向上が望まれていたところであった。

以上より、問題点をまとめると

①設計当初よりバックホウによる「小割作業の増加」が見られる。

②ダンプトラックの稼働率が低い。

③発破の稼働率が低い。

となる。

（2）改善課題の選定

改善すべき課題を選定するために、3つの問題点各々に対し4つの項目で3段階（表-7.8.3）。「ダンプの稼働率が低い」については、解決の可能性は交通制限の関係で1とした。また、「発破の稼働率が低い」については、解決の可能性は発破できる時間が決められていることから1とした。

以上の結果から、「小割作業の増加」が改善課題として選定された。

表-7.8.3 改善課題選定表

問題点 \ 評価項目	改善の 必要性	成果の 期待度	解決の 可能性	手法の 活用性	総 判	合 定
小割作業の増加	3	3	3	3	12	
ダンプの稼働率が低い	2	2	1	2	7	
発破の稼働率が低い	2	2	1	2	7	

(3) 原因の分析

改善課題「小割作業の増加」について、5W法によって原因を分析を行った。(図-7.8.3)。

まず「小割作業の増加」は、「小割すべき岩が多い」ということが原因となった。

これから、3つの原因が導きだされ、最終的に近隣の民家による「火薬量の制限」があること、当初埋立地受入寸法が30cmであったものが、25cmへ「寸法規制の変更」があったこと、「せん孔配置が、正順」となっていることが原因として絞りこまれた。

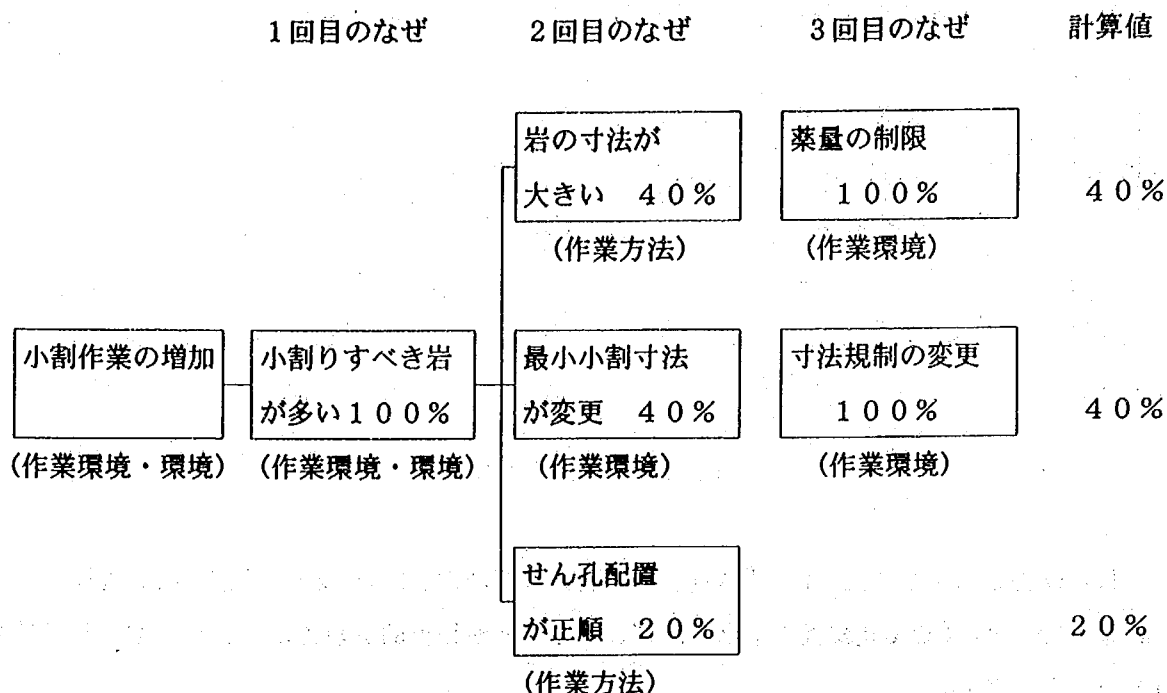


図-7.8.3 5Wによる原因の分析

7. 8. 3 改善案

(1) 改善案の提案

5w法により絞り込まれた原因に関し、それぞれ改善案の検討を行った。改善案の検討については、関係者による議論によって行った。

「火薬量の制限」については、「火薬量の増加」を行い破碎効果を高めることが挙げられた。また、「寸法制限の変更」については、30cm以下の岩を受入られるように「捨場の変更」を行うことが提案された。

「穿孔配置が正順」については、「穿孔配置を千鳥」にすることが考えられた。

(図-7.8.3)、「正順」と「千鳥」の場合の発破の影響する範囲を模式的に示す。

千鳥配置とすることにより、発破の影響する範囲が増加することがわかる。これにより発破した岩のサイズが小さくできることが予想される。

当工事において千鳥配置が導入されていなかったかについては、現場の話によるとせん孔のマーキング作業が正順の方が容易であるとのことであった。しかしながら、千鳥配置としても、さ

ほどマーキング作業複雑とはならないし、一般に発破によるベンチカット工法では、せん孔配置を千鳥とすることが通常となっており、改善案の現場での実現性は高いといえる。

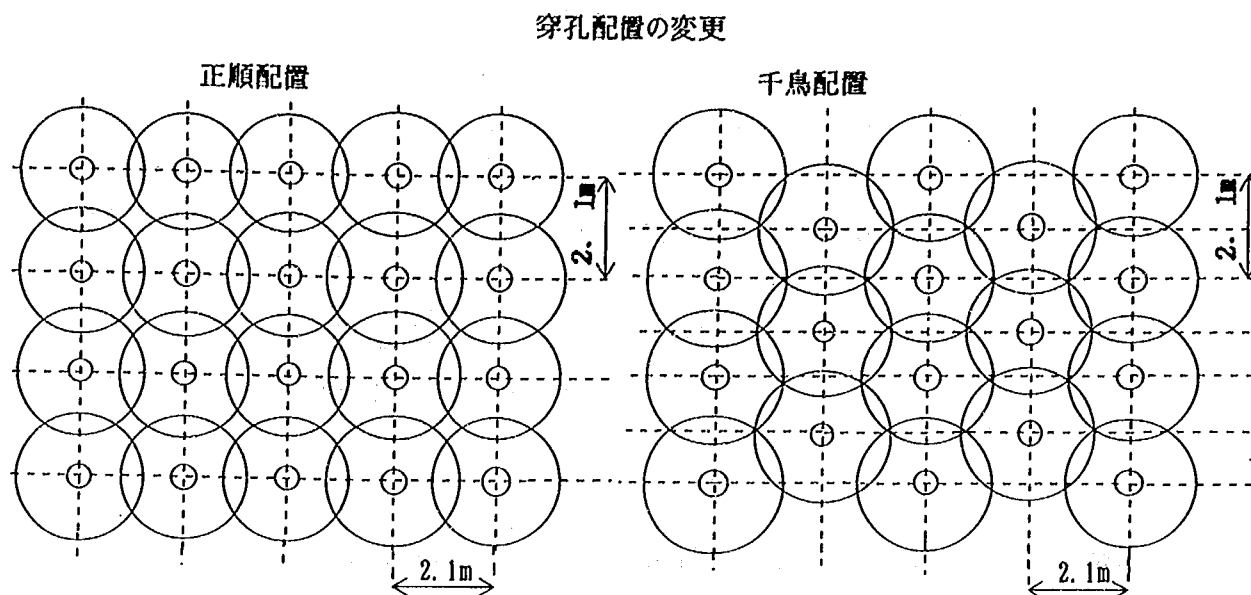


図-7.8.4 穿孔配置の変更

これら改善案に対し「生産性」「品質」「安全性」「苦渋性」「環境保全」「技術的实现性」の点から評価を行うと、「せん孔配置を千鳥」配置にすることが技術的实现性から、改善案として最も有力となった(表-7.8.4)。

表-7.8.4 改善案評価表

項 最終原因	目 改善案	生産性	品質	安全性	苦渋性	環境 保全	効果 判定	技術的 实现性	総合 判定
火薬量の制限	火薬量の増加	◎	△	△	△	×	○	×	×
寸法規制の変更	捨場の変更	◎	△	○	○	○	◎	△	△
穿孔配置が正順	穿孔配置を千鳥	○	△	△	△	△	○	○	○

◎：現状より非常に効果が上がる、又は活動期間内に容易に実現できる。

○：現状より効果が上がる、又は活動期間内は無理。

△：現状と同じ、又は実現できるかどうかわからない。

×：現状より悪くなる、又は実現できる可能性がほとんどない。

7. 8. 4 改善効果

「せん孔配置を千鳥」配置について、現場へ導入し、表-7.8.5に示す様な結果を得た。

実働時間は、改善後で210 %で大差ない状況で、出来高については76 %が100 %に向上した。岩質及び現場条件等の影響はあったとしても、改善案導入による効果はあったものと思われる。

表-7.8.4 改善効果

実 働			出 来 高		
項 目	改善前	改善後	項 目	改善前	改善後
設 計 実 働 時 間	9時間/日	9時間/日	出 来 高 目 標	45㎡/日	45㎡/日
調 査 期 間 中 実 働 時 間	18.9時間/日	18時間/日	調 査 期 間 中 出 来 高	34㎡/日	45㎡/日
目 標 に 対 し て	210%	200%	目 標 に 対 し て	76%	100%

7. 8. 5 まとめ

今回の土工の調査現場は、大規模工事であることから多数の機械が輻輳し、発破などによる岩の破碎作業も多く、岩質及び現場条件等の影響があったとしても、簡易手法による問題点の選定、改善課題の選定、改善案の検討、改善案による改善効果調査と一応の成果は有ったものと思われる

簡易評価手法を今回現場導入して今後検討すべき課題として次のようなことが考えられる。

- ① 改善案の効果が現場条件等に左右される場合があること。
- ② 従来の方法に固執するあまり（改善案導入に伴う危険等）、改善案の提案がなされにくいこと。

土工作業は工場生産と異なって現場条件が安定しないことが多いため、IE手法の適用にあたっては工場とは違った問題点があることがわかった。

今後は、これらを踏まえて、手法を改良し、よりよいものとしていきたいと考えている。

7. 9 生産性 3 側溝清掃工

7. 9. 1 概要

(1) 調査対象工事の概要

対象工事は道路の維持工事の内、路面の排水機能の維持を目的として行う側溝清掃作業（機械施工）である。

側溝清掃作業は、側溝蓋を撤去し、側溝内に堆積している汚泥をスコップ等にて掻き崩しながら側溝清掃車の吸引ホースで吸い取る方法で行われている。どちらかと言えば人力主体の作業である。作業状況を写真-7.9.1-1、写真-7.9.1-2に示す。



写真-7.9.1-1 作業状況写真



写真-7.9.1-2 吸引作業状況写真

(2) 改善項目及び調査概要

生産性の向上（時間短縮、省力化）を改善視点として、側溝清掃工の作業実態調査を平成 6 年 2 月 21 日～平成 6 年 2 月 27 日（5 日間）実施し、その結果を基に、平成 7 年 12 月 12 日～平成 7 年 12 月 13 日（2 日間）改善効果の評価試験を実施した。

調査対象作業範囲は、図-7.9.1-1 に示すとおりであり、作業実態調査時の標準的な人員、機械及び作業内容は表-7.9.1-1 に示すとおりであった。

表-7.9.1-1 従来施工の標準的な作業実態

職種又は機械	人員	作業内容
世話役	1 人	指導、後片付け 側溝蓋撤去設置
普通作業員	7 人	汚泥掻き崩し、後片付け 吸口ホース支持
運転手	1 人	側溝清掃車操作運転
側溝清掃車	1 台	堆積汚泥吸引、運搬排土

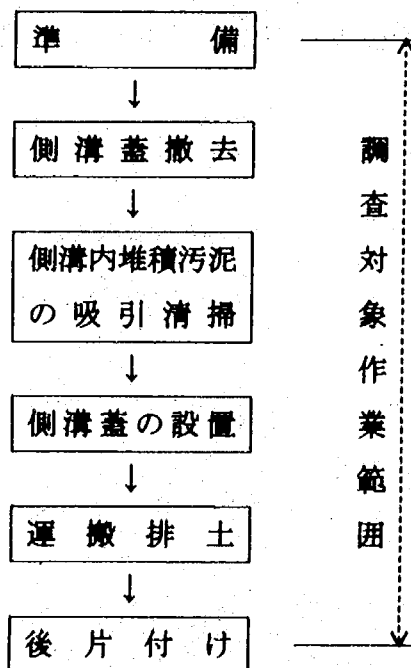


図-7.9.1-1 調査対象作業範囲

7. 9. 2 側溝清掃工の問題点

簡易評価手法の実工事適用試験として実施した側溝清掃工の作業実態調査を基に、データを分析し改善課題の選定を行った結果は、次のとおりである。

(1) 省力化

作業内容別の延べ作業工数は、図-7.9.2-1に示すとおりである。側溝清掃車による機械清掃であるが人力による補助作業の占める割合が高く、蓋の撤去設置作業の作業工数が全体の40%を占めており、続いて、吸口ホース支持等22%、汚泥掻き崩し作業17%となっている。

また、図-7.9.2-2は、作業日毎の作業内容と日当り施工量を示したものである。現場作業条件を考慮する必要はあるが、蓋の撤去設置及び汚泥掻き崩し作業が日施工量に大きく影響していると言える。特に、作業工数の多い蓋撤去設置作業の配置人員は4名であった。

以上より、省力化の視点から見た問題点としては「人力による補助作業のウェイトが高く、特に蓋の撤去設置の作業時間及び作業工数が多い」が上げられる。

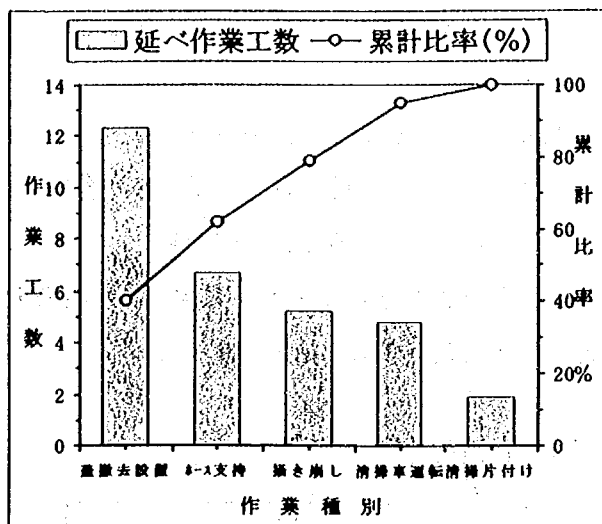


図-7.9.2-1 作業内容別バレート図

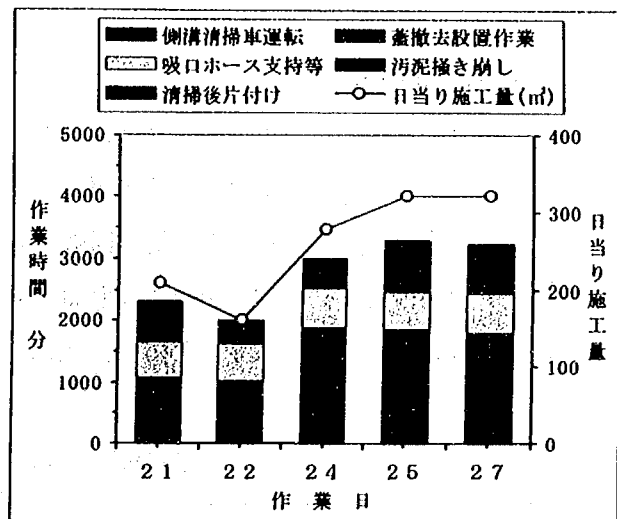


図-7.9.2-2 各作業日の作業内容及び施工量

(2) 時間短縮

日々の稼働率は図-7.9.2-3に示すとおりである。73~82%のバラツキがあるものの、平均で80%と比較的高い結果が得られている。中でも稼働率の比較的低い21日、22日の作業は、交通量及び歩行者が多く、堆積汚泥の多い区間であるため、歩行者への配慮が作業ロスの原因として大きく影響している。また、不稼働時間の作業停止内容については図-7.9.2-4に示すとおりである。朝夕のラッシュ時回避及び現場移動による停止が41%と最も高く、続いて排土及び水の補給による停止が31%となっている。問題要因としては今回の現場条件が基地~現場及び現場~土捨場間の移動距離が短かった(それぞれ1 km程度)にもかかわらず、「排土及び水の補給による停止」が大きなウェイトを占めている。

以上より、時間短縮の視点から見た問題点としては「側溝清掃車の排土及び水の補給回数が多

く、これらに伴って生じる停止時間が多い」が上げられる。

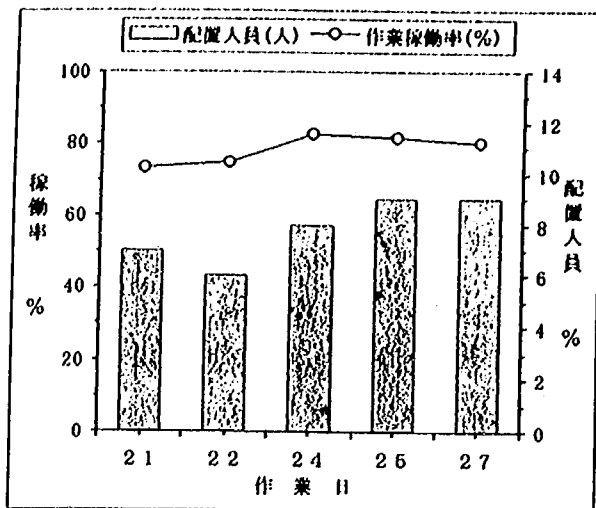


図-7.9.2.3 作業日当り稼働率及び配置人員

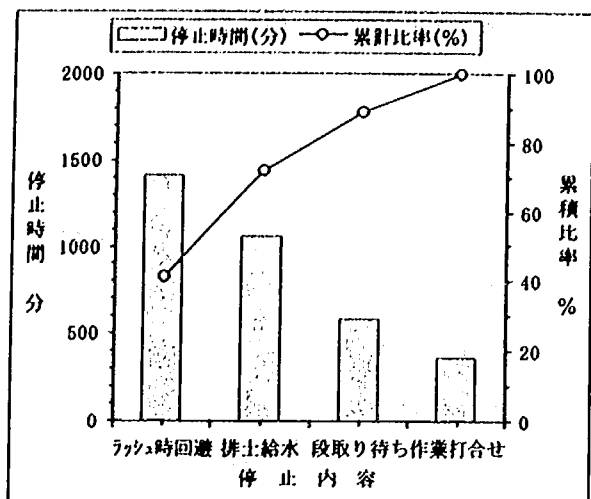


図-7.9.2.4 作業停止内容別パレート図

(3) 改善課題の選定

上記(1)、(2)のデータ分析結果より、次の2課題が問題点として抽出された。

- ① 人力による補助作業のウェイトが高く、特に蓋の撤去設置の作業時間及び作業工数が多い。
- ② 側溝清掃車の排土及び水の補給回数が多く、これらに伴って生じる停止時間が多い。

抽出課題の内、どの問題を改善すれば有効であるか、改善課題選定表を用いて検討した結果を表-7.9.2-1に示す。総合判定として、両課題共に改善すべき問題点である結果となった。

表-7.9.2-1 改善課題選定表 (生産性)

評価項目 問題点		現場にとって改善すべき必要度 ・緊急度 ・共通性 1. やや必要 2. 必要 3. 非常に必要	問題が解決できた場合の期待度 ・生産性向上 ・安全性向上 ・苦渋性低減 ・改善意欲向上 1. やや効果 2. 効果 3. 非常に効果	決められた期間内での解決度 1. 解決不可 2. 解決可 3. 充分解決可	問題点を解決する際の簡易施工改善手法の活用度 1. 活用不可 2. 活用可 3. 充分に活用可	総合判定
①蓋の撤去設置の作業時間及び作業工数が多い	評点	1・2・③	1・②・3	1・②・3	1・2・③	10
②側溝清掃車の排土及び水の補給回数が多い。	評点	1・2・③	1・2・③	①・2・3	1・2・③	10

7. 9. 3 改善案

(1) 改善課題の原因分析

改善課題として選定された、重点課題①「人力による補助作業のウェイトが高く、特に蓋の撤去設置の作業時間及び作業工数が多い。」と重点課題②「側溝清掃車の排土及び水の補給回数が多く、これらに伴って生じる停止時間が多い。」の2課題について、その問題点の改善対策案を検討するために、5W法を用いて原因分析を行った結果、次の6点が最終原因として抽出された。

① 重点課題①に関する最終原因

- ・撤去した蓋の置き方に問題があり、蓋の設置作業が作業ロスの原因となっている。
- ・撤去設置する蓋の枚数が多く、撤去設置作業を軽減できる工法及び機械がない。
- ・側溝蓋は、コンクリート製で重く、枚数が多い上、形状寸法が作業区間によってまちまちであり、統一化されていない。

② 重点課題②に関する最終原因

- ・人力による汚泥の掻き崩し作業を容易にするために多量の水を使用している。
- ・側溝清掃車で堆積汚泥を吸引する場合、含水率35%±5が最も閉塞しやすく、その関係からも多量の水を必要としている。
- ・清掃対象物が含水率の非常に高い汚泥であるため蓄積タンクが頻繁にいっぱいになり、排土回数が多くなる。

(2) 改善案の評価

前項の5W法による原因分析より得られた、各重点課題の最終原因を改善案評価表を用いて評価した結果を表7.9.3-1に示す。

改善案評価結果としては、最終的に次の4点の改善案が選定された。

- (i) 蓋の撤去、整理、設置作業が容易に行える簡易な蓋上げ機を使用して作業効率を向上させる。
- (ii) 側溝蓋の撤去設置枚数を減らし、人力作業の軽減を図るべく、一部の蓋を撤去するだけで清掃可能な「吸引装置」を導入する。
- (iii) 掻き崩し作業を機械化し、水の使用を極力減らすことにより給水タンクへの補給回数を減らす。
- (iv) 吸い込んだ堆積汚泥の水と砂泥を分離する機能を有した側溝清掃車を開発し、排土及び水の補給回数を減らす。

改善案の内、(i)に関しては、生産性向上の面からは、効果度が低いと思われるが、容易に対応でき、(ii)及び(iii)に関しては、当地建にて開発中の「自立走行式吸引装置」を導入することで対応が図れると考えられる。また、(iv)に関しては、現在、効率的な水・砂泥分離機能を有する側溝清掃車は開発されていない。そこで、改善効果は、当地建で開発した「簡易蓋上げ機」及び開発中の「自立走行式吸引装置」の試験機を用いた構内試験及び現場適応性試験により評価することとした。

表-7.9.3-1 改善案評価表

重要問題点	① 人力による補助作業のウェイトが大きく、特に蓋の撤去設置の作業時間及び作業工数が多い。									
5Wによる最終原因	改善案	生産性	品質	安全性	コスト	苦労性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
撤去した蓋の置き方に問題があり、作業ロスの原因となっている。	蓋の撤去、整理、設置が容易に行える簡易な蓋上げ機を使用して作業効率を向上させる。	○ 若干ではあるが作業効率が向上する	△ 現状と同様	○ 作業エリア内の障害が軽減される	△ 現状と同様	○ 蓋の設置作業の負担軽減が図れる	△ 現状と同様	○	◎ 容易である	○
撤去設置する蓋の枚数が多く、撤去設置作業を軽減できる工法及び機械が無い。	側溝蓋の撤去設置枚数を減らし、人力作業の軽減を図る(吸引装置を導入する)	◎ 省力化及び作業効率の向上が図れる	△ 現状と同様	○ 人力作業が軽減されるため向上する	◎ 機械経費は増えるが省力化により経済的	◎ 人力作業の負担軽減が図れる	△ 現状と同様	◎	◎ 吸引装置は開発済であるため容易に導入可	◎
側溝蓋は、枚数が多く重く、形状寸法が作業区間内によってまちまちであり統一化されていない。	蓋の軽量化、形状寸法の規格化、目詰まりしない形状等を検討し、撤去設置作業の負担軽減を図る。	○ 作業性が向上する	△ 現状と同様	○ 人力作業の負担軽減が図れる	○ 作業性が向上する分、経済的である	○ 人力作業の負担軽減が図れる	△ 現状と同様	○	○ 容易であるが既設側溝の改修が必要	△
重要問題点	② 側溝清掃車の排土及び水の供給回数が多く、これらに伴って生じる停止時間が多い。									
5Wによる最終原因	改善案	生産性	品質	安全性	コスト	苦労性	環境保全	効果判定	技術的実現性	総合判定
人力による堆積汚泥の掻き崩し作業を容易にするために、多量の水を使用している。	掻き崩し作業を機械化し、水の使用を極力減らすことにより、水の供給回数を減らす。	○ 若干ではあるが時間短縮が図れる	△ 現状と同様	○ 人力作業の負担軽減が図れる	○ 機械経費は増えるが時間短縮により経済的	◎ 人力作業の負担軽減が図れる	△ 現状と同様	○	◎ 吸引装置は開発済であるため容易に導入可	○
側溝清掃車で堆積汚泥を吸引する場合、含水率35%±5が最も閉塞しやすく、その関係からも水を必要としている。	閉塞しやすい含水率の土砂を噴込可能な側溝清掃車に改造することにより水の供給を不要とする。	○ 若干ではあるが時間短縮が図れる	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△	△ 技術的に難しい	△
〃	閉塞しやすい含水率以下に側溝内の堆積土砂を乾燥させる技術を開発する。	△ 乾燥工程が増える	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△ 現状と同様	△	△ 技術的に難しい	△
清掃対象物が非常に含水率の高い汚泥であるため蓄積タンクが頻繁にいっぱいになり、排土回数が増える。	水・砂泥分離機能を有した側溝清掃車を開発して、排土及び水の供給回数を減らす。	◎ 排土及び供給回数が減る。	△ 現状と同様	△ 現状と同様	◎ 機械経費は増えるが時間短縮により経済的	△ 現状と同様	○ 汚泥を処分場へ直接搬入出来る	◎	○ 難易度は高いが技術的には可能である	◎

(3) 従来施工と改善施工の特徴比較

吸引装置を用いた改善施工の特徴は、当該装置の設置箇所及び施工状態を確認できる最小限の側溝蓋を撤去するのみで、側溝内の汚泥を自走掻き崩ししながら連続20mの吸引清掃作業が行え

る点にあり、改善施工の作業手順は図-7.9.3-1に示すとおりである。また、従来施工と改善施工の特徴比較を表-7.9.3-2に、作業形態の比較を図-7.9.3-2に示す。

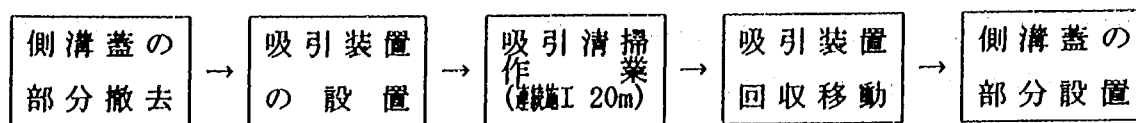


図-7.9.3-1 改善施工の作業手順

表-7.9.3-2 従来施工と改善施工の特徴比較

従来施工の特徴	改善施工の特徴
- 側溝蓋の撤去設置、堆積汚泥の掻き崩し及び側溝清掃車の吸引ホースによる吸引作業が並行作業にて行われている。 - 施工延長全ての側溝蓋を撤去設置する必要がある。 - 吸引作業においては、人力による堆積汚泥の掻き崩し作業が必要である。 - 作業現場内の移動は側溝清掃車の移動のみである。	- 蓋の撤去と設置作業及び吸引ホース支持と吸引装置移動設置作業は重複せず工程換えにて同一作業員が行える。 - 蓋の撤去設置作業は、10m当り2～3m程度で対応できる。 - 吸引装置にて掻き崩しが行える。 - 側溝清掃車の移動以外に、吸引装置の設置及び回収移動作業が新たに必要である。

作業内容		従来施工の作業形態										改善施工の作業形態										
		人員	1	2	3	4	5	6	7	8	HR	人員	1	2	3	4	5	6	7	8	HR	
準備	備	全員	—																			
側溝蓋撤去		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
側溝蓋設置		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
汚泥掻き崩し		1~2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
吸口・ホース支持等		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
吸引装置移動設置		—																				
吸引装置操作		—																				
側溝清掃車操作運転		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
清掃・後片付け		全員										—										—
計		8~9																				

作業内容		従来施工の作業形態										改善施工の作業形態										
		人員	1	2	3	4	5	6	7	8	HR	人員	1	2	3	4	5	6	7	8	HR	
準備	備	全員	—																			
側溝蓋撤去		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
側溝蓋設置		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
汚泥掻き崩し		1~2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
吸口・ホース支持等		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
吸引装置移動設置		—																				
吸引装置操作		—																				
側溝清掃車操作運転		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—											
清掃・後片付け		全員										—										—
計		8~9																				

図-7.9.3-2 従来施工と改善施工の作業形態の比較

7. 9. 4 改善効果

(1) 改善施工の調査結果

試験結果より改善施工の、作業配置人員は6名にて施工可能であることが確認できた。前項7.9.3(3)の従来施工と改善施工の特徴比較にて示したとおり、従来施工と比べ配置人員を2名削減でき、充分省力化が行える施工手段であると言える。

表-7.9.4-1に工場構内試験及び現場適応性試験結果を示す。また、表-7.9.4-2に従来施工の現場作業実態調査結果から得られた従来作業の施工能力を示す。

表-7.9.4-1 工場構内試験結果及び現場適応性試験結果

区 分	改善施工（自立走行型吸引装置）			
	工 場 構 内 試 験			現場適応性試験 (R56号17km/h)
	NO. 1	NO. 2	NO. 3	
吸 引 汚 泥 種 類	山 土	山 土 (転 圧)	砂 (転 圧)	山 土
吸 引 汚 泥 量 (t)	0. 1 6	0. 0 6	0. 1 2	0. 1 5
側溝換算長(m) [400X200XL] [400X150XL]	2. 0	1. 0	2. 0	2. 5
吸 引 時 間 (s)	8 8	6 0	1 0 0	1 2 0
換算吸引能力 (t/H)	6. 5	3. 6	4. 3	4. 5
吸 引 速 度 (m/min)	1. 4	1. 0	1. 2	1. 2 5

表-7.9.4-2 従来施工の現場作業実態調査結果（簡易評価手法の実工事適用試験結果）

作 業 日	2 1 日	2 2 日	2 4 日	2 5 日	2 7 日	計	平 均	備 考
日 当 り 施 工 量 (m)	2 0 8	1 6 1	2 7 8	3 2 1	3 2 2	1, 290	2 5 8	
配 置 人 員 (人)	7	6	8	9	9	3 9	8	
蓋 撤 去 設 置 配 置 人 員 (人)	2	2	4	4	4	1 6	3	
稼 働 率 (%)	73.3	74.8	82.8	81.5	80.0	392.4	78.5	
延 べ 作 業 時 間	2, 310	2, 020	2, 980	3, 300	3, 240	13, 850	2, 770	
1 人 当 り 作 業 時 間	330	337	373	366	360	1, 766	353	
施 工 速 度 (m/min)	0.63	0.48	0.75	0.87	0.89	3.62	0.72	
作 業 工 数 (人/100m)	3.4	3.7	2.9	2.8	2.8	15.6	3.1	

表-7.9.4-2より、従来施工の吸引施工速度は、現場作業実態調査結果より0.72m/minと判断される。また、表-7.9.4-1より改善施工の場合、吸引装置の吸引時施工速度は、現場適応性試験の1.25m/minと判断できるが、吸引装置の設置及び回収移動のロス時間として施工延長20mに対し10min/回程度が必要と考えられるため、改善施工の吸引施工速度は、施工延長÷（実吸引時間＋

移動設置時間) = 0.77m/min と想定される。

(2) 改善効果の評価

省力化に関しては、側溝蓋の撤去設置及び汚泥掻き崩し作業等の軽減により、作業配置人員を8名→6名に削減できることから25%の改善効果が図れる。作業能力に関しては、吸引装置の設置及び回収移動の時間ロスが影響し、トータル的には、従来施工の吸引施工速度に対し7%アップとなった。改善効果の総合評価として施工延長当りの作業工数で判断すると29%の改善効果が得られると言える。従来施工と改善施工の評価結果を表-7.9.4-3に示す。

以上より、施工能力面では、開発途上の試験機を用いたこともあって、若干のアップにとどまっているが、機械を導入する事により、施工方法が改良され、全体的な省力化が図られる結果となった。

表-7.9.4-3 改善効果の評価

項 目	従 来 施 工	改 善 施 工	改 善 効 果
配 置 人 員	8 人	6 人	2 人減 (25%アップ)
日 作 業 時 間	8H/日×0.78≒6H/日	8H/日×0.78≒6H/日	稼働率は、同程度と考える
日延べ作業時間	6H×60min/H×8人=2,880min	6H×60min/H×6人=2,160min	720min減 (25%アップ)
吸引施工速度	0.72m/min	0.77m/min	0.05m/min増 (7%アップ)
日 施 工 延 長	0.72m/min×360min=252m	0.77m/min×360min=277m	18m増 (7%アップ)
施工延長当り 作業工数	3.1人I/100m	2.2人I/100m	0.9人I/100m減 (29%アップ)

7. 9. 5 ま と め

今回行った改善施工は、従来施工に対し29%の改善効果が得られると判断されたため、側溝清掃工の作業効率向上及び作業環境改善を目的として開発した「自立走行型吸引装置」の導入は、生産性の向上を図る上で有効な手段であり、簡易評価手法による問題点の抽出、改善課題の選定、5W法及び改善案評価は有効であったと言える。

簡易評価手法は、日単位、週単位の比較的短期間に改善活動が実施できる小規模な施工改善に対応することを目的としており、定量的な問題点発見の手法としては最適な方法である。

しかし、現状では、現場管理者及び作業者の施工改善に対する問題意識や改善意識は低く、特に、今回のような維持工事等の小規模な現場においては顕著である。

今後、簡易評価手法を実工事に適用するに当たっては、土木工事に携わる管理者及び作業者一人一人の、施工改善に対する意識を高める体制作りが重要であると思われる。

7. 1 0 生産性4 道路排水工

7. 1 0. 1 概要

(1) 調査目的

一般国道275号江別市郊外の道路改良工事であり、道路排水工における生産性の向上を目的に簡易評価手法を現場導入し調査したものである。

(2) 工事概要

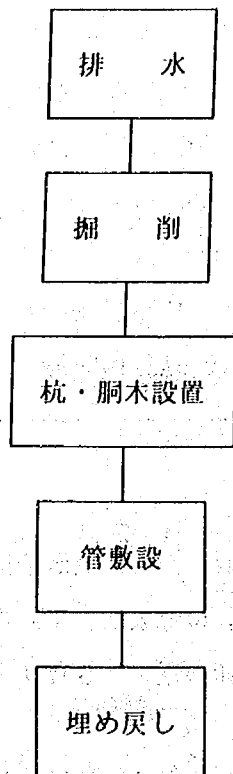
工 種：道路排水工

測定対象：バックホウオペレータ 1名

作業員 1～3名

(3) 測定対象作業内容

道路排水工の一連の作業は以下の通りである。



工事全体写真

7. 10. 2 道路排水工の問題点

(1) 問題点の発見

職長又は班長用作業日報とオペレータ用運行日報を用いてデータを収集した。

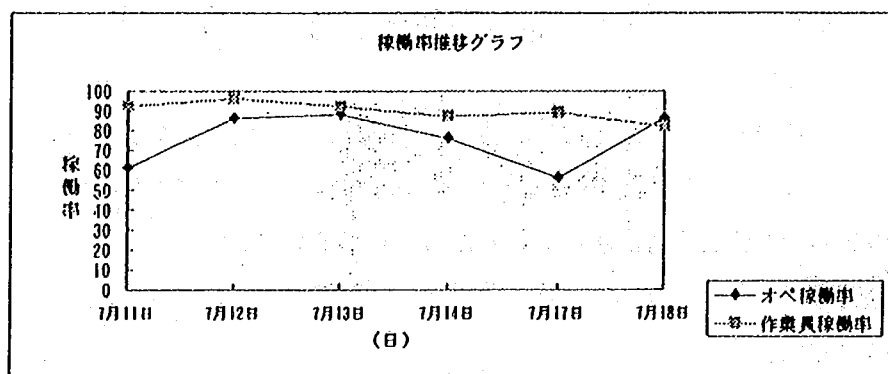
1) データの分析

①稼働率の推移グラフ

作業員は非常に高い稼働率を推移しており、平均でも90%に及ぶ高水準な値となっている。特に問題なく順調な作業の流れが予想される。

オペレータについては日々のバラツキが目立つ。7/11と7/17はそれぞれ61%、56%となっている。

オペレータの稼働率は作業員の稼働率に比べ単純平均で14%低い値となっている。

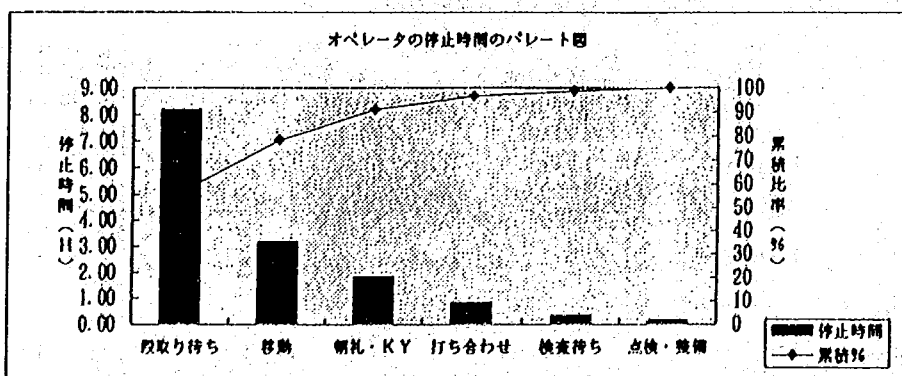


	7月11日	7月12日	7月13日	7月14日	7月17日	7月18日	平均 (%)
オペ稼働率	61	86	88	76	56	86	76
作業員稼働率	92	96	92	87	89	82	90

②オペレータの停止時間の内訳

段取り待ちの停止時間が全体の60%を占めている。機械ではできない作業員の単独作業が行われているときに、機械は停止している。このケース全てをオペレータとしては段取り待ちデータとして挙げている。

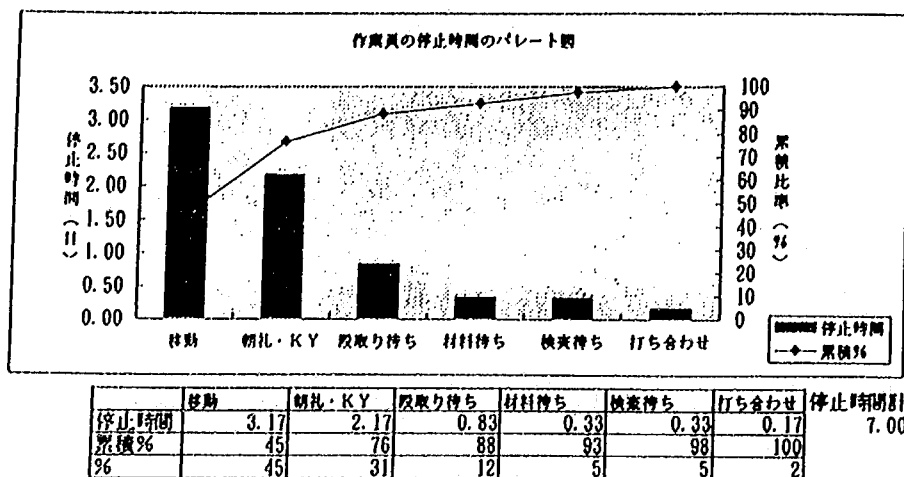
この現象は、当現場の特性として民家等への既存の取り付け道路、排水等があり、水換えをしながらの作業のため、機械単独でも先行掘削ができない状況である。



	段取り待ち	移動	朝礼・KY	打ち合わせ	検査待ち	点検・整備	停止時間計
停止時間	8.17	3.17	1.83	0.83	0.33	0.17	14.50
累積%	56	78	91	97	99	100	
%	56	22	13	6	2	1	

③作業員の停止工数

工事詰め所と作業場所への移動工数が最も多く全体の49%を占めている。



2) 問題点のまとめ

作業日報値運行日報のデータを分析した結果、以下の2点の問題点が挙げられた。

①オペレータの作業員との作業干渉による「段取り待ち」が多く発生している。

②作業員の詰め所と作業場所が離れているため、移動工数が多い。

7.10.3 改善案

(1) 改善課題の選定

改善課題の選定については、生産性の向上を図る手段として、具体的な停止時間（非生産時間）の短縮をすることにより生産性を向上させることを目標とした。

改善課題選定表により、2つの問題点に対する評価を行ったが、成果の期待度と決められた活動期間内に解決できるかどうかの判定の差が生じ総合判定としては、『オペレータ作業員との作業干渉による「段取り待ち」の停止時間が多い』ことを改善課題とした。

(改善課題選定表)

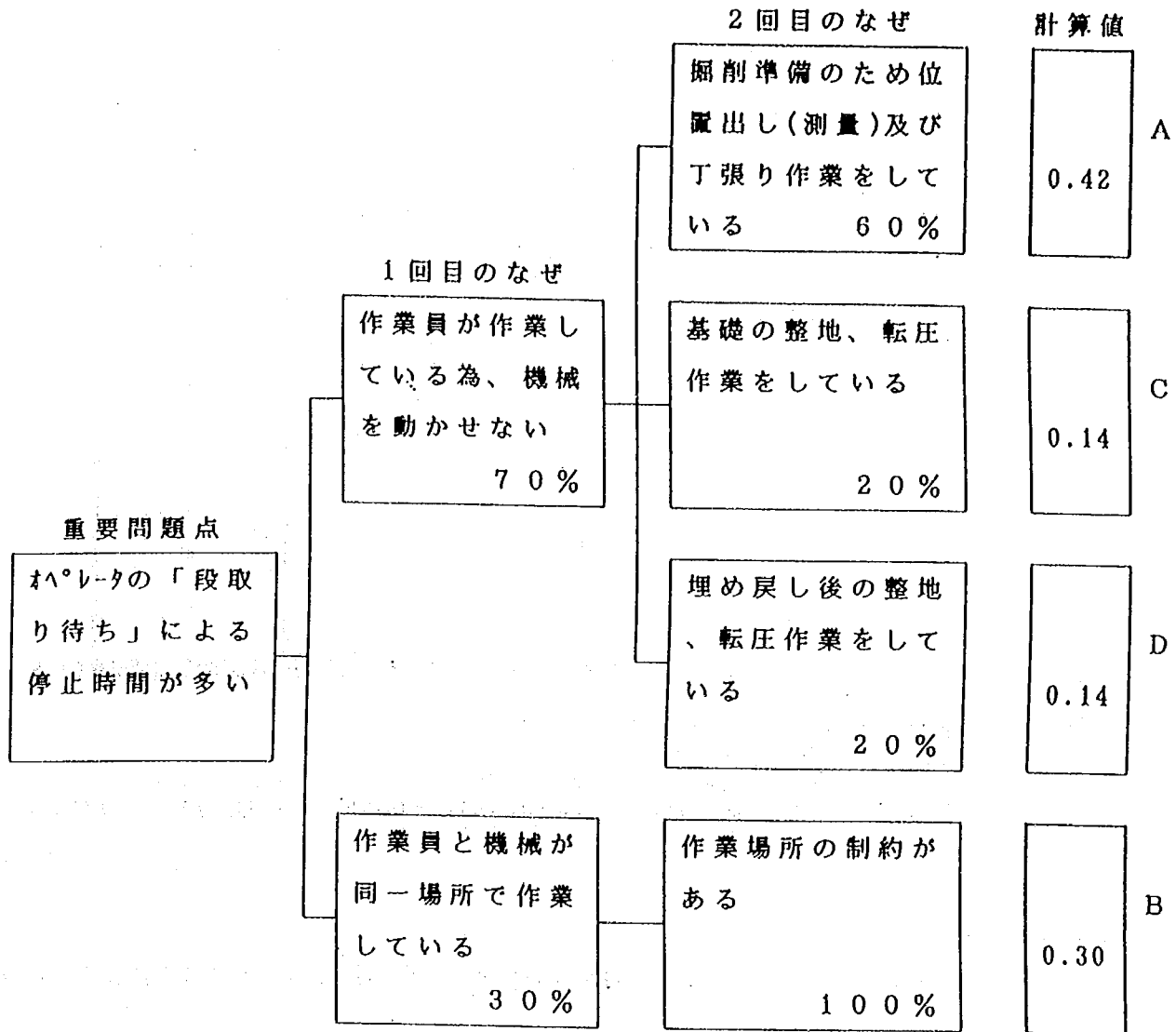
評価項目		現場にとって改善すべき必要性の程度はどうか。 ・今すぐやらなければ問題が大きくなる。 (緊急度) ・他の現場でもよくある問題なので改善案が使える。(共通性)	その問題が解決できた場合、どの程度の成果が期待できるか。 ・時間短縮、省人化、省力化 ・安全性の向上 ・苦労性の低減 ・改善意欲や理解の向上	決められた活動期間内で解決できる問題かどうか。	問題点を改善する際に簡易施工改善手法が十分に活用できるかどうか。	総合判定
問題点	評価項目	1. やや必要性がある 2. 必要性がある 3. 非常に必要性がある	1. やや効果がある 2. 効果がある 3. 非常に効果がある	1. 解決できない 2. 解決できる可能性有り 3. 十分に解決できる	1. 活用できない 2. 活用できる 3. 十分に活用できる	
オペレータの「段取り待ち」による停止時間が多い	評点	1・②・3	1・2・③	1・2・③	1・②・3	10
	評点	1・②・3	1・②・3	1・②・3	1・②・3	8
	評点	1・2・3	1・2・3	1・2・3	1・2・3	

(作成手順)

- ①職長または班長は、評価項目欄に総合判定のための項目出しを行う。
- ②現場の作業員全員で討議し、各問題点に対する各評価項目の評点に○をつける。
- ③職長または班長は、各評点の和を総合判定に計算してつける。
- ④原則としては、総合判定の内、一番高い点数について改善することとする。

(2) 原因の解析

改善課題選定表によって総合判定された改善課題について、5W法を用いて問題の発生原因を解析した。



オペレータの「段取り待ち」の主な原因は、A、Bの2つに絞られた。

- ①掘削準備のために位置出し（測定）及び丁張り作業をしているため
- ②作業場所の制約があるため

(3) 改善案の事前評価

現場の関係者による討論会を行った結果、5W法で解析された主な2つの原因について以下のような改善案が出され、改善案評価表によって検討した結果改善実施に対する総合判定がなされた。

(改善案評価表)

重 要 問 題	要 点
	オペレータの「段取り待ち」による停止時間が多い

5W法 による最終原因	改善案	評価項目	生産性	品 質	安全性	苦渋性	環境保全	効 果 判 定	技術的 実現性	総 判 合 定
掘削準備として 位置出し（測量） 及び丁張り作業を している	作業員が掘削準備 をしている時間に、 機械は別の場所 で作業をする	◎ 機械の 遊びが ない	△ 現状と 同じ	◎ 人と機械 の混在作 業がなく なる	○ 動きや な 動する	△ 現状と 同じ	◎	○	◎	
作業場所の制約が ある	作業場所を整理、 整頓し広くする	○ 動きや な 動する	△ 現状と 同じ	○ 動きや な 動する	○ 動きや な 動する	△ 現状と 同じ	○	○	○	

評価項目：生産性（省力、省人化）、安全性、苦渋性、コスト（作業全体コスト）、品質、環境保全、技術的实现性（開発費含む）等

①評価項目を左から優先順位が大きいと思う項目順に並べる

②改善案に対する各評価項目の効果を判断し、その理由を簡単に記入する

③総合判定で技術的实现性を考慮し最終の改善案を選択する

◎：現状より非常に効果が上がる

○：現状より効果が上がる

△：現状と同じ

×：現状より悪くなる

◎：活動期間内に容易に実現できる ○：実現できるが活動期間内は無理

△：実現できるかどうかわからない

×：実現できる可能性がほとんどない

改善案評価表より、

『オペレータの「段取り待ち」による停止時間が多い』という問題点についての5W法による最終原因である

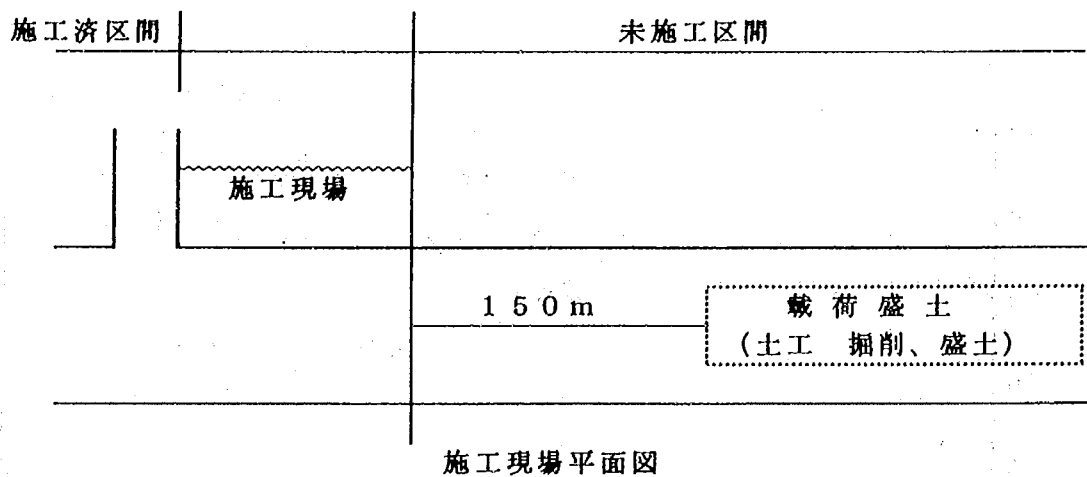
『掘削準備として位置出し（測量）及び丁張り作業をしている』の対策は、

『作業員が掘削準備をしている時間に、機械は別の場所で作業をする』という対策が実施に対する総合判定として決定した。

7.10.4 改善効果

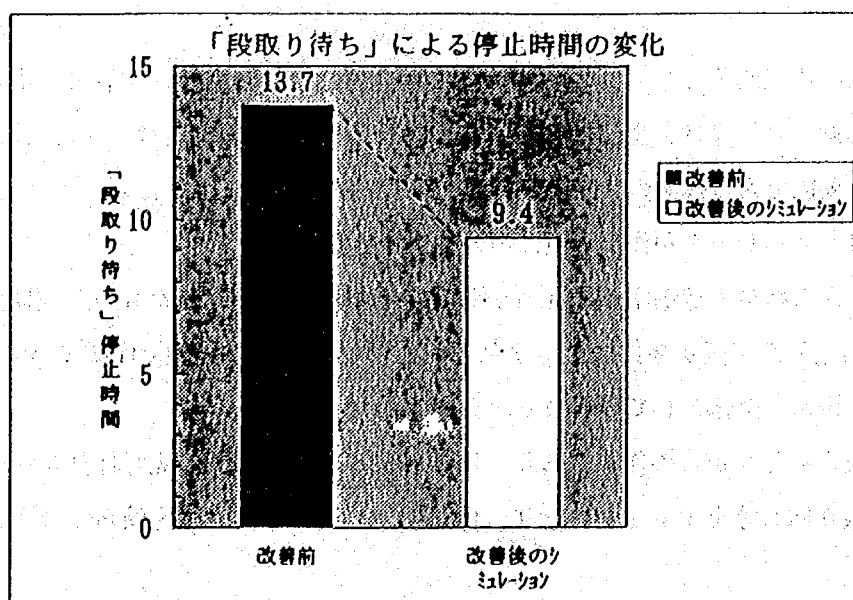
(1) 具体的対策内容

今回の現場は道路改良工事であり各種の作業があり対策として決定した改善案を実施する場所がすぐ近くにあった。土工（サーチャージ工法）の作業現場で掘削等の作業である。



(2) 改善効果予測

データ分析からオペレータの停止時間の内訳として「段取り待ち」の占める割合が60%を占めている。総合判定として決定された改善案を導入することにより対象となった最終原因の発生比率が75%程度減少すると予測される。

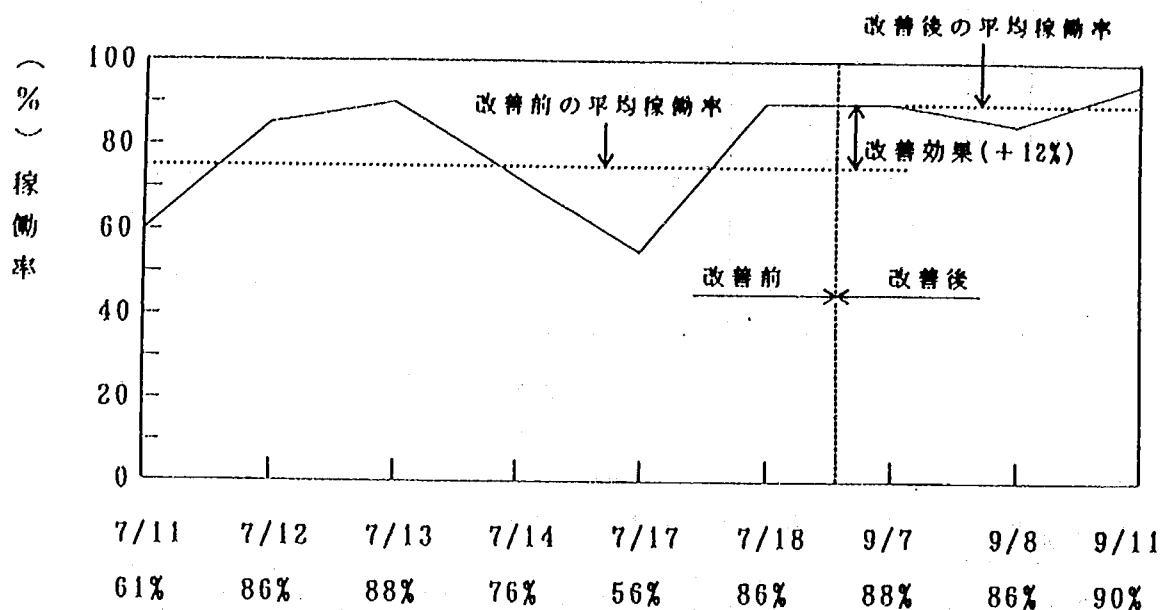


(3) 改善効果の確認

改善案導入前はオペレータの日々の拘束時間は9～9.5時間とほぼ一定であるが実働時間、停止時間は日々バラツキがある。

導入後は実働・停止時間もほぼ一定でありバラツキがない。

総合的な稼働評価として稼働率の変化について効果を見ることにした。



改善導入後の結果として、稼働率の変化は、改善前の76%から88%となり12%の向上を示した。

7. 10. 5 まとめ

(1) 調査結果

最後に排水工の施工改善として、生産性の向上を目的にIEの簡易評価手法を用いて現場でフィールド調査を実施した結果は、生産性の向上を目的に停止時間（非生産性）の短縮については、停止時間の大きな要因である作業の「段取り待ち」が解消された。

また、作業員とオペレータが作業手順に慣れが出てきた。

これらのことから機械の稼働率が約10%程度向上し改善効果があったものと判断するがこの数値は、たまたま測定した工区が条件的に恵まれていたこと（機械が単独で作業できる場所があった）によるもので、排水工全体としてのものではない。

現場は、水換えをしながらの作業であり、場所によっては、機械の先行作業に制約がある場合があるが機械の振り回し等を行うことにより、作業員と機械の干渉作業を減らすことで機械の稼働率を上げている。

全体としての効果については、IE手法（動作分析、時間分析等）をもちいて分析しなければ正しい判断ができないが、オペレータ、作業員等の意識改革には、大いに役立ったものと判断できる。

(2) 施工改善の課題点

現場では、施工改善として安全性、生産性の向上、苦渋性の解消に取り組んでいるが、具体的にどれだけ効果が上がるか、どれだけ工費が安くなるのか、わからないとなかなか実施することにはならない。定量的に効果が出せることが必要である。

簡易手法については、身近な問題解決を見つけだす方法としては評価できるが、評価方法等がだれでも判断ができるような評価の確立が必要である。

7. 1 1 現場適用のまとめ

現場適用試験の結果についてまとめたのが表-7.11.1である。各工種において改善案が提案され、改善効果の検証を行うことができた。

表-7.11.1 現場適用試験のまとめ

工 種 (改善項目)	問 題 点	改 善 案	改 善 効 果
路面補修工 (安全性)	・通行車両は工事区間内を速度を落とさず、作業者すれすれに通過している等	・体感マットを曳き、通行車両の速度を落とさせる ・予告看板に新たに回転灯を取り付ける 他 6件の改善案	○通過する車両スピードが13%減 ○不安全度数 ^{*2} が約60%減
道路打換工 (安全性)	・路面にマーキングするときや、仮のセンターラインを引く際、通行車両と接触のおそれがある	・作業開始直後に行っていたマーキング作業の時間を後ろにずらし、マーキング作業員は作業開始直後は他の作業員の安全確認を行う 他 6件の改善案	○不安全度数が約1/3
堤防除草工 (苦渋性)	・大型法面自走式、肩掛式草刈り機は不安定な地盤での作業のため苦渋性が高い	・ラジコン式草刈り車の導入	○不安定な足場、振動等の苦渋性が解決 △作業時間が長く感じる
張芝工 (苦渋性)	・法面が固めに整地されており、芝串打ち作業に力を要し苦渋性が高い	・芝串の先端を鋭角にして打ち込みやすくする	○作業に力を要する苦渋性はほとんどなくなる
コンクリートブロック積工 (苦渋性)	・ブロックの重さが約40kgと重く、仮置き箇所から積み込み位置までの運搬が苦渋作業である	・ブロックの配置に合わせ吊り金具を改良することで人力による積み位置までの運搬をなくす	○疲労訴え強度が1/10
築堤工 (生産性)	・材料待ちの時間が多い ・タイヤローの稼働率が低い	・ブルドーザを2台から1台へ ・タイヤローの代わりにブルドーザで転圧	○ブルドーザの平均稼働率が約50%→約90% △締め固めが不十分
土工 (生産性)	・火薬量の制限、寸法規制の変更等のため小割量が目標出来高に達しない	・せん孔配置を正順配置からちどり配置へ	○目標出来高に対する実績が76%→100%へ
側溝清掃工 (生産性)	・清掃対象物が非常に含水率の高い汚泥であるために排土回数が増える 他	・一部の蓋を撤去するだけで清掃可能かつ掻き崩し作業を機械化した自立走行式吸引装置の導入	○施工延長当たり作業工数が29%減 (工場内試験による予測)
排水工 (生産性)	・掘削準備のための位置出し(測量)等の段取り待ちによるオペレータの停止時間が多い	・作業員が掘削準備をしている間に機械は別の場所で作業をする	○機械の稼働率が約10%上昇

7. 1 2 今後の課題

今回の現場適用試験では今後の課題として以下の点が出てきた。

課題	内 容
導 入	・現場の方に理解してもらうのに苦勞する。 ・従来の方法に固執して有効な改善案が出ない。 ・慣れるまでに時間がかかる。
客観性	・個人差、主観、恣意に左右される。
妥当性	・現場条件、気象条件により左右される。

「導入」の問題に対しては、実例で示す等、よりわかりやすい方法で説明したり、「手引き」等を整理することが考えられる。

「客観性」の問題に対しては、官能試験のようにデータ解析に統計処理を行う方法が考えられる。

「妥当性」の問題に対しては、現場条件、気象条件の差が少なくなるよう調査条件を揃えたり、解析に際して分離したりすることが考えられる。

あとがき

土木工事において特別の設備、器具等を使用することなく、「調査表の記入」という方法で「簡易」に、しかも「定量的」に「安全性」「苦渋性」「生産性」の改善活動が行える「簡易評価手法」を作成し、現場適用した。現場適用試験では、「安全性」「生産性」「苦渋性」それぞれにおいて、改善案を導入し、改善効果を確認することができた。

なお、「簡易評価手法」は、あくまで「測定」による問題点発見の手法であって、現場における施工改善で効果をあげるためには、日頃から現場および管理者が改善意識を持つことが必要であることを述べておく。

「IE手法」、「簡易評価手法」の適用の有無にかかわらず、土木施工に携わる方々が、改善意識を持ち、土木施工の現場をより魅力あるものに変えていくことを期待する。

(付録1) 参考文献

文献一覧

- (1) 「I Eによる実践的問題解決の進め方」、社団法人日本鉄鋼連盟、秀研社印刷 (1989)
- (2) 「昭和63年鉄鋼各社のI E活動」、鉄鋼のI E、Vol.27、No.2 & 3、P 17 (1989)
- (3) 鈴木政利：「建設工事における自動揚重機の開発研究」、日本建築学会梗概集：1983年9月
- (4) 岸本巖他：「現場の作業改善事例コーナー」、標準化と品質管理、Vol.42、P 51 (1989)
- (5) 坂本碩也；「生産管理入門」、理工学社
- (6) 藤田彰久：「I Eの基礎」、建帛社
- (7) (社)日本建築学会：「作業能率測定指針」、丸善(株)、1990
- (8) 大島正光他：「人間工学」、朝倉書店、1989
- (9) 「労働安全衛生法」
- (10) 長町三生：「現代の人間工学」、朝倉書店、1986
- (11) 原政治：「現場のI E (IV) -時間分析」、日科技連
- (12) 松田文次郎：「図説・建設作業と安全の教育技報」、労働基準調査会
- (13) 「JIS 9110」
- (14) 人間工学教育研究会：「人間工学入門」、日刊工業新聞社、1983
- (15) 中村剛教：「建設I Eの進め方」、理工図書(株)、1984
- (16) 「建設業労働災害防止協会資料」
- (17) 甲斐章人；「基礎要論」、税務経理協会
- (18) 村松林太郎：「生産管理の基礎」、国元書房、1970
- (19) 「土木研究所資料 機械化施工における施工改善手法に関する研究 (第一報)」、建設省土木研究所 (1991)
- (20) 「土木研究所資料 機械化施工における施工改善手法に関する研究 (第二報)」、建設省土木研究所 (1993)
- (21) 「機械化施工における施工改善調査業務報告書」、(財)先端建設技術センター (1994)
- (22) 「土木研究所資料 機械化施工における施工改善手法に関する研究」、建設省土木研究所 (1995)
- (23) 「土木研究所資料 土木工事施工改善の簡易評価手法に関する手引き (案)」、建設省土木研究所

「建設工事における I E 手法の適用」調査担当者名簿

所 属	官 職	氏 名	担当期間
東北地方建設局道路部機械課	課長補佐	山田一彦	H6.4～H8.3
東北地方建設局技術事務所機械課	課 長	菅原次郎	H7.4～H8.3
“ 工作課	機械調査係長	松本孝一	H6.10～H8.3
“	課 長	阿部新治	H6.4～H6.10
関東地方建設局道路部機械課	建設専門官	阿部 武	H6.4～H7.3
“	“	山名至孝	H7.4～H8.3
“	開発調査係長	荒井 猛	H6.4～H8.3
“	技 官	渡部 修	H6.4～H6.6
“	“	岡澤秀也	H6.7～H8.3
関東地方建設局技術事務所機械課	課 長	小池賢司	H6.4～H8.3
“	管理係長	樋口 明	H6.4～H7.3
“	“	小昏淳市	H7.4～H8.3
“	技 官	稻垣義明	H6.4～H8.3
北陸地方建設局道路部機械課	課長補佐	三日月晋一	H6.4～H7.3
“	“	高木 茂	H7.4～H8.3
北陸地方建設局技術事務所機械課	課 長	穂苅正照	H6.4～H8.3
“	機械設計係長	鶴巻浩貴	H6.4～H7.3
“	“	古川貴英	H7.4～H8.3
“	技 官	山田淳央	H6.4～H7.3
“	“	佐藤正樹	H7.4～H8.3
中部地方建設局道路部機械課	課長補佐	近藤治久	H6.4～H6.6
“	“	五嶋政美	H6.7～H8.3
“	整備係長	粟野哲郎	H6.4～H8.3
中部地方建設局技術事務所機械課	課 長	土井芳樹	H6.4～H8.3
“	機械設計係長	相羽 学	H6.4～H7.3
“	機械調査係長	川口一彦	H7.4～H8.3
“	技 官	川田明男	H6.4～H8.3
近畿地方建設局道路部機械課	課長補佐	渡辺 昭	H6.4～H8.3
“	業務第一係長	梶田洋規	H6.4～H8.3
近畿地方建設局技術事務所機械課	課 長	横江重行	H6.4～H7.3
“	“	八尾正勝	H7.4～H8.3
“	機械設計係長	久野啓嗣	H6.4～H8.3

所 属	官 職	氏 名	担当期間
中国地方建設局道路部機械課	課長補佐	片岡孝次	H 6. 4～H 7. 3
	〃	鈴木 勝	H 7. 4～H 8. 3
	整備係長	山根圭太郎	H 6. 4～H 8. 3
	技 官	仲田 忍	H 6. 4～H 7. 3
	〃	山口正樹	H 7. 4～H 8. 3
中国地方建設局技術事務所機械課	課 長	出原 浩	H 6. 4～H 7. 3
	〃	中井 登	H 7. 4～H 8. 3
	専門職	田口尚武	H 6. 4～H 7. 3
	技 官	和田慎司	H 6. 4～H 7. 3
	〃	大繁清孝	H 7. 4～H 8. 3
四国地方建設局道路部機械課	課長補佐	尾崎宏一	H 6. 4～H 7. 3
	〃	小松修夫	H 7. 4～H 8. 3
	整備係長	宮本正司	H 6. 4～H 7. 3
	〃	宮武一郎	H 7. 4～H 8. 3
	技 官	宇田 浩	H 6. 4～H 7. 3
四国地方建設局技術事務所機械課	〃	溝渕輝夫	H 7. 3～H 8. 3
	課 長	岩澤委式	H 6. 4～H 8. 3
	機械調査係長	泉川暢宏	H 6. 4～H 7. 3
	機械設計係長	二川義人	H 7. 4～H 8. 3
九州地方建設局道路部機械課	課長補佐	村上輝久	H 6. 4～H 7. 3
	〃	大崎弘道	H 7. 4～H 8. 3
	業務第一係長	永溝 茂	H 6. 4～H 7. 3
	〃	小林 保	H 7. 4～H 8. 3
	技 官	坂口 誠	H 6. 4～H 8. 3
九州地方建設局技術事務所機械課	課 長	篠原 眞	H 6. 4～H 7. 3
	〃	木村直紀	H 7. 4～H 8. 3
	機械調査係長	鵜 治幸	H 6. 4～H 7. 3
	〃	松岡雅博	H 7. 4～H 8. 3
	技 官	三浦成治	H 6. 4～H 8. 3
北海道開発局官房機械課	課長補佐	松崎勝記	H 6. 4～H 7. 3
	〃	山口芳宏	H 7. 4～H 8. 3
	設計係長	伊藤正樹	H 6. 4～H 8. 3
北海道開発局建設機械工作所 工務課技術開発班	班 長	宮澤 勉	H 6. 4～H 7. 3
	〃	近藤 保	H 7. 4～H 8. 3
	建設監督官	合田 穰	H 7. 4～H 8. 3

建設工事における I E 手法の適用
(施工改善簡易評価手法の現場適用)

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第3401号
平成8年3月(1996)

要 旨

土木工事において「調査表の記入」という方法で「簡易」に、しかも「定量的」に「安全性」「苦渋性」「生産性」の改善活動が行える「簡易評価手法」を作成し、現場適用した。現場適用試験では、それぞれの施工の改善案が提案され、改善効果を確認することができた。

キーワード：I E 手法、施工改善、簡易評価手法、安全性、苦渋性、生産性

○

郵便はがき

50円切手
をはって
下さい。

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

材料施工部機械研究室 行

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

○

配布先住所

土木研究所資料第3401号

部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

土木研究所資料第3401号

建設工事における I E 手法の適用
(施工改善簡易評価手法の現場適用)

○