

分 24 秒) かかるのに対し、無線 LAN を使用した場合 0.9 秒で完了する。実際の作業では、メール転送までの時間や操作時間も発生するため、伝送速度の向上は業務の効率化に大きく貢献するものと考えられる。

しかし、高速無線 LAN を用いたネットワーク環境を構築するには、数百万円単位の初期投資が掛かる。この初期投資費用及び通信費用を誰がどのように負担するのが大きな課題である。情報ネットワークの構築が業務の効率化に貢献することは明らかであり、いかにして初期投資を抑えるかが無線 LAN 導入の重要な課題と言える。

5.5.4 まとめ

佐賀導水事業では、いくつもの排水機場や水門、あるいは約 23 kmにおよぶ導水管等の施設が完成する都度に紙ベースの構造物台帳を整備してきたが、各事務所で道路や河川・GIS システムの構築が進められている中で、今後は電子納品を有効活用した電子データによる台帳整備が標準となってくる。電子データによる台帳と紙ベースの台帳をはじめ膨大な図面等の情報を有機的に利活用していくために、紙ベース情報の電子化が急務となっている。

今後は、維持管理をはじめとした事業の効率化を一層図るために、構造物台帳など様々な紙ベース情報をスキャニングしファイル一元化ソフトを用いて一括管理することで、簡易で柔軟な拡張性のある GIS システム構築の実証を進めていく。

また、山間部等の ADSL や光ケーブルといったブロードバンド化が遅れている通信過疎地でも情報共有を進めるために、中継局でつないだ無線 LAN によるネットワーク環境を構築し、通信ネットワークとして有効な手段であることを確認した。設備等の初期投資に多額の投資が必要である。中継局を含めた通信費の支払い方法や初期投資の抑制など本格導入に向けた課題に引き続き取り組んでいきたい。

6 電子データを活用した工事監督検査方法

6.1 工事関連帳票の減量化、資料作成の労力軽減

6.1.1 研究目的

現在、CALS/EC では電子納品によってデータ保管スペースの削減、情報検索性向上、転記ミス等の防止による品質向上など、一定の目的は達しつつある。しかし、従来作成している「紙」資料はワープロなどを用いて電子化しているだけで、工事関連帳票の資料作成は、電子化する前とあまり変わらない時間と労力を要する。また、工事関連帳票は、データの整理方法を変えた複数の帳票が作成されるので、提出する資料は膨大な量となっている。このため、単にワープロ等を用いて作成する工事関連帳票の電子化だけでは、業務の効率化には必ずしもつながっていない。

そこで、電子データを活用した施工管理の業務改善のきっかけとするために、「工事の提案関連帳票の減量化、資料作成の労力軽減」といった施工業者が身近に実感できる業務改善の提案を目的として、検討を行った。なお、本研究テーマは施工業者の業務改善ではあるが、提出される工事関連帳票は監督検査や維持管理で利用するための条件を満足する必要がある。これらを踏まえた実現性を明らかにする検討も合わせて行った。

6.1.2 現状の課題と解決方法

はじめに、施工管理、工事監督検査のための品質管理資料作成の現行の課題を調査した。調査は、実際の工事の工事完成図書の内容調査、及び受発注者からのヒアリング調査により実施した。

6.1.2.1 工事完成図書における品質管理資料提出

調査結果の主なものは以下の通りであった。

一部の帳票を除いて、ほとんどの帳票が電子的に作成されている。一部の帳票を除いて、ほとんどの帳票が電子的に作成されている。

・コンクリートの品質管理で提出される資料は、生コン工場で作成する試験成績表と、これを基に作成される品質管理資料（帳票）である。試験成績表は、ほとんどが工場の品質管理システムから電子的に作成されるが、印刷、押印して提出されるため、施工業者は試験成績表のデータを品質管理資料に転記する作業が生じている。

・データの記録と統計的にデータを整理・分析する帳票の提出があり、同じデータが複数の帳票に転記している。

・提出された品質・出来形管理資料のうち、盛土の締固め度測定結果の提出が全体の6割近くを占めている。この締固め度測定結果は、RI計測機器の計測データを手書きで別の様式（盛土施工データ）に記入して作成されている。

以上の調査結果より、品質管理資料の作成に関する課題とその解決方法は、次の通りと考えられる。

・コンクリートの配合、品質データのような試験成績書表は、生コン工場からの紙媒体での提出から、電子データの提出に転換することで、受注者の作業労力の軽減が図れる。

・帳票作成支援ツールを用いることで、データの転記が多いコンクリートの品質管理等の帳票作成の軽減を図ることができる。将来的には、品質管理データを標準データ形式で電子納品し、これを検査に適した検査用ツールで検査を実施することで、従来に比べて電子納品の減量化が可能となる。

・盛土の締固め管理は計測結果から帳票に手書きをしており、作業負担が大きく、転記ミスの可能性が考えられる。ある道路工事（土工工事）の例では、654枚の盛土施工データの帳票を手書きしていた。これらの帳票を電子的に作成、提出することが可能になれば、受注者の作業労力の軽減が図れるとともに、転記ミスの軽減が期待できる。

6.1.2.2 電子成果品による工事監督検査

品質管理資料を電子化した場合の、工事監督検査の課題について調査した。調査は、地方整備局の監督検

査の手引き等の資料、及び地方整備局へのヒアリングにより実施した。その結果は次の通りであった。

・検査に要する時間的な制約から、品質管理資料の効率的な検査を実施する必要がある。

・書類検査時は、基本的には、構造物の重要性や請負金額等に着眼して検査事項を選定するが、検査官によっては得意分野を重点的にチェックする場合もある。このような場合は、検査事項に関連する書類の素早い検索が重要である。

・検査は、施工計画書、写真、出来形調書、品質管理記録等の資料を照らし合わせながら実施する。プロジェクトの台数が少ない場合、プリントアウトした紙資料の準備も必要である。

・近年、品質向上への創意工夫等についても評価を行うため、標準化された帳票とは別に、わかりやすい資料の作成を行うなどの工夫を行う場合がある。しかし、標準化された帳票があれば新たな様式の作成の必要がないことや、同じ様式にデータが記載されていることによる確認性の良さなど、メリットも大きい。

以上の検討結果から、電子成果品を用いた検査は、紙による検査と同じくらいの検索時間を短縮と、データの確認性ができることが必要と考えられる。このため、資料減量化、作業労力軽減の検討にあたって、データの確認性から従来の様式スタイルでビューできることを念頭におく必要があると思われる。

6.1.2.3 品質管理資料の維持管理での利用

電子データで作成された品質管理資料が、維持管理で有効に利用されることが、電子納品の大きな目的である。そこで、道路事業を対象とし、維持管理における品質・出来形管理資料の利活用の実態を整理した。整理にあたっては、品質・出来形管理資料の利活用に関する既存資料（例えば、コンクリートの耐久性に関する研究の現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案、土木学会など）を参考とした。調査の結果、以下のことが判明した。

工事の品質管理記録（試験成績、伝票等）は、工事中の品質確保には利用されるが、工事完成後はほとん

ど利用されてはいない。ただし、重要構造物のコンクリート品質記録については、国土交通省「建設材料の品質記録保存業務実施要領（案）」により長期保存が義務づけられている。

- ・現状では、図面、工事写真、重要構造物の品質管理記録などを、災害等の緊急事態あるいは調査対応時に利用している程度である。

- ・写真、打合せ簿等、品質管理記録等の工事関連資料は5年程度で破棄されているが、緊急対応や調査対応時に必要な資料も破棄されて、不都合が生じることがある。

- ・将来、構造物の維持管理が重要な課題で、アセットマネジメント研究が進めつつあるが、維持管理における品質管理情報の科学的利用に関しては今後の研究成果をまたなければならない。今後の利用のために、当面は、現在納品している品質管理データのフォーマットやデータ形式の統一が必要である。

以上の調査結果より、品質管理資料の維持管理における課題とその解決方法は、次の通りと考えられる。

- ・アセットマネジメント研究などの成果をもとに、維持管理に必要な品質管理情報を明確化し、品質管理データの電子納品を確実にしていく。

- ・当面は、電子納品の際に、長期保存が義務づけられている資料などを、工事打合せ簿フォルダに他の資料とともに格納するのではなく、これから作る維持管理専用フォルダに格納して、納品する。

6.1.3 品質管理資料作成の業務改善策

6.1.3.1 基本方針

品質管理資料の減量化、作成労力の軽減による業務改善を検討するに当たっては、単に規定を緩めるのではなく、工事監督検査、維持管理での利用からの制約も考慮し、以下の基本方針をもとに業務改善策を提案することにした。

- ・品質・出来形管理の質を劣化させることなく、ま

た計測するデータ量を低減することなく、資料の減量化や資料作成労力軽減が実施できること

- ・ITを活用して、資料作成作業が効率化されること
- ・工事監督検査が電子納品データを活用して従来どおり実施できること

- ・現行の維持管理業務で必要な品質管理データが納品されること

業務改善策には、工事監督・検査方法を見直しに伴う提出資料の変更や資料そのものの削減が考えられるが、ここでは従来の規定を変えずにIT活用の観点からの提案に限定した。

6.1.3.2 業務改善策の提案

以上の検討より、施工業者の品質管理資料作成の業務改善のための当面の実施内容を以下に提案する。

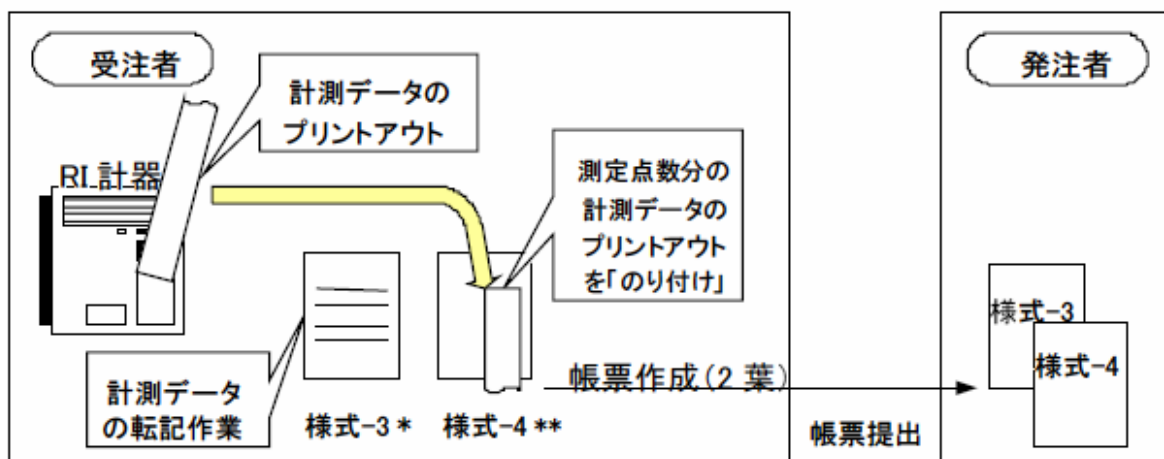
- ①ミルシート・試験成績表等の電子データの納品
- ②品質管理におけるRI機器の計測データの納品
- ③品質・出来形管理データ等を格納するフォルダおよび格納方法
- ④土木工事帳票様式Excelシートの機能更新（データ多重入力の解消）

6.1.4 現地実証実験

本研究で提案した品質管理資料作成の業務改善策のうち、「RI計器による盛土締固め測定データの電子納品」を取り上げ、現地実証実験を実施した。実験は、近畿地方整備局豊岡河川国道事務所の道路工事の現場で、平成16年9月から約1ヶ月間の期間で行った。

6.1.4.1 業務改善策

はじめに、フィージビリティとして、RI計器による盛土締固め測定資料の減量化、帳票作成労力軽減について、従来方法との比較で整理して、業務改善策の有効性と効果を明らかにした。また、電子データを活用した資料作成の方法について、その実施方法を整理した。



*:RI計器を用いた盛土の締固め管理要領(案) 平成8年8月 建設省

** : プリント出力結果の提出様式は上記要領で定められてないので、ここでは「様式-4」とした
(計測結果の原本性を証明するために計測データの帳票へののり付けが必要)

様式 4

様式 3

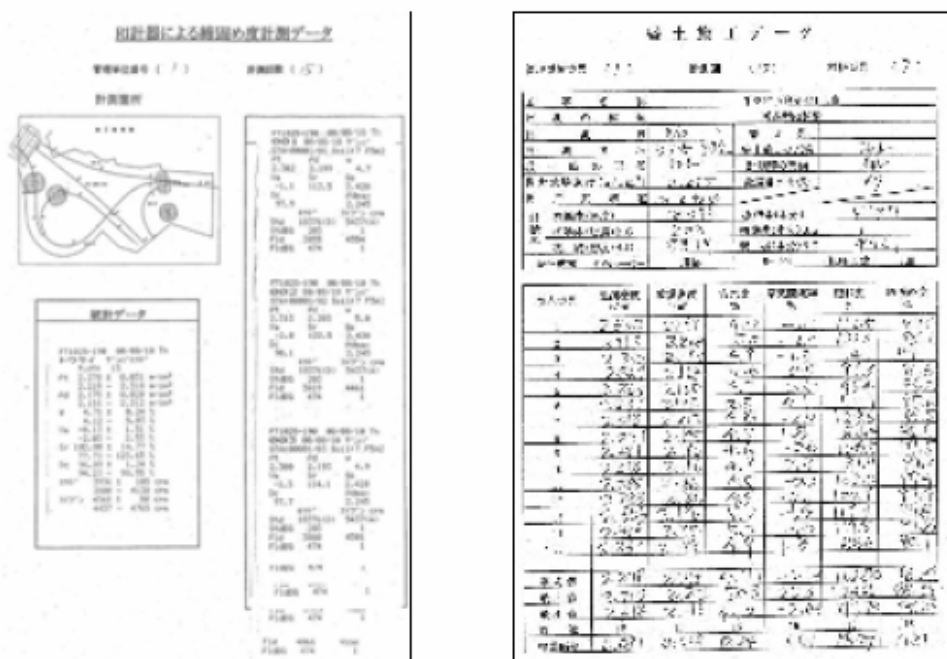


図 6-1 従来の RI 計測データの提出方法

(1) 従来の資料作成方法

従来の RI 計器を用いた盛土締固め管理結果の帳票提出方法は、**図 6-1** に示すとおりである。RI 計器を用いた盛土締固め管理試験結果の納品には以下のような課題及び特徴がある。

RI 計器を用いた盛土締固め管理は、RI 計器からプリント出力された計測データ（湿潤密度、乾燥密度、含水比、締固め度等）を、定められた様式に転記している。受注者にとって転記作業が負担となっていることがヒアリング結果からも明らかになっている。

- ・大規模な土工では、膨大な量の盛土施工管理データシートがあり、手書きにより作成されていることが多い。このため、電子納品する場合はスキニングが必要となる。

- ・RI 計器から出力されたプリント出力結果を様式に添付して提出しているが、この方法はデータの信頼性を高めていると考えられている。

(2) 業務改善案

受注者の労力軽減には、手書きによる帳票への書き写しを改善することが必要となる。そこで、RI 計器のデータメモリ機能が追加されたこと、それを用いた JH での試行が実施されていることを参考にし、RI 計器の出力データから帳票を自動作成する業務改善案を提案する。RI 計器から盛土締固め計測データの受け渡しイメージを**図 6-2** に示す。

計測した電子データによる帳票作成と計測データの電子的に受け渡しを、以下の手順で実施することにより、原本性確保と帳票作成の労力軽減、資料の減量化を実現する。

受注者は、メモ리카ードにあるバイナリデータを CSV データ変換ソフトで変換し、直ちに発注者に電子メールで提出する。また、原本性確保のため、メモ리카ードに記録されたバイナリデータを発注者パソコンに適宜保管する（プリントアウトされた出力結果の代替として）。

- ・発注者は提出された計測データを保管し、必要に応じて計測結果に問題がないかを閲覧、確認する。

- ・受注者は、CSV データ変換ソフトで変換した計測データをもとに、帳票作成ソフトを用いて帳票（従来の提出様式）を作成する。

- ・従来の帳票は竣工後に一括して発注者に提出する。なお、発注者が電子データとの照合を求めた場合、すぐに提示できるようにする。

- ・業務改善策の期待される効果を従来の方法と比較すると、以下の通りである。

- ・RI 計器からの計測データをパソコンに取り込むことにより、従来の帳票への書き写し作業の軽減できる。試算では、1 日 30 点の計測の場合、従来の方法で約 25 分の時間に対して、業務改善策では 3 分の時間で帳票が作成できるようになる。

- ・転記によるミスの軽減も期待できる。

- ・品質管理データを CSV 形式に変換できることから、データの再利用性が非常に高い

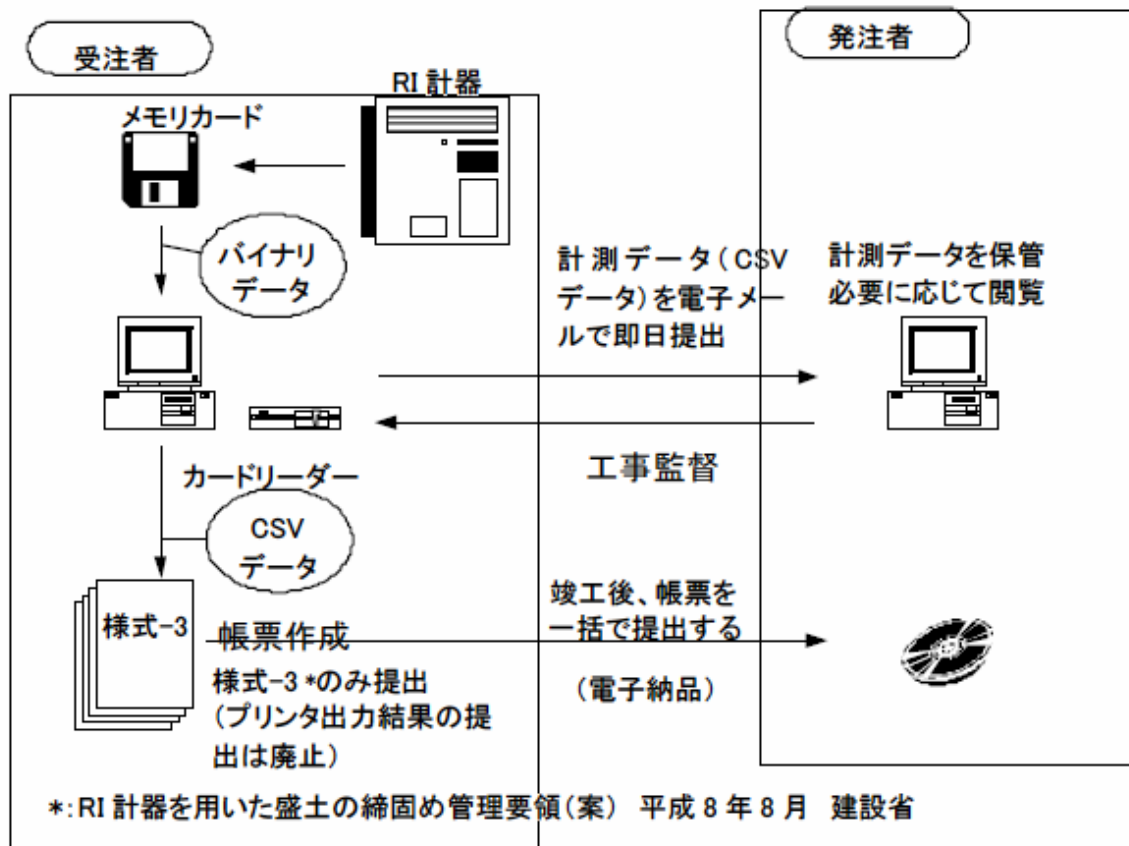


図 6-2 電子納品による RI 計測データの提出方法

6.1.4.2 実験の目的

実験では、RI 計器のメモリ書き出し機能を用いることで書き写しといった無駄な労力が削減できること、さらに電子データを用いて監督検査を実施する上での課題を明らかにすることを目的として実施した。

RI 計器からの電子データ提出を導入する際、発注者が最も懸念する事項は、受注者によるデータの改ざんである。例えば、締固め度等の測定結果が許容値を満たしていない場合に、受注者によってメモリカードに保存されたデータをパソコン上で操作し、許容値以内に改ざんするといったことである。

今回の実験では、メモリカードに記録されたバイナリデータを利用するが、これはバイナリデータの改ざんは困難であり、またメモリカードに保存されたデータは、パソコン上から上書きあるいは消去することができないため、メモリカードを受け渡しに利用することで改ざん防止ができると考えられる。実験は、電子

データを用いた監督検査の懸念に対して、このような対策が受け入れ可能かを確認する。

従来の帳票作成方法と、メモリ媒体に記録された電子データを用いた帳票作成方法のメリット・デメリットは表 6-1 に示す。

表 6-1 RI 計測データの帳票提出方法の比較

納品方法	メリット	デメリット
従来の帳票作成方法	・計測後のデータ改ざんは不可能	・手書きによる転記作業の労力 ・成果品を紙のみで管理 ・計測データの利活用が困難
電子データによる帳票作成方法	・手書きによる転記作業の労力軽減 ・データ転記ミスの軽減 ・計測データの利活用が容易	・受発注者双方にメモリデータ読込装置が必要（コスト増） ・電子データの改ざんが可能 ・新たな改ざん防止対策が必要（メモリカードの受け渡し等）

6.1.4.3 実験方法

(1) 実験の準備

実証実験に必要な機器類は図 6-3 に示す通りである。

実証実験にて準備すべき事項を以下に整理して示す(表 6-2)。

上記以外に、受発注者パソコンに Excel が必要

(2) 実験ケース

実験は、データ改ざん防止方法の違いで発注者への計測データの受け渡しを変えた以下の3ケースで実施した。また、比較のための従来の手書きによる転記で帳票を作成する方法も実施し、電子データを利用した帳票作成の効果を検証するとともに、データ改ざん防止の違いが、工事監督・検査に与える影響を評価した。

・ケース 1 (プリントアウトした紙で改ざん防止)

受注者が計測データを CSV に変換したデータをメールで転送するとともに、あわせてプリントアウトしたロール紙も合わせて提出する。(プリントアウトに資料提出によるデータ改ざんをチェックする。)

・ケース 2 (CSV データの即日配信による改ざん防止)

受注者が計測データを CSV に変換したデータをメールで即日転送する。(計測器からプリントアウトした

資料の提出をなくして、電子データのためのやり取り。紙資料の提出不要、即日確認できるメリットがあるが原本性確保に難)

・ケース 3 (バイナリデータの提出による改ざん防止)

受注者が計測データを CSV に変換する前のバイナリデータが蓄積されたカードを発注者に提出し、発注者パソコンに取り込む。(プリントアウトをなくし、電子データのためのやり取り。バイナリデータの流通により改ざんを困難にし、原本性を確保)

表 6-2 実証実験で準備した機器、ソフトウェア等

項目	費用	備考
発注者が準備すべき事項		
インターネットに接続したパソコン	—	所内のパソコンまたは情報共有サーバを利用
CSV 形式への展開ソフト等	—	RI 計器付属ソフト
受注者が準備すべき事項		
インターネットに接続したパソコン	—	WindowsMe を除く
CSV 形式への展開ソフト等	—	RI 計器付属ソフト、RI 計器付属ソフト
帳票作成ソフト	—	国総研開発ソフト、
RI 計器	160,000 円/月	フィールドテック FT-102Z2
プリンター	—	

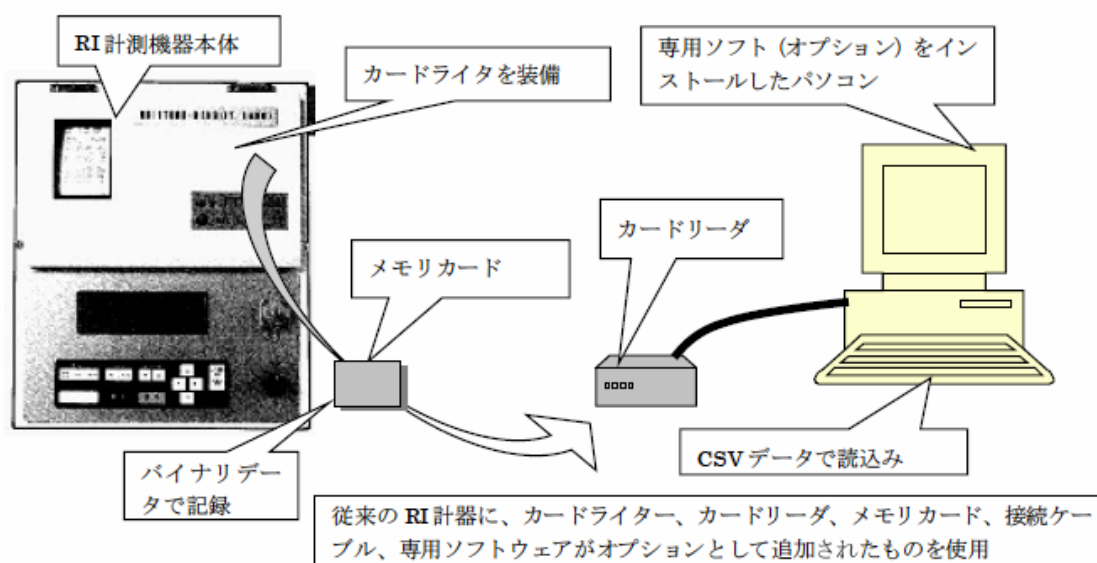


図 6-3 必要機器類

(3) 実験手順

実験手順を図 6-4 に示す。

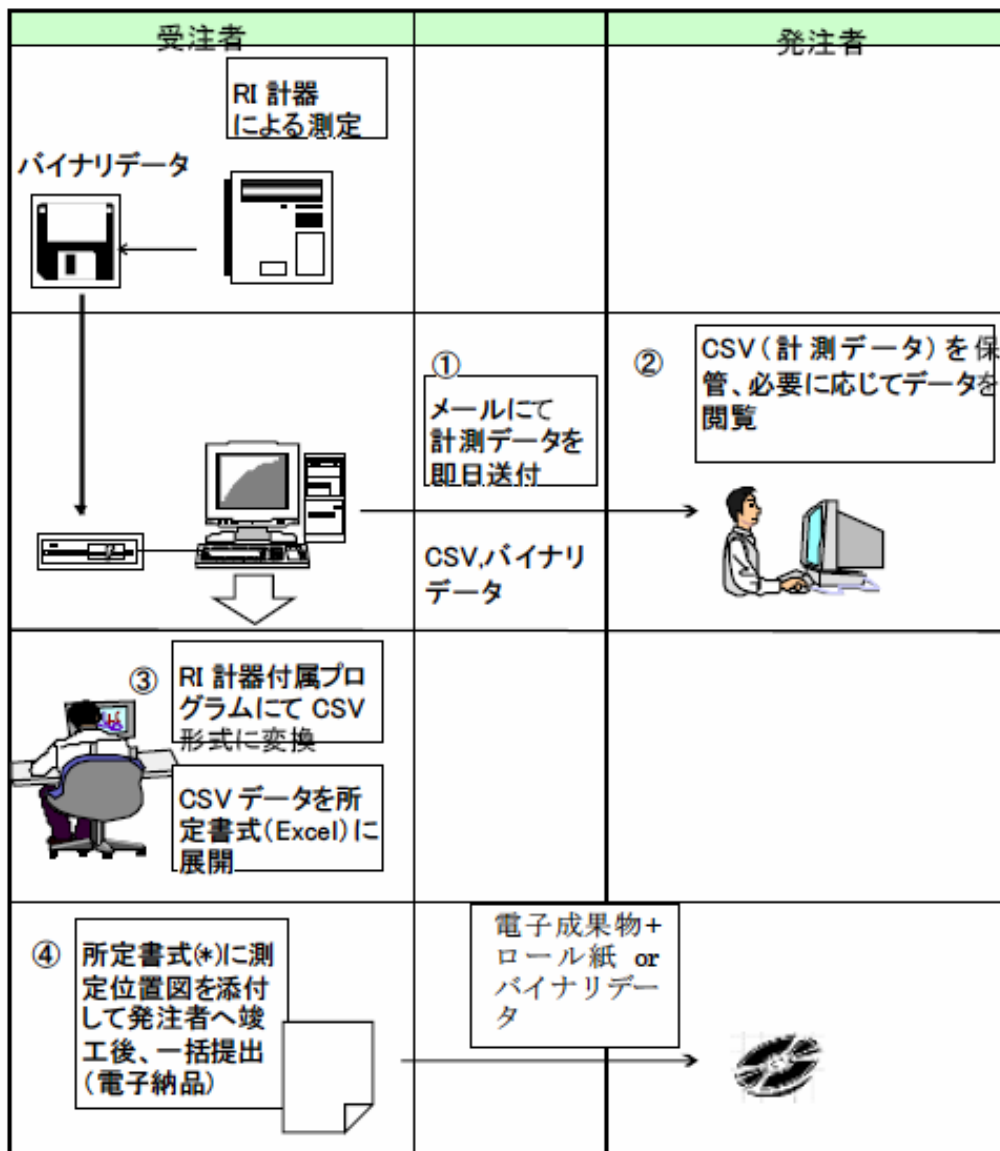


図 6-4 実証実験のフロー

6.1.4.4 評価

(1) 調査方法

① 評価方法

実験の評価では、まず従来の方法と今回提案した方法の作業時間を計測し、帳票作成労力軽減効果の定量的な評価を行った。次に、提案した方法の費用対効果や、3種類のデータ改ざん防止策の妥当性について、実験終了時に受発注者双方に実施するアンケート調査による評価を行った。また、アンケートでの実験評価が十分に行えない場合は、追加のヒアリングを実施した。

② 評価結果と考察

a) 作業量軽減

帳票作成作業の作業時間を、バイナリデータからCSVデータに変換し、国総研帳票作成ソフト（Excelのマクロ機能で帳票への転記を自動化した帳票作成ソフト）で帳票作成に要する作業時間を計測した（表6-3）。帳票作成は、盛土施工データ帳票（様式-3）、品質管理図表である。

作業量の実測データの結果から、従来の帳票作成に比べて時間短縮効果が非常に大きい（従来方法の1~2割に時間短縮）ことが確認できた。また、アンケートからも「大幅な時間短縮となった」との回答を得た。

b) 費用対効果

RI計器のレンタル料は、カードリーダーがオプションとなり、従来機種に比べて2万円/月程度コストが増加する。このため、作業量軽減の効果と増加費用について、施工業者にアンケートした。その結果、1月20日、1日平均の測定点数50回の現場では「費用と同等の効果が期待できる」との回答を得た。

今回の現場は比較的規模の大きな盛土工事であったが、レンタル費用増加分と作業量軽減効果がほぼ同じという感覚であり、規模の小さな盛土工事への導入する場合に課題があると考えられる。

c) データ改ざん防止策

本実験では、ケース1：ロール紙の提出、ケース2：CSVデータの即日のメールでの提出、ケース3：修正

が困難なバイナリデータの提出の3方法を行った。

監督官からのアンケートでは、「電子データの改ざんの可能性があるため、プリントアウトされたロール紙の台紙への切り貼りはしないが、ロール紙を提出してほしい」との回答であった。また、「監督業務のスタンスとして、データ改ざん等の不正があるとの前提があり、業務遂行上、常に確認していくことが必要である」との意見が出された。

施工業者からは、「メールでの即日提出は当日の現場作業終了後の必須の作業となり負担がある、バイナリデータが格納されたカードの提出は監督官事務所が現場から遠い場合に負担がある、ロール紙による提出が最も負担が少ない」との回答であった。

支持の得られたロール紙の保管、提出は他の改ざん防止策に比べても負担も少なく、当面の対応としては受発注者とも受け入れやすい方法と考えられる。

監督官から出された電子データの改ざんへの懸念を、電子データだけでデータ交換する場合の課題と認識し、電子データの利用のメリットとデータ改ざん等のリスクとの間での最適な解決方法の検討が必要と考えられる。

d) リアルタイムの品質確認

本実験では、原本性の確保の手段としてメールによる即日提出という方法を採用した。この方法の別の目的として、監督官が即日に盛土の品質を確認し、問題がある場合に迅速に対応する、いわゆる情報化施工のねらいもあった。この現場では「出張所と現場が近いために頻繁に現場立会いで確認することができ、計測データの即日提出のメリットはそれほどない。しかし、出張所と現場が離れて立会回数の少ない現場であればメリットがある」という回答であった。

表 6-3 帳票作成に要する作業時間の計測結果

盛土量 (m ³ /day)	測定点数 (点)	帳票作成に要した 時間 (min)		従来方法からの時間短縮比 (%)
		従来方法	実証実験方法	
1,111.5	35	65	8	12.3
1,701.1	50	75	9	12.0
1,764.0	50	70	10	14.3
1,747.6	50	70	10	14.3