

IT 技術を活用した道路管理の効率化について

国土交通省 道路局 道路交通管理課 ITS 推進室
国土交通省 道路局 国道・防災課
国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター ITS 研究室
国土技術政策総合研究所 道路研究部 道路空間高度化研究室
東北地方整備局 道路管理課
中部地方整備局 交通対策課
中国地方整備局 交通対策課

1 はじめに

昨今の道路行政においては、国民や道路利用者が望む道路事業を峻別しつつ、これまでに整備した道路資産を効率的に有効活用していくことが重要なポイントとなっている。また、既存の道路資産は、今後大幅な更新時代を迎えることとなり、良好な資産管理に向けた取り組みが道路管理者に求められている。即ち、今後の道路行政においては、道路資産を適切に管理し、効率的利用に努めていくことが重要になることが予想される。

しかしその一方で、道路管理に必要な財源や人的資源は限られており、管理レベルを低下させることなく、道路の効率的利用に資するサービスを提供していく必要があると考えている。

これに対し、近年目覚ましい進展を遂げている IT 技術を有効に活用することが出来れば、道路管理業務において必要とされる多種多様な情報を、迅速かつ効率的に取得し、蓄積・流通させ、確実に処理・加工することで、適切な意思決定や利用者サービスの提供が期待される。これらの中でも特に情報の収集は、道路管理業務を遂行する上で根元的要素であり、例えば CCTV カメラは、異常事象の早期発見を目指し、近年数多く設置されている。

しかし、異常な事象の発生は稀であり、多数のカメラからそれらの事象を漏れなく人の目で把握することは、現実的に困難である。またカメラ画像には、人の目だけでは判別困難な路面状態の変化などの貴重な情報が多く含まれている。

これに対し、国土交通省が進めている走行支援道路システム(AHS)の研究開発などで得られたカメラ画像のセンシング技術等を用いることで、異常事象の迅速で確実な発見やカメラ画像がとらえる貴重な情報を抽出することが可能となり、道路管理業務の効率化はもとより様々な場面での利活用が期待される。

本研究では、道路管理の効率化や高品質化の観点から、画像センサの道路管理への活用の可能性について検討するとともに、画像センサによる路面状態及び異常事象の検出性能と道路管理業務における具体的な活用方法について検討を行ってきた。ここではその成果について報告する。

2 IT を活用した道路管理の方向

2.1 道路管理における課題

今後の道路行政においては、必要な道路を効率的に整備していくとともに、既存の道路

ストックを最大限に活用するための施策を推進していく必要があると考えている。その際には、個別の成果目標に対する達成状況を定期的に検証・評価し、その結果を施策にフィードバックさせる「道路行政マネジメント」の導入が不可欠となる。

また、既存の道路資源を有効に活用し、道路の効率的利用を促すためには、渋滞や事故、落石や落下物などの道路上で発生する各種事象に対し、道路交通に及ぼす影響を最小限に押さえる必要があると考えている。具体的にはこれらの事象を迅速かつ確実に発見することで、適切な処置をより早く講じることにより、情報提供を通し道路利用者が被るリスクの最小化とトータルとしての道路利用の最適化を図るものである。

しかしながら、このような行政運営を進め、道路交通のパフォーマンスの維持・向上を図っていくための人的資源や財源は有限であることから、高速道路の直轄管理(新直轄方式)や道路管理の24時間化などへの対応を含め、これまで以上に業務の効率化を図りつつ、業務の品質向上に努めていく必要があると考えている。

2. 2 課題解決のためのIT化への期待

業務の効率化と品質の向上を両立させるためには、必要情報の迅速で効率的な取得・蓄積、適切な意思決定のための分析及び表現能力や通信能力の向上が不可欠となる。

そのためには、ITの活用が合理的であることは論を待つものではなく、既に画像センサやプローブを用いた情報の収集、光ファイバー網の活用やi-モビリティセンター、HPによる情報提供など道路管理においてもITを活用した取り組みが進められている。

ここで、例えば、画像センサは、後述するとおり異常事象の早期発見にとどまるのではなく、安全運転支援や的確な交通安全事業を進めるためのツールとしても活用可能である。

このように、ITの活用は、単なる道路管理業務の効率化、高品質化にとどまらず、道路管理や利用者サービスの新たな展開を可能とするものと期待され、今後とも戦略的な活用検討が望まれる。(図2-1参照)

3 道路管理における画像センサ活用の可能性

3. 1 道路管理における画像センサ活用の可能性

画像センサは、監視する対象によりセンサの種類を大別することができる。

具体的に、道路管理業務において画像センサは、安全で円滑な走行に支障を及ぼす事象

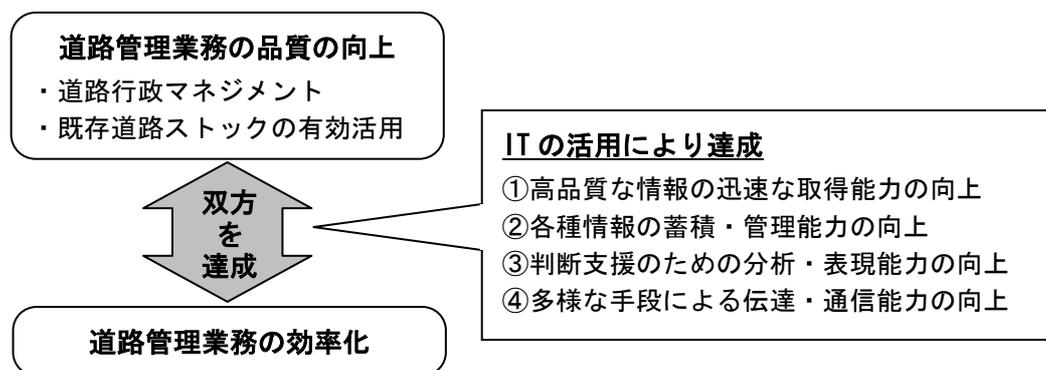


図2-1 道路管理の課題解決の方向

を早期に発見することを期待するものであり、湿潤や凍結・積雪などの路面状態を検出する「路面センサ」、落石・土砂崩落、越波、雪崩、さらには陥没や落下物、交通事故を含む停止車両など道路上で発生している事象を検出する「道路センサ」に大別できる。

ここで、路面センサについては、乾燥・湿潤・水膜・凍結・積雪の5状態に関し、10m×100m程度の検出範囲を90%以上の的中率で検出できるセンサも開発されており、路面状態の局地的状況や急変に対し、面的かつ直接的に精度よく把握することが可能となってきた。また、5.1においても提案しているように、路面状態の推移を定量的に監視することが可能となり、冬期における薬剤散布や除雪作業の合理的な出動判断など、よりの確で効率的な冬期路面管理業務の実施が可能となるものと期待される。

一方、道路センサは、これまで通常巡回を基本とし、沿道住民や利用者からの通報に頼っていた道路上に生ずる事象の発見を区間として限定的とはなるが、リアルタイム性をもって確実に発見することが可能であり、これまでよりも迅速な意思決定と対応処置を可能とする。ここで、道路センサは、落下物等の物体などを直接検出する「直接方式」と車両の避走や減速行動から事象を間接的に検出する「間接方式」とに分類される。このうち、間接方式の場合は、個々の車両軌跡をとらえることができ、これにより、例えば事故発生に至る要因の特定や急カーブ・トンネル等での急減速や車線逸脱など潜在的危険性を定量的に把握することが可能となり、またそこで得られた危険事象をリアルタイムに後続車両等に伝達することで事故回避のための直前行動を支援することが可能となるなど、道路管理さらには道路の効率的利用に当たってのさらなる活用が期待される。

3. 2 現状における画像センサの活用状況

画像センサについては、AHSの研究開発の一環としても開発が進められ、既に全国41箇所(路面センサ18箇所、道路センサ23箇所)において、道路管理用の画像センサとしてパイロット的に導入されている。

国総研では、これら導入箇所に対し、活用の状況や有効性などについて継続的に調査を実施している。これによれば、道路センサの活用状況は、落石・崩落等の早期発見を目的としている箇所が9箇所にとどまるのに対し、事故の早期発見を目的としている箇所は11箇所を上るなど、画像センサには、単なる災害の検知にとどまらず幅広いニーズが存在するものと推察される。(表3-1参照)

なお、同時に画像センサの活用には、CCTVカメラの設置数の増加にともなう業

表3-1 路面センサ・道路センサの活用状況(目的)

センサ	活用状況(目的)	箇所数
路面センサ	路面状態の把握	18
道路センサ	落石・崩落等の早期発見と迅速な対応	9
	事故の早期発見と迅速な処置	11
	渋滞や停止車両の監視	3
	計	23
合計		41

務の負荷に対する懸念、冬期道路管理業務へのカスタマイズ化など高品質な道路管理に向けた具体的な提示を求める声も多い。

4 路面センサの道路管理への具体的活用方法の提案

4. 1 道路管理における路面センサへの期待

4. 1. 1 冬期路面管理の現状

冬期路面管理業務においては、主として以下のような課題に直面している。

- ① 路面管理作業の出動判断や作業計画は、オペレータや作業員の経験的な判断に負うところが大きく、その継承は困難である。
- ② 路面状況が頻繁に変化する路線ではオペレータに頻繁な操作が強いられている。
- ③ コスト面からより適正な作業が求められている。

これに対し、現状の CCTV カメラ画像及び凍結検知器等のセンシング技術には、以下の問題点があり、冬期路面管理作業を支援するツールとして限界があった。

- ① CCTV カメラ画像については、目視によりある程度の路面判別が可能であるが、個人差により判断に違いが生じることや、夜間等の場合、路面判別が困難である。
- ② 凍結検知器については、路面判別精度に課題があることや、取得できる情報が路面状態情報のみであることから、変化の度合いや経過等を表現することが困難である。

4. 1. 2 路面センサへの期待

冬期路面管理の現状と課題に対し、現在 AHS の研究開発の一環として取り組んでいる路面センサ(以降、「AHS 用路面センサ」という)は、既存の CCTV カメラに付加することで、路面状態を面的(10m×100m 程度)に、しかも路面状態別(5 状態)に精度高く把握することが可能であり、路面状態の変化をリアルタイムに監視することが可能である。

表 4-1 は、AHS 用路面センサの精度について、一般国道 45 号宮古地区において実証実験を行った結果を示したものである。これによると、各路面状態の個別的中率は、凍結及び水膜で 90%弱となったが、乾燥、湿潤、積雪では、90%を越える非常に高い中率となっている。



写真 4-1 凍結抑制剤散布状況

表 4-1 実証実験結果 (H14~15)

観測路面状態	データ件数	正解率 (%)				
		乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結
乾燥	51,175	95.3	3.8	0.1	0.8	0.0
湿潤	15,931	6.0	90.5	3.3	0.2	0.0
水膜	7,196	0.2	6.2	87.4	3.3	0.0
積雪	4,042	0.1	2.9	1.6	95.4	0.0
凍結	2,092	1.9	9.2	1.0	0.9	87.0

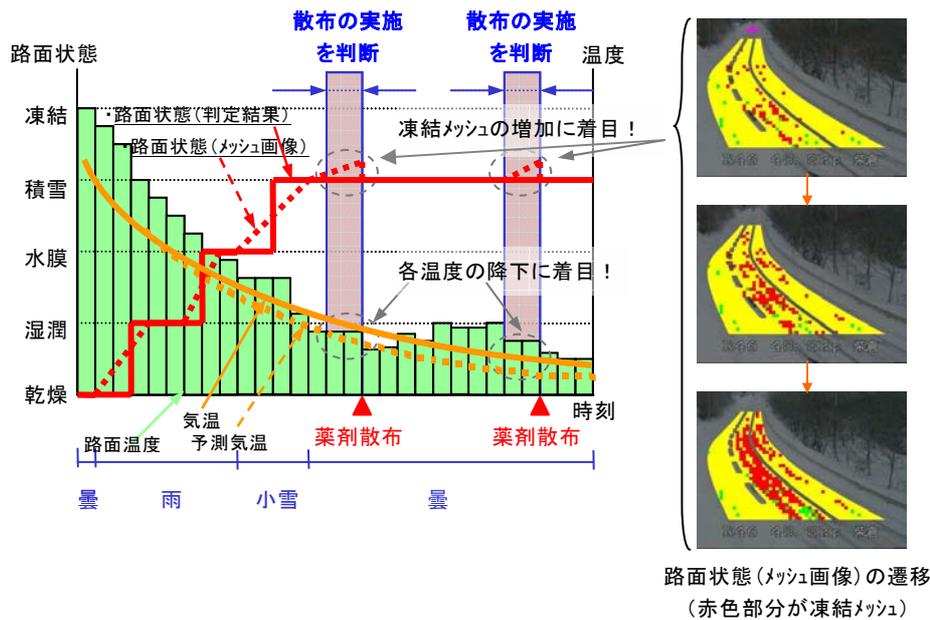


図4-1 路面センサ情報の道路管理への活用イメージ

4.2 路面センサの路面管理への活用方策

4.2.1 新たな活用方策の提案

AHS用路面センサは、既に示しているように路面状態の変化を面的かつリアルタイムに把握することが可能である。ここで得られる履歴情報を蓄積し、グラフ化することができれば、路面状態の推移を常に確認し、凍結等の可能性を推測することも容易となる。さらに、これら情報と気温や路面温度、降水量の変化などと重ね合わせることで、オペレータや作業員の経験的判断に加え、より精度高い路面状態の変化を予測することが可能となり、迅速かつ適切な出動判断や合理的な路面管理作業を可能とすることが期待される。(図4-1参照)

4.2.2 道路管理への適応性の検証

CCTVによる路面状況把握システムは、前述のとおり路面状態に関して、その度合いと変化(例えば、凍結の割合とその推移)について出力することができれば、この度合いの変化を用いた除雪作業計画の立案が可能となるものと考えられ、本年度一般国道46号田沢湖地区において実証実験を行う予定としている。

田沢湖地区の凍結抑制剤散布車の出動に際しては、出動判断時から

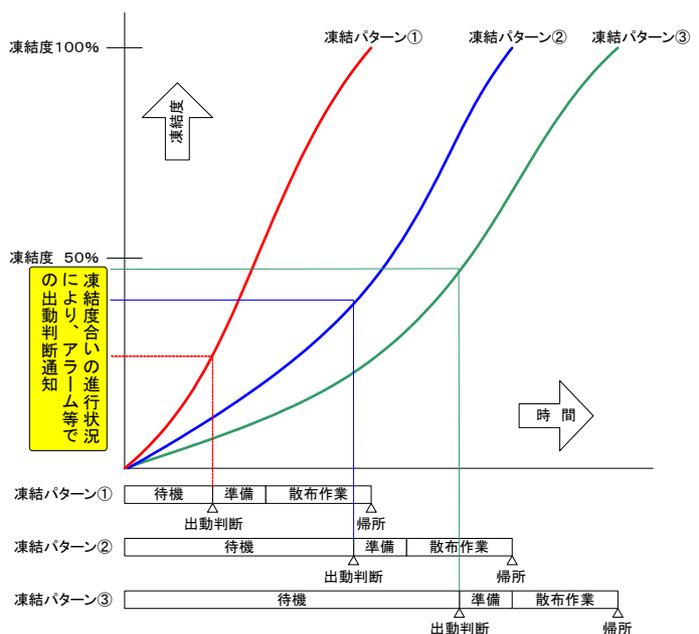
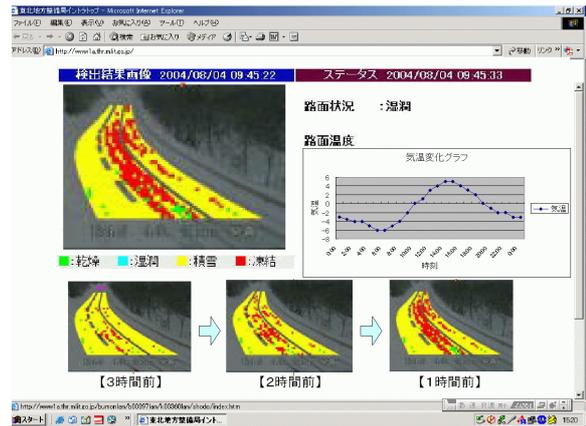
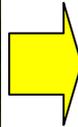


図4-2 道路管理への適応性検証のイメージ



現在（峠路面情報）



情報提供イメージ

※凍結割合、気温変化グラフ、路面状態遷移を合わせて表示

図 4 - 3 情報提供イメージ

出勤までに 20～30 分程度を要している。この時間を加味して、あらかじめ定めた凍結度合いに達する時点で出勤し、凍結度が 100%になる前に帰所できた場合、効率的・効果的な除雪作業が実施できるものと考えている。(図 4 - 2 参照)

また、凍結抑制剤散布車の出勤にあたっては、道路パトロールを実施し出勤判断を行っているが、路面センサによる路面状態の推移と出勤判断の目安がステーションマスターによる経験的な出勤判断基準と合致すれば、出勤判断のためのパトロールの軽減が可能となることから、ステーションマスターへのヒアリングも併せて実施することとしている。

4. 3 道路利用者に対する情報提供

冬期の路面状態については、これまで事務所等の HP など、気温や路面温度等の数値データを提供している事例や可視画像をそのままの形で提供している事例は数多く見られる(例えば、東北地整の「峠路面情報」など)。

しかしながら、間接的な数値データでは、路面状態の直感的認識は困難であり、可視画像についても路面状態を確実に判別可能なほどには解像度は高くなく、路面凍結が生じやすい夜間においては、判別が困難な場合も想定される。

これに対し、AHS 用路面センサは、路面状態に応じ自動的に着色することができることから、面的かつきめ細かな路面状態をわかりやすく利用者に提供することが可能となる。(図 4 - 3 参照)

5 道路センサの道路管理への具体的活用方法の提案

5. 1 道路管理における道路センサへの期待

5. 1. 1 道路監視業務の現状

道路管理者は、落石・落下物、冠水、事故、渋滞など道路上で発生する各種事象に対し、道路交通に及ぼす影響の最小化が常に求められており、従来のパトロール車による巡回と通報による対応に加え、CCTV カメラ画像による道路状況監視を実施している。

特に、CCTV カメラ画像による状況監視は、現場に行くことなく迅速に現場状況の詳細を確認することができるとともに、映像での確認のため誰でも直観的に状況を判断するこ

とが可能であり、道路状況確認の有効な手段の一つである。

そのため、現場状況確認が特に必要な箇所を中心に、数多くの CCTV カメラが設置されている。(表 5-1 参照)

5. 1. 2 CCTV カメラ画像の監視支援

このような多数の CCTV カメラ画像を人手により常時監視することは困難であり、現状では問題が発生した場合に状況把握を行うツールとして利用されているのが実態である。これに対し、CCTV カメラ画像を常時監視することができれば、その利用効率を高め、管理レベルを飛躍的に向上させるものと期待される。

ここで、CCTV カメラ画像監視を支援するものとして、CCTV カメラに道路センサを付加した監視支援システムがある。道路センサは、画像処理技術を利用して落下物や停止車両、渋滞等の事象を検出することができ、CCTV カメラを有効に活用することが可能となる。(図 5-1 参照)

5. 2 道路センサを用いた監視方法

5. 2. 1 道路センサの種類と特徴

道路センサは、画像処理装置の機能から「多カメラ方式」と「専用カメラ方式」に大別される。

(1) 多カメラ方式(タイムシェアリング方式)

複数のカメラ画像を一台の画像処理装置にて一定間隔で逐次スキャンしながら処理

表 5-1 CCTVカメラ設置状況

(H16.4.1 現在)

	整備済	H16 年度 整備予定
北海道開発局	834	102
東北地方整備局	793	35
関東地方整備局	948	103
北陸地方整備局	413	25
中部地方整備局	857	96
近畿地方整備局	537	38
中国地方整備局	552	70
四国地方整備局	621	66
九州地方整備局	655	19
沖縄総合事務局	42	5
合計	6,252	559

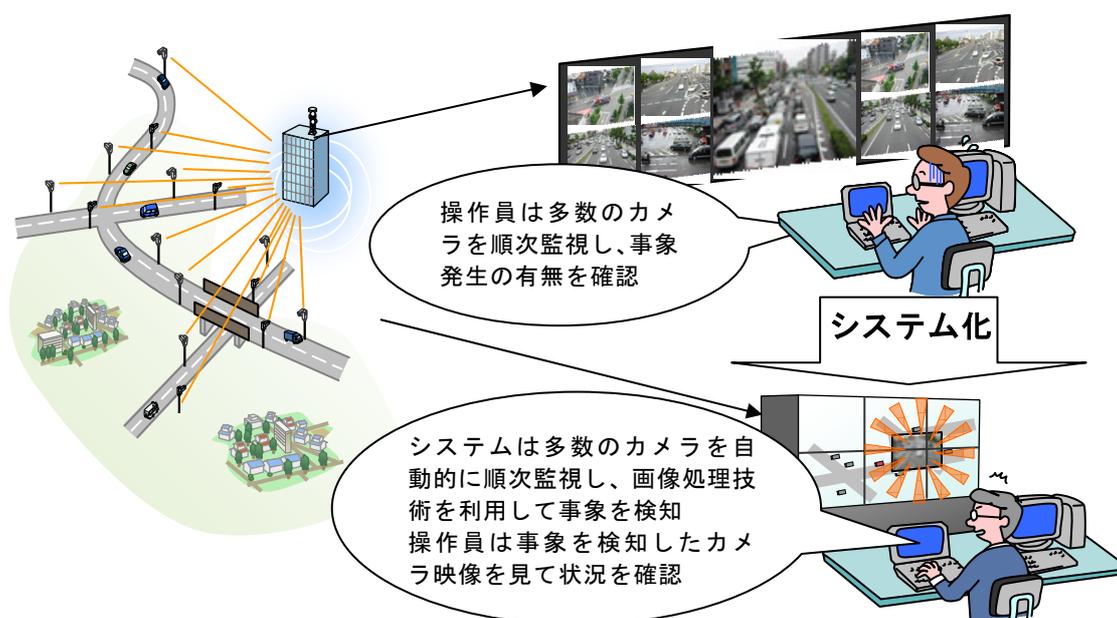


図 5-1 CCTV 監視業務支援システム

を行い、事象を検出する方式である。監視できない時間帯が存在するものの、他方式に比べコスト面や設置スペース面で優位であり、より多くのカメラ画像を効率的に処理することが可能である。

(2) 専用カメラ方式

一つのカメラ画像を一台の画像処理装置で常時処理を行い、事象を検出する方式である。そのため、コストは嵩むが、監視できない時間帯が無く、網羅的な監視が可能となる。また、交通量や車両走行軌跡などの情報を併せて取得可能なシステムも存在する。

5. 2. 2 道路センサの使い分け

道路センサの活用にあたっては、異常事象の発生頻度や大きさ、道路交通状況など現場条件により適切な方式を選択することが重要である。

具体的には、CCTV カメラは、現場状況の確認が特に必要な箇所に設置されるが、その中でも重点的に監視すべき「重要(危険)な箇所」とむしろ効率的に監視することで「道路管理業務全体のレベル向上」を図るべき箇所の2種類が想定される。

(1) 道路管理業務全体のレベル向上

既設置分を含め数多くの CCTV カメラに対し効率よく監視することは、道路管理業務全体のレベルを向上させることに他ならない。そのためには、一つの画像処理装置で複数の CCTV カメラ画像を処理できる多カメラ方式により多数の CCTV を処理することが望まれる。

多カメラ方式の場合、画像処理に必要な時間はこれまでの研究開発の結果から 10 秒程度である。また、一つの画像処理装置で処理可能なカメラ数は監視間隔に依存し、監視間隔程度が 1 分の場合の処理カメラ数は 6 台、10 分の場合は 60 台となる。

(2) 重要(危険)箇所の監視

事故危険箇所をはじめ、落石や越波、風雪の危険箇所など道路管理上重点監視が必要な箇所においては、専用カメラ方式による常時監視が望まれる。

なお、その際には、道路センサに加え、他のセンサと組合せた事象検知システムとして機能させる方法も有効な手段と考えられる。

また、一部の道路センサでは、車両走行軌跡をトレースすることが可能である。これによれば、異常事象の検知に加え、事故多発箇所での交通安全対策などに対し、よりきめ細かな対策の立案と評価が可能となる。

5. 3 道路センサを用いた監視体制

5. 3. 1 マネジメントセンターによる情報の一元管理

直轄道路管理の 24 時間化への流れや広域道路ネットワーク整備の進展と自専道管理区間が増加する中で、道路管理業務は複雑化・多様化し業務そのものも増大している。その一方で、管理コストの削減に対する要請も強く、適切な管理レベルの設定と道路管理業務の効率化を進めることが緊急的な課題となっている。

ここで、現場管理に関わる直接的な部分は、各事務所・出張所に管理権限があるが、現場管理に関わらない情報処理部分を集約し一元処理することができれば、業務の効率化に

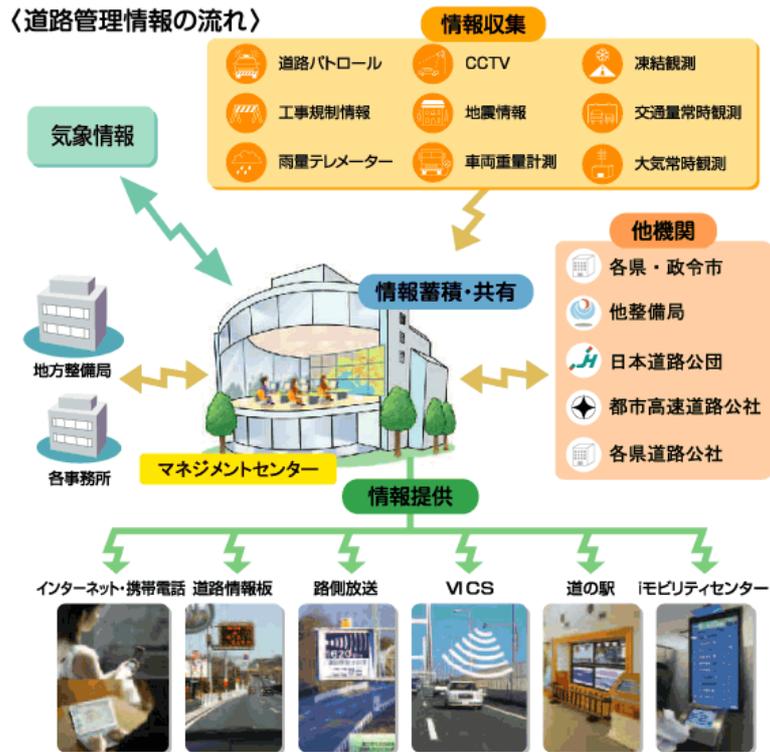


図 5-3 マネジメントセンターと道路管理情報の流れ

大きく貢献できるものと期待される。

具体的には、マネジメントセンターにおいて、CCTV カメラで得られる画像情報を道路センサで集中的に監視する方法は、それらを事務所単位で行うよりもはるかに効率的であり、道路管理用光ファイバーネットワークを有効に活用することで、シームレスでコストのかからない通信環境も可能となる。また、マネジメントセンターにおける一元的な画像監視は、管理レベルの均質化や今後本格化する 24 時間管理における効率的な対応を支援するものと期待される。なお、マネジメントセンターでは、画像情報を含め、多種多様な情報が一元的に集約されることから、これまで以上に効率的な災害対応や情報の提供等に寄与するものと期待される。

5. 4 道路センサを活用した情報提供

見通しの悪い事故多発箇所やトンネル内などにおいては、CCTV カメラによる監視方法を専用カメラ方式とすることで、道路管理業務に加え、対向車両の接近を情報提供(対向車両情報表示サービス)することや前方で発生した渋滞や事故、停止・低速車両等の存在を後続車に情報提供(前方停止車両・低速車両情報表示サービス)することで、安全な道路環境の実現を支援できる。

例えば、山陽自動車道高山トンネルでは、平成 16 年 8 月 7 日にトンネル内でパンク修理のために停止していた車両に後続の大型トラックが衝突し、5 人が死亡、22 人がけが、3 台の車が炎上する大事故が発生した。このようなトンネル内での停止(低速)車両を道路センサにより検出し、後続車両にその情報を提供することができれば、事故の発生回避・

被害の軽減に大きく寄与するものと期待される。

5. 5 情報流通の変化にともなう業務プロセスの改善

道路センサをはじめとする IT 技術は、効果的・効率的な道路管理業務の実現に向け極めて有効であるものの、IT 技術が有効に活用されてはじめて成立するものである。そのため IT 化にあたっては、各道路管理業務において必要とする情報と、その流れについて全体構造を分析し明らかにし、当該システムが道路管理業務のどの部分をどのように改善することになるかを見据えて導入すべきと考えている。これにより、業務プロセスを情報流通の変化にともない改善することになることから、トータルとして効果的・効率的な道路管理業務が可能となるものと期待される。

6 まとめ

6. 1 本研究で得られた成果

本研究は、道路管理の効率化・高品質化の観点から、画像センサ(路面及び道路センサ)の具体的な活用方法について検討を行ったものである。

このうち、路面センサについては、路面状態の変化を面的かつリアルタイムに把握し、しかもその変動履歴と気象データとを関連付けて表示することで、路面の直接的変化を踏まえた合理的な冬期路面管理を可能とする方法について提案を行った。

また、道路センサについては、監視方法と監視体制のあり方などについて提示し、特に監視方法に関しては、センサの使い分けとして多カメラ方式と専用カメラ方式を提案した。

6. 2 課題と今後の方向

本研究は、CCTV カメラのより有効な活用策を模索している道路管理者に対し、有用な回答を提示することができた。

しかしながら、本研究の成果は提案の領域にとどまっており、今後それぞれの仮説について、実フィールドでの検証・評価を行っていくべきである。また、その際には、履歴情報などの蓄積や集計・表示機能、インターフェースなど周辺環境に関し、求められる機能とアルゴリズムなどについて、サービスとしての均質化・標準化を念頭に置きつつ検討を行うておくことも重要であると考えられる。

なお、CCTV カメラやそれに付加する画像センサの活用は、業務の効率化と高品質化を促すものと期待されるが、具体の導入展開に当たっては、将来の適正な管理レベルの上で検討がなされるべきものであり、今後このような上流部分に関する検討も合わせて行われることが望まれる。

高速 I P ネットワークによる業務アプリケーションモデルに関する研究

大臣官房技術調査課電気通信室

国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報研究官・基盤研究室

関東・中部・近畿地方整備局河川部電気通信調整官・電気通信課

1 はじめに

国土交通省は、政府の e-Japan 重点計画に基づき I T 社会の実現に向けて、河川、道路において公共施設管理用光ファイバの全国ネットワークを構築し、ネットワークの高速・大容量化を進めているとともに、e-Japan 重点計画を受け、施設管理情報等の共有を行うための地方公共団体との相互接続、施設管理用光ファイバの民間開放等を進めているところである。また、平成 15 年 7 月に発表された e-Japan 戦略 II においては、「I T 基盤整備」から「I T 利活用」への進化が提言され、I T 基盤の利活用に必要な方策を進めることとしており、国土交通省においても、今後、光ファイバ等を使用する様々なシステムが増加していくことが想定されることなどから「I T 基盤整備」から「I T 利活用」への進化を図るため、専用通信網の I P 化を進めているところである。

I P とは、インターネットプロトコル（インターネットで標準的に使用されている通信方式）の略称であり、I P 化とは、それぞれの目的に応じて異なる通信方式で整備・運用されてきた複数のネットワーク及びサービスを共通の通信方式として I P に統一するものである。国土交通省の専用通信網は、この I P 化を推進することにより「いつでも、どこでも、誰とでも」情報のやり取りを行うための共通の情報基盤へと再編成され、I P の使い勝手がよくコストがかからないという特徴を活かしたネットワーク環境が提供できると期待される。今後は、この I P 統合されたネットワークを国土交通省の防災、国土利用、維持管理などの業務でどのように利活用するのかということが大きな課題となる。

そこで、本研究は、国土交通省の業務の高度化、効率化を推進するため、高速 I P ネットワークを活用した業務アプリケーションのモデルを提案することを目的に 2 ヶ年にわたって実施するものとし、初年度にあたる本稿では、国土交通省における高速 I P ネットワークへの取り組みとその機能を活用した業務アプリケーション実現の要件等を中心に検討を行う。

2 国土交通省におけるネットワークの I P 化の概要

「人々の生き生きとした暮らしと、これを支える活力ある経済社会、日々の安全、美しく良好な環境、多様性のある地域を実現するためのハード・ソフトの基盤を形成すること」は、国土交通省のミッションであるが、国土交通省の電気通信分野においては、これらの達成に向けて、業務を支援する共通の情報基盤として、現在、既存の専用通信網の I P 統合化を検討している。

また、平成 15 年度に策定された「国土交通省技術基本計画」は、国土交通省の技術研究開発の方向性を定めたものであるが、そこに描かれる維持管理、防災、国土利用などの

様々な場面において、IT（情報技術）の活用を想定している（図2.1参照）。

そこで、本章では、国土交通省におけるネットワークのIP化の概要を紹介する。



出典:「国土交通省技術基本計画」パンフレットより抜粋

図2.1 国土交通省が進める技術研究開発により実現が期待される2025年の暮らしや仕事のイメージ

2.1 国土交通省における専用通信網の現状

現在、国土交通省では、河川、道路、ダムなどの公共施設の管理、災害時の迅速な対応等に供する目的で専用通信網を構築している。この専用通信網は、光ファイバ網、多重無線網のほか、衛星通信網、移動通信網、関係機関との接続などの複数のネットワークの接続により構成されている（図2.2参照）。



図2.2 国土交通省における専用通信網(イメージ)

これらのネットワークは、互いに独立した通信網を構成し、個別の通信手段を用いているため、各種情報を相互にやり取りするためには、ネットワーク間における様々な変換作業が必要であるなど課題も多く、目的ごとに各種システムを個別に運用する必要があった。

2. 2 専用通信網のIP化

国土交通省における既存の専用通信網では、その中心となる光ファイバ網は概成しており、今後は、光ファイバ網と既存の多重無線網による統合通信網を構築することにより、新たなニーズへの柔軟な対応、高信頼性の確保、経済的なネットワークの構築等が可能となると考えられるが、統合通信網の構築には、ネットワークとサービスを順次IP統合することが必要である。

国土交通省の専用通信網は、本省～本局間、本局～事務所間、事務所～出張所間の階層別に順次IP統合を進めていくことにしており、投資効果が即座に発揮されることを目指すとともに、それぞれの地方整備局の事情により無理なく移行することにも配慮している。

3 IP化の意義と高速IPネットワークにおけるコスト削減効果

本章では、一般的なネットワークにおけるIP化の意義、国土交通省における高速IPネットワークへの取り組み及びネットワーク構築にあたってのコスト削減効果について説明する。

3. 1 IP化の意義

情報を「デジタル化」することは、コンピュータによる処理を容易にしたが、今日では単にデジタル化するだけでは意味がないといわれる。特定のコンピュータで処理されるデジタル信号ではなく、世界中のどこでも通じる普遍的なデジタル信号として通信ネットワークに載らない限り、情報の価値はほとんどないと言える。

一方、“IP over Everything”（IPをすべての通信ネットワークに載せよう！）というキャッチフレーズのように、いまやIPはイーサネットや無線回線をはじめ、電話回線（xDSL）、光回線など様々な通信回線の上で動作している。これは、IPは通信回線に依存しない方式となっているためである。すなわち、IPは、ネットワークとサービスの通信ルールとして実質的な世界標準であり、使い勝手がよくコストがかからないという特徴を兼ね備えた重要な通信規格となっているのである。

さらに、従前、IPはコンピュータ等のデータを中心に扱ってきたが、これからは“Everything over IP”（IPの上にすべての情報を載せよう！）というキャッチフレーズで表されるように、音声（電話）、映像など情報通信で扱うすべての情報をIP化することが可能となりつつある（図3. 1参照）。IP化が進んだ最大の理由は、ネットワークの急速な高速・大容量化である。



図3. 1 通信回線、IPとサービスの関係(イメージ)

ネットワークの高速・大容量化が実現することにより、目的ごとに各種システムを個別に運用するよりも、すべてIPパケットとして送受信する方がはるかに効率的となる（図3.2参照）。

ここで、国土交通省がネットワーク統合の通信ルールとしてIPを採用する場合に着目するIP化の意義は、図3.3のとおり整理できる。

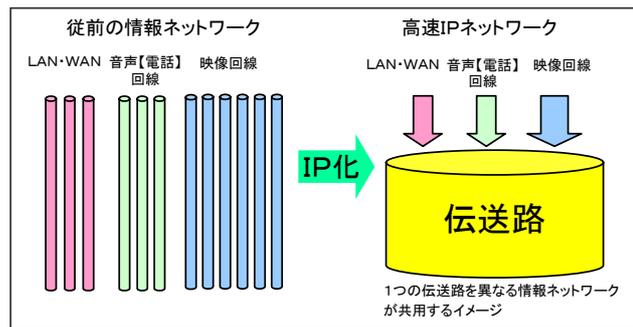


図3.2 高速IPネットワークによる情報交換(イメージ)



図3.3 ネットワーク統合におけるIP化の意義

3.2 国土交通省における高速IPネットワークへの取り組み

国土交通省の専用通信網には、音声（電話）回線、映像回線、LAN/WANなどがあるが、これらの独立したネットワークとサービスをIP統合することで共通の情報基盤に移行することを目指している。そこで、本節では、国土交通省が取り組んでいる光ファイバ網と多重無線網からなる高速IPネットワークについて、その構成や仕組みなどの技術的な内容を説明する。

3.2.1 光ファイバ網と多重無線網のIP統合

光ファイバ網では、各拠点間をループ構成で接続することにより、物理的な断線、光伝送装置等の障害に対して必要とされる信頼性を確保している。しかし、多重無線網が点的に配置された無線局をメッシュ状に構成することにより、災害に対して十分な信頼性を確保しているのに対し、光ファイバ網は伝送路が線的に敷設されているため、多重無線網より災害に対する信頼性は低いものとなる。そこで、国土交通省では、防災業務を支えるネットワークとして、情報連絡の基本となる電話を含めた多種多様で重要度の高い情報の交換を確保するため、光ファイバ網と多重無線網のIP統合化を図り、信頼性を確保することを計画している。これは、災害時における信頼性が実証されている多重無線網を大容量伝送が可能な光ファイバをIP統合し、無線と光ファイバのそれぞれの特徴を活かした高信頼かつ大容量な「高速IPネットワーク」へ移行を図るものである。

3. 2. 2 高速IPネットワークの構成と仕組み

現在、多重無線網で使用している通信方式では最大 208Mbps の伝送容量であるため、多重無線網の伝送容量は、光ファイバ網と比較して極めて小さい。

一方、現在構築している光ファイバ網は、各拠点に配備する R P R (Resilient Packet Ring) 装置をループ構成で接続することにより、最大 2.4Gbps の伝送容量で各拠点内の LAN を接続している。これにより、各拠点間の大容量伝送が可能となる。また、各拠点内の LAN を R P R 装置を介して多重無線網で結ぶことにより、光ファイバ網と多重無線網を統合することが可能となる

(図 3. 4 参照)。

多重無線網と光ファイバ網は、伝送容量に大きな差があるほか、伝送路(無線又は有線)の違いがあり、これらの違いは、提供できるサービスの種類、量、施設の耐災害性に大きく影響する。このため、通常通信の多くは容量が大きい光ファイバ網を用いるとともに災害時等には耐災害性の高い多重無線網に切り替え可能な仕組みを導入することによって、高付加価値サービスと高信頼性の両立が可能となる。

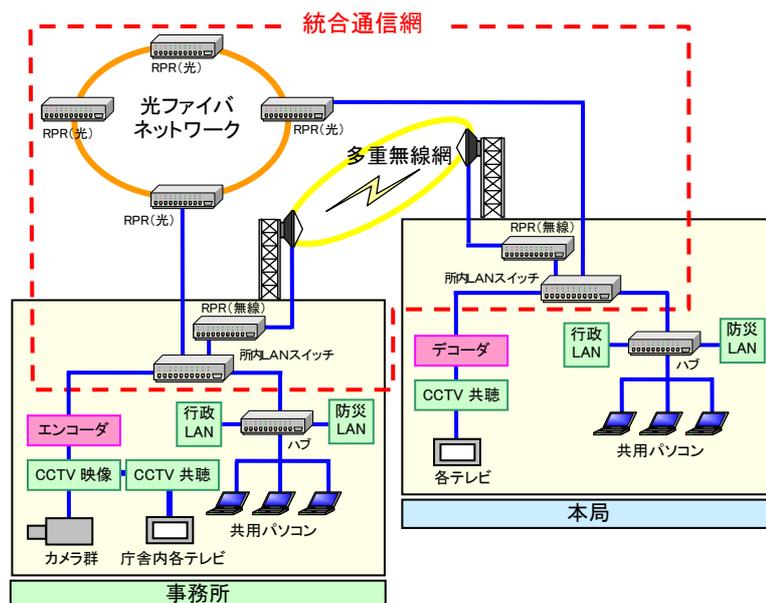


図3. 4 光ファイバ網と多重無線網による高速IPネットワークのイメージ

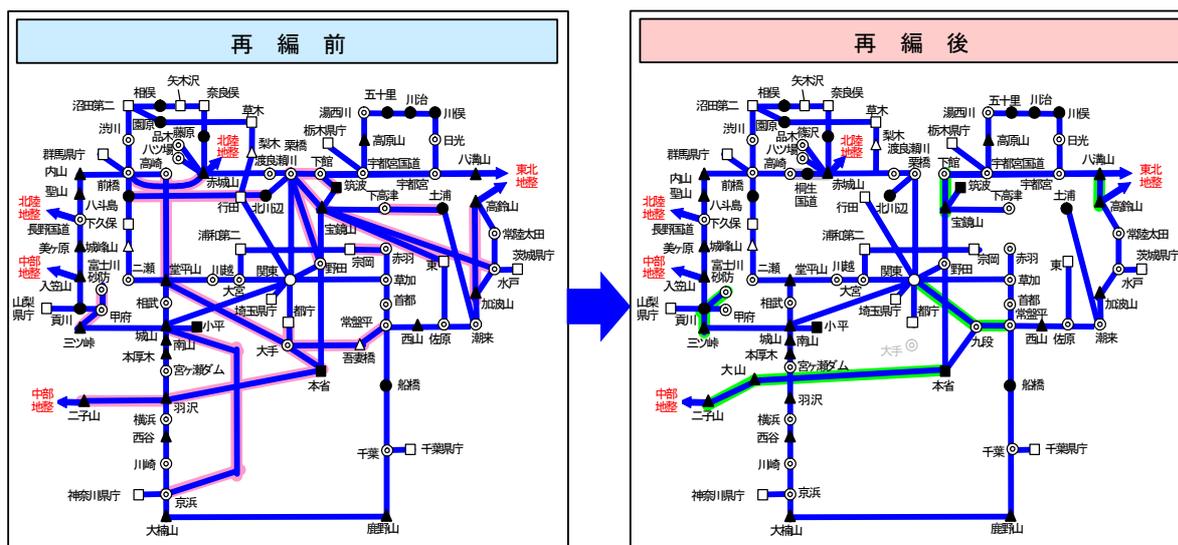
3. 3 高速IPネットワーク整備によるコスト削減効果

本節では、IP統合による通信網再編の結果、高速IPネットワークで可能となるコスト削減効果について整理する。

3. 3. 1 多重無線網再編によるコスト削減

多重無線網は、国土交通省における防災ネットワークの中心として大きな役割を果たしているが、必要な信頼性を確保するため信頼性の高いメッシュ構成を基本として構築してきた。今後は、光ファイバ網とIP統合し、相互補完することで、従来の多重無線網と同等の信頼性を確保しながら、現在のメッシュ構成からループ構成に再編が可能となる。

また、これにより、無線回線の一部の廃止が可能となり、機器の更新や維持管理に係るコスト削減が可能となる。なお、関東地方整備局における多重無線網再編計画では、現状の95スパンから20スパン(約2割)を廃止することを検討している(図3.5参照)。



凡例

本省・国総研・国交大	■	他機関	□
本局	○	他機関中継所	△
事務所	◎	再編による廃止回線	■
出張所	●	再編による新規回線	■
中継所	▲	再編による変更回線 ^(※)	■

※既設2級回線を1級・準1級回線へ格上げ

図3.5 関東地方整備局における多重無線網の再編計画

3.3.2 各種接続装置類の削減によるコスト縮減

多重無線網は、多重無線装置と様々な端末装置とを接続するために端局装置を必要としていた。この端局装置は音声（電話）やデータ、映像等の多種多様な情報の通信を接続することができる反面、情報の目的ごとに専用のユニットが必要となり、コストの縮減は困難であった。多重無線網のIP化により端局装置は不要となり、接続装置のコスト縮減に対応できると考えられる。

3.3.3 汎用機器の採用によるコスト縮減

「3.3.2」の端局装置の代わりに汎用機器であるLANスイッチの使用が可能となることからコスト縮減が可能であるとともに、最新技術の導入についても柔軟に対応できるようになると考えられる。

また、多重無線装置として汎用のFWA（Fixed Wireless Access）装置（機器がシングル構成）の採用や音声（電話）のIP化（VoIPの採用（詳細は第4章にて説明））で電話交換機が不要となることによるコスト縮減も可能である（図3.6参照）。

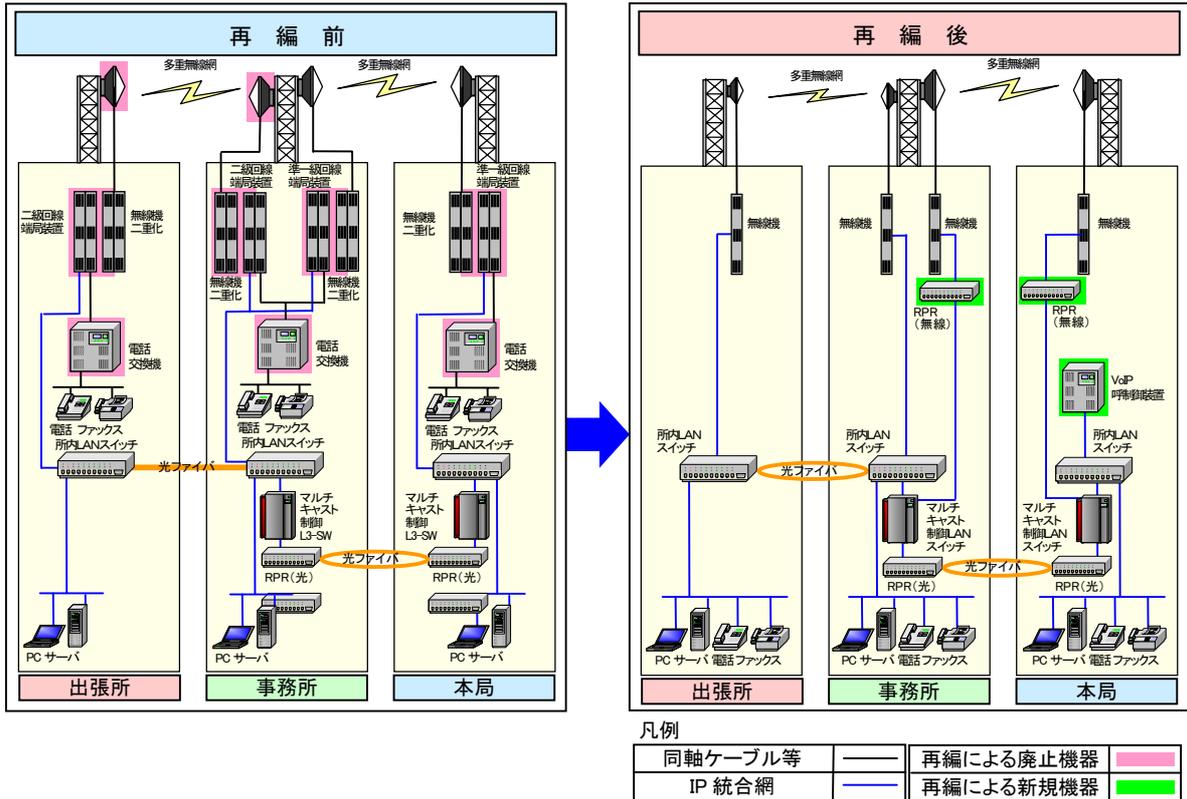


図3. 6 汎用機器の採用による多重無線網の機器構成の変化

3. 3. 4 コスト削減効果の算出

高速IPネットワークの構築に伴う多重無線網のIP化は、多重無線網の再編や汎用機器の採用を可能にし、これらによるコストの削減が可能となる。なお、関東地方整備局における多重無線網のIP化によるコスト算出結果は、試算レベルであるが、現状の多重無線網更新費用に比べ現状どおりの更新費用12.4億円から約6億円(約5割)のコスト削減効果があるものと算出している(図3. 7参照)。

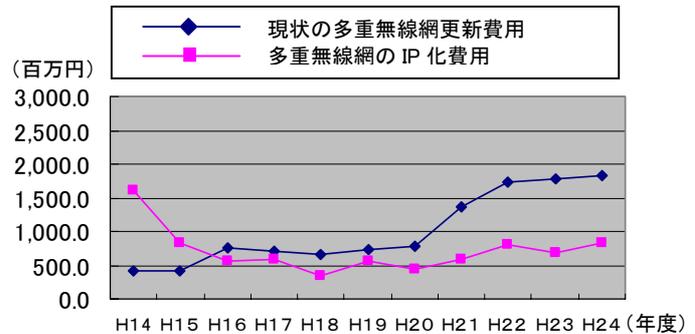


図3. 7 関東地方整備局における多重無線網のIP化によるコスト算出結果

3. 4 高速IPネットワークの運用における課題

光ファイバ網と多重無線網の運用における課題として、それぞれの伝送容量には大きな差があるため、光ファイバ網に障害が発生した場合、多重無線網でバックアップできるサービスは大きく限定されることになる。優先すべき情報は発生事象(災害等)により異なり、その選択が重要となるため、今後は、それぞれの情報の適切な通信品質の設定と運用体制の構築が必要となる。

また、IPネットワーク上における個々のアプリケーションの障害が他の情報流通を阻

害することが想定されるため、従前のネットワークの障害監視から情報の輻輳を防止するための情報流通の監視や不適切な情報を遮断し、情報伝送を制御する情報流通監視・制御型の管理への移行についても検討が必要である。

4 高速IPネットワークにおけるVoIP導入の検討

第3章において検討を行った高速IPネットワーク整備によるコスト削減効果等を実現するためには、高速IPネットワークにおいて音声（電話）通信を行う必要があるが、それを実現させる技術としてVoIP（Voice over IPの略称）がある。そこで、本章では、高速IPネットワークを活用した新たな業務アプリケーションを実現する技術の例としてVoIPを取り上げ、VoIP導入の検討背景、VoIPの構成と仕組み及びサービス機能について説明する。

4.1 VoIP導入の検討背景

VoIPとは、電話の音声信号をIP化し、IPネットワークを使って音声（電話）通信を可能とするもので、音声とデータを統合する通信技術である。今までの電話事業では通信事業者（NTT等）によりサービスが行われてきたが、昨今のインターネットの普及でIP電話サービスという形でプロバイダ業者も参入し始めている。

一般家庭においてはインターネット接続環境の高速・常時接続化に伴い付加サービスとしての提供、また企業においても通信経費削減を目的とし、IPセントレックスサービスやIP携帯電話を使ったモバイルセントレックスサービスも始まっており、今後、既存の電話網は、コスト面の優位性から順次VoIPへ移行が進むものと考えられる。

一方、国土交通省においては、災害時における関係機関との連携や被災現場での機動的な情報共有のニーズが高まっている。適切な判断、効率的な施設管理を行うため、これら情報の取り扱いには、機動性、迅速性、利便性が求められるが、通常は、その連絡手段として携帯電話が利用されている。今後は、これらのニーズはさらに進んだ形で求められることが想定されることから、VoIP技術を用いたIP携帯電話等の活用が期待される。

4.2 国土交通省における電話交換網

これまでの電話交換網は、電話回線の交換、切り替えを行う電話交換機を用いており、効率的な交換作業を行うため、本省、地方整備局、事務所、出張所に各々電話交換機を設置し、階層構造で結んでいる。これは、電話交換が集中する階層の上位層ほど大規模な設備が必要となることから、施設整備、維持及び管理において相当なコストを要するものである（図4.1参照）。

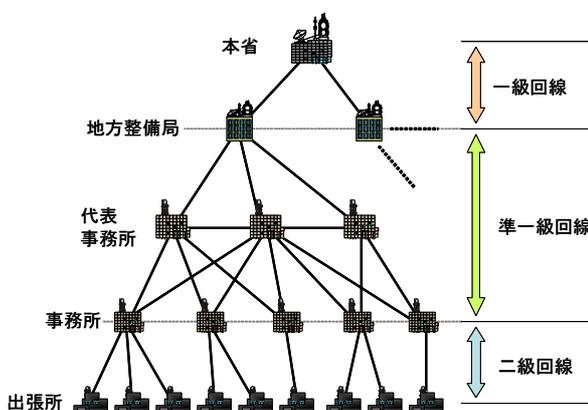


図4.1 既存電話交換網の階層構造(イメージ)

また、平成元年より多重無線網のデジタル化にあわせてデジタル電話交換機を導入したが、これらの機器は老朽化が進んでおり適切な補修を要する状況にあるが、補修部品の供給も困難となっていることからメンテナンス等による延命措置も限界を迎えつつある。

4. 3 VoIPの構成と仕組み

VoIP網は、基本的にVoIP呼制御装置、VoIPゲートウェイ及びIP電話機で構成され、VoIP呼制御装置は従来の電話交換機に相当する装置であるが、これまでのように本省、地方整備局、事務所・出張所に各々電話交換機を設置する必要はなく、高速IPネットワークの活用により全国で数箇所の整備により実現が可能である（図4. 2参照）。また、VoIPゲートウェイは、旧交換網や公衆回線との接続を行うものであるが、当面、地方公共団体を含む旧交換網や通信事業者等と接続するために必要であり、既設収容回線数に応じて配置する必要がある。

VoIPを導入することにより、電話交換網も回線交換ではなくIPパケットによる交換となることから、交換機をLANスイッチに置き換えることが可能であるとともに高速IPネットワークを利用する各種情報システムとの連携も可能となることから、コスト縮減と高付加価値の両立が可能となる。

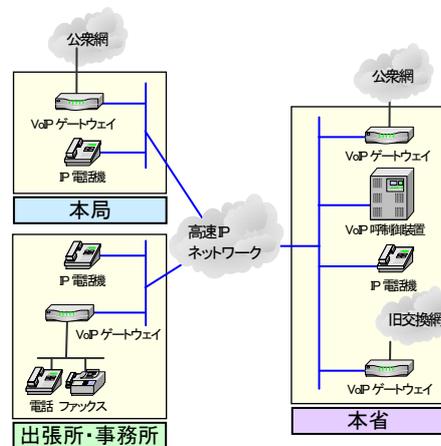


図4. 2 VoIPの構成(イメージ)

4. 4 VoIPのサービス機能

VoIPでは音声データを扱うため、他のデジタルデータとの統合が可能となるとともに既存の電話機ではなくソフトフォンを採用することにより、パソコン上での画面共有、在席状況の把握や通話や映像と連動したTV電話システム等、種々の付加サービスが活用可能となる（図4. 3及び表4. 1参照）。

また、無線LANを活用することにより、携帯端末や車載端末との連携も可能となることから、これらの機能により、国土交通省における通常管理業務、防災業務等の機動性の確保、多様化、高度化への対応が可能となるものと考えられる。

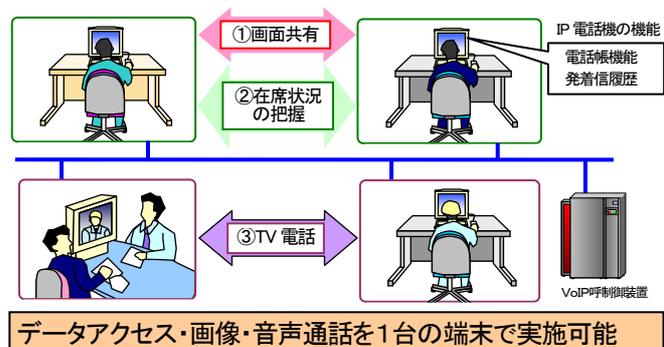


図4. 3 VoIPのサービス機能の活用例

表4.1 VoIPにより実現されるサービス機能

サービス種別	サービス	内 容
IP電話機	電話帳機能	容易な操作で相手を検索し、接続通話できる。
	発着信履歴	発着信電話番号を記憶し、表示する。
ソフトフォン	電話帳機能	容易な操作で相手を検索し、接続通話できる。
	発着信履歴	発着信電話番号を記憶し、表示する。
	画面共有	通話相手とデスクトップ画面、アプリケーションウィンドウを共有し、相互で操作表示が可能。
	在席状況の把握	登録されたメンバー（部、課等）の状態（在席、不在、離席、電話中など）を確認できる。
	TV電話	リアルタイム映像によるパソコンビデオ会議が可能。
ユニファイド・メッセージ	音声通信とメールの統合	留守番等の音声メールも電子メールで通知し、ブラウザなどから直接聴取が可能。
モバイル連動	IP携帯等を利用したサービス	無線LANを活用する事により、携帯電話で内線番号を使った発着信通話が可能。

5 高速IPネットワークがもたらす新しい業務アプリケーション

高速IPネットワークは、VoIP等の新技術と組み合わせることにより、業務の高度化・効率化に資する新たな業務アプリケーションの形態を実現するものと考えられる。そこで、本章では、高速IPネットワークにより業務の高度化・効率化につながる業務アプリケーションの形態を整理するとともに、それぞれの業務アプリケーション実現のための要件について検討を行う。

5.1 高速IPネットワークの可能性

国土交通省では、これまでもCCTV映像、レーダ雨雪量計情報等の伝達を行ってきたが、ネットワークの高速・大容量化により、同時に確認可能な映像数の増加、電子地図等を使ったコンテンツの質的向上、遠隔地にあるデータベースへの簡易なアクセスなど、利用者側の利便性を飛躍的に向上させることが可能となっている。また、IP統合により、これまで各地に配置していた処理装置を集約することができるため、端末装置の簡易化が可能となり、システム構築のコスト縮減効果が期待できるとともに、無線アクセスの併用によって情報の収集提供におけるモビリティの向上を図ることも可能である。

5.2 業務の高度化・効率化に資する業務アプリケーションの形態

高速IPネットワークを活用することによって業務の高度化・効率化につながると考えられる業務アプリケーションの形態について、「①現場業務のIT活用」、「②広範囲での情報の共有」、「③各種情報の連携」の3パターンを設定する。

また、それぞれの業務アプリケーション形態における高速IPネットワークを活用した業務の概要について整理するものとする（図5.1参照）。

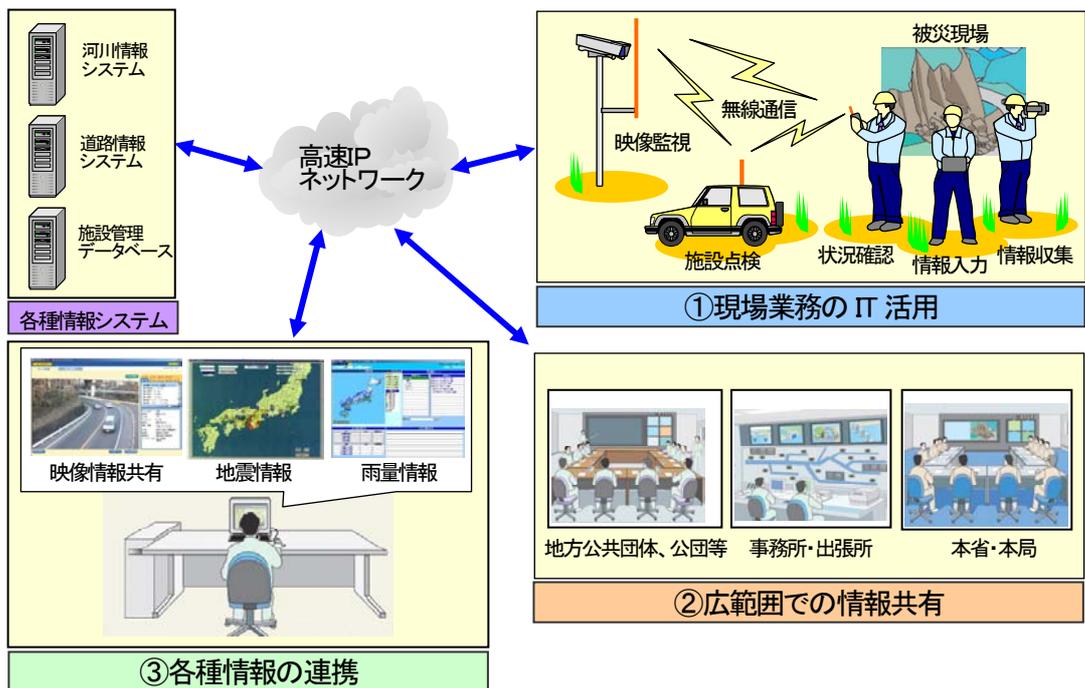


図5.1 業務アプリケーションの形態(イメージ)

①現場業務のIT活用

屋外における情報伝達は移動無線、携帯電話など音声通話がその主流である。このため、現地で撮影した写真、映像の伝達の多くは記録媒体を運ぶ方法がとられている。他方、現場での情報の参照は、作業目的に合わせて図面、記録などの資料を持ち込むことが主流であり、持ち運びできない観測情報については電話等で問い合わせるしかない状況である。

現場業務のIT活用は、高速IPネットワークに無線によるアクセス方式を付加することによって、現場からの情報伝達の時間短縮（リアルタイム化）と現場から事務所等のデータベースにアクセスして修理や点検の履歴、用地境界の確認、埋設管路の位置等の状況確認を可能にし、現場業務の高度化・迅速化に資するものである。

②広範囲での情報の共有

河川・道路管理における質の高いサービスを実現するためには、関連地域での情報を自ら把握するとともに関係機関等との連携した活動が必要不可欠である。特に災害時には、被害状況の把握、利用可能なルート of 把握などにおける関係機関との幅広い情報共有が必要となる。

広範囲での情報の共有は、多数の観測データ、カメラ映像、活動状況等を隣接の事務所、本局等、更には地方公共団体、関係公団等と共有し、管理業務、災害対策等における的確な判断、指示を支援するものである。

③各種情報の連携

河川・道路管理、災害対応においては、数値、映像など多様なメディアによる状況把握と発生事象の空間的な関係を迅速に把握することが重要である。

各種情報の連携は、観測データ、映像、施設管理データを時間、位置、接続関係（河川の上下流、道路の接続関係）等の属性情報から容易に引き出せるようにすることで、発生事象を多角的に捉えることを可能とし、発生事象の対応への判断、解析等を支援するものである。

5. 3 業務アプリケーション実現のための要件

「5. 2」の業務アプリケーションを実現するためには、業務アプリケーションに求められる要件を満たすことが必要である。そこで、以下に必要となる要件の概要を整理する。

「①現場業務のIT活用」については、特に、現場における電話（V o I P）技術の活用や無線LANなどのモバイル環境の整備が重要な要件になると考えられる。例えば、河川、道路管理においては、パトロール車によるパトロールが日常的に行われていることから、車の移動速度で途切れなくデータ通信が行える無線通信の確保が可能となれば、現場におけるIT活用が飛躍的に促進されるものと考えられる。なお、この場合、電波によるデータ通信を行うため、特に無線のセキュリティ対策が必要となる。

「②広範囲での情報共有」については、現在、国土交通省の主な情報システムは、広範囲での情報共有を実現するため情報提供サーバのWeb化を進めており、遠隔地からでも自由にアクセス等が可能になっているところであるが、関係機関等との一層の情報共有を推進するには、伝送容量を考慮した共有情報の選定及びネットワークにおける優先制御、セキュリティ対策等が重要な要件となる。例えば、大容量の映像情報については、情報が輻輳しないよう伝送容量を考慮した通信制御が必要であり、セキュリティ対策としては、関係機関等との共通のセキュリティポリシーの策定等が必要である。

「③各種情報の連携」については、各種情報の属性データ（メタデータ）を各情報システム共通の基盤技術として統一を図ることが重要な要件となる。例えば、異なる情報システム間の情報交換や各種情報システムの情報をGIS等で統合するためには、各情報システムが取り扱う情報に時間、位置等のメタデータの統一が必要不可欠である。

6 おわりに

本稿では、国土交通省の技術施策を進める観点から、「いつでも、どこでも、誰とでも」情報交換を可能とする高速IPネットワークにおけるIP化の意義、コスト縮減効果を検討するとともに、高速IPネットワークを活用した業務の高度化・効率化に資する業務アプリケーションの形態を設定、業務の概要を整理するとともに、業務アプリケーション実現に必要な技術要件等について検討を行った。

次年度は、本稿の検討を踏まえ、高速IPネットワークを活用した業務アプリケーションのあり方について、より具体的な提案をまとめる予定である。

電子納品情報を活用した業務改善に関する研究

大臣官房技術調査課
国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報基盤研究室
国土地理院企画部測量指導課
各地方整備局企画部技術管理課
北海道開発局事業振興部技術管理課
内閣府沖縄総合事務局開発建設部技術管理課

1. はじめに

CALS/EC は、受発注者間の情報交換について標準化を進めることにより、情報技術を活用した電子情報の交換、共有、連携による品質向上、コスト縮減など業務効率を向上させることができると考えている。これにより、CAD データ標準化や電子納品要領基準の作成が実施され、国民サービスの向上に向けた業務改善を目指している。一方、これが単なる報告書や図面等のペーパーレス化、省スペース化に留まっており、業務での利活用が必ずしも十分ではなく、本来の目的を果たしていない。

本研究は、電子納品情報を十分活用することで効率的な行政業務を行うため、業務改善における問題意識（着眼点）の共有と解決策（知恵）に関する各地整等の取り組み事例をまとめたものである。

2. 電子納品情報を利用する時の問題点と解決事例

2.1 電子納品に対応した測量成果管理・提供システムの開発（国土地理院企画部測量指導課）

2.1.1 公共測量成果管理・提供の取り組み
国や地方公共団体等が行う公共測量の成果は、測量作業終了後にその写しが国土地理院に提出され、成果の審査後に一般の閲覧に供することができる（測量法第 40 条、42 条）。平成 15 年 3 月、測量成果電子納品要領（案）

が策定されたことから、国土交通省の直轄事業で作成されるすべての成果の電子納品が開始され、今後は地方公共団体等からも電子納品が増加するものと見込まれる。この動きを踏まえ、平成 14 年度に開発した公共測量成果の管理・提供プロトタイプシステムの検証を行った。

2.1.2 検証結果

平成 15 年度を通じて関東地方測量部にてプロトタイプシステムの検証を行った結果、以下の機能の改良・拡充が必要であることが判明した。

- (1) 成果登録時の入力支援機能の改良
- (2) 成果中のテキストデータの自動取り込み機能の追加

2.1.3 システムの改良

2.1.2 で示した 2 点に加え、次の 2 点を拡充することとして、平成 16 年度のシステム改良を進めている。

- (1) 測量成果電子納品要領（案）の改訂に伴う仕様の追加
- (2) 測量成果を国土地理院の電子国土ウェブシステム（「電子国土」）へ展開させる機能の追加

本システムの全体構成と平成 16 年度の機能改良等部分（太枠内）を図 - 2.1-1 に示す。本システムは、登録機能（電子媒体のデータをデータベースに自動登録）と検索・表示機能（データベースに登録されている公共測量成果の検索、リスト表示、成果等の画面表示）

に大別されるほか、各々の機能は、公共測量
クリアリングハウス、国土交通省で進める電

子納品保管・管理システム等の関連システム
との連携に留意している。

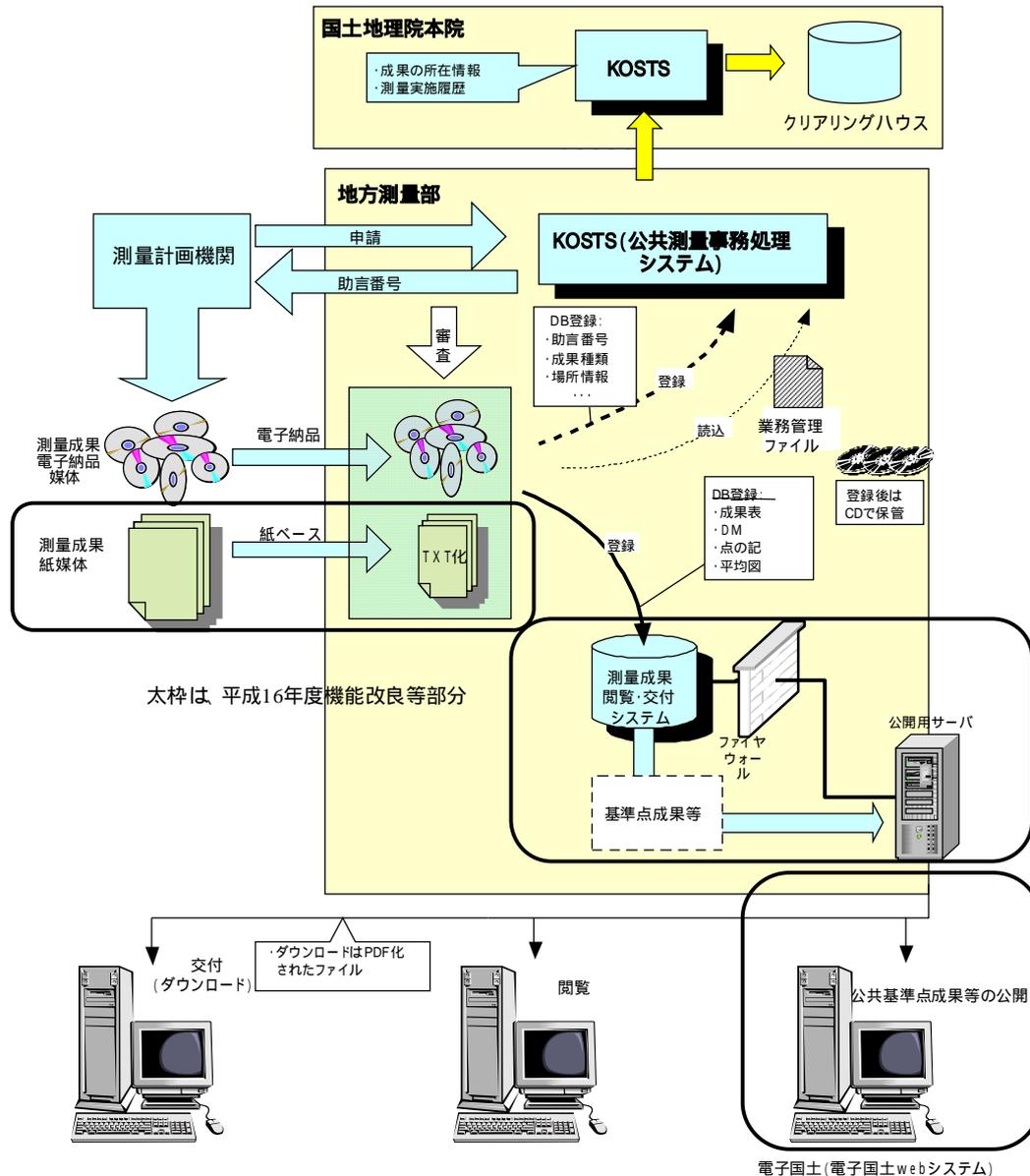


図 2.1-1 測量成果管理・提供システムの全体運用イメージ

2.2 「工事施工中の情報共有による業務改善」(北海道開発局札幌開発建設部)

2.2.1 概要

札幌開発建設部では、平成 14 年度から 2 ヶ年、自前のサーバ・情報共有システムを用いて、工事施工中の情報共有に関する実証実験を実施した。本稿では、実験中に得られた、情報共有による業務プロセスの変化、共有データの電子成果品への反映に関する検討の結果、今後の課題・問題について報告する。

2.2.2 情報共有システムの有効利用

情報共有による業務プロセスの変化に関しては、平成 14 年度から平成 15 年度にかけ、情報共有システムの日常的利用が、発注者で 11%から 43%に、受注者で 9%から 26%に、それぞれ増加した。一方、電話による打合せ・確認、長時間の打合せ準備等が減少し、情報交換・共有における電子化が普及することによる業務形態の変化が伺える。

情報共有されたデータの電子成果品への反

映に関しては、アンケート調査から、電子成果品を作成する際のオリジナルファイルの抽出・利用において、特に原本性の面から、自分のパソコンの保管書類を用いる従来の方式に比べ、情報共有サーバに登録済み書類をダウンロードして利用する方法の有効性が認められた。さらに、情報共有システムの有効的な利用を図るためには、情報共有システムに電子成果品作成支援機能が必要と考えられる。

2.2.3 今後の課題

今後の課題・問題としては、インフラである通信回線の遅さが、情報共有対象を少容量の書類に限定せざるを得ないこと条件となっており、本格運用に向けて、重要な問題として挙げられた。また、この他、電子認証による原本性の確保、情報共有システムの機能改良等が挙げられた。

また次のステップとして、業務各段階間の情報連携について、対象範囲を、これまでの調査・設計・施工からライフサイクル全体に拡大して、連携すべき情報を抽出し、検討するとともに、工事発注・変更設計資料の作成、住民説明資料の作成等において、電子成果品を活用した、抜本的業務改善(BPR)を図るための検討を行う予定である。

2.3 「図面情報の有効活用の検討」 (東北地方整備局仙台河川国道事務所)

2.3.1 目的

電子納品された設計図を利用して、工事の発注から完成までの業務にCADを導入することで、現場と事務所で電子化された設計図等の共有化を図り、維持管理業務の効率化を行うものである。

2.3.2 検討のアプローチ

課題認識のもと、解決・推進のための基本的方向性を以下に示す。

実業務において利用頻度の高い図面に着目し、CADの利用環境の整備を行う。

維持管理業務の効率化のため電子化した施設管理台帳を利用した方策を立案する。

2.3.3 効果分析

道路事業全体のプロセスにおいて、発注者がCAD図面を取り扱う場面を抽出・整理し、対象場面について、発注者・受注者の図面の電子化による業務の効率化について分析した。また、施設管理台帳の現状を把握し、維持管理で必要となる情報・システムのあり方などを検討した。その結果として、電子化のあり方、システム構成イメージと利用イメージをとりまとめた。期待効果として以下の項目があげられる。

職員間での有効利用 類似した図面および書類の再利用による業務の効率化

送付等の手間削減および情報取得に関する時間的自由度の増加

CAD操作技術を修得し、説明性の高い資料等(住民説明用資料等)の作成、提示

資料作成までの作業時間の削減

これらの項目を、CAD利用機会の頻度およびCAD特性(面積計算などの機能)を勘案し、対象工種を選定した上で検証を行う。

2.4 「電子納品の円滑化と利活用の検討」(北陸地方整備局)

2.4.1 越後丘陵公園事務所の事例

本報告は、平成14年4月に皇太子同妃両殿下のご臨席のもと、当公園で行われた第13回「みどり愛護のつどい」の、式典実施計画および運営業務について電子納品情報を活用し業務改善を図ったものである。

皇族ご臨席の基で開催される式典のため、宮内庁や警備当局を始めとした関係各機関との調整が必要であった。このため、運営委託業者と職員との情報共有を図り、双方の役割分担に従って成果の精度を高めることで、式典計画、運営に関して業務改善が図れたもの

である(図2.4-1)。

H14年4月「第13回 みどり愛護のつどい」



皇太子同妃両殿下ご臨席

全国の緑化活動に功績のあった団体を表彰する式典
実施計画作成、当日運営業務(参加者:約5,000人)

図 2.4-1 第13回みどり愛護のつどい

2.4.2 北陸技術事務所の事例

平成16年度より工事完成図書については全て「電子納品」で提出することになった。

当地方整備局では、「電子納品(副)」を円滑に各事務所から当技術事務所を集めるシステム開発と、保管管理システムを運用し、その保管されたデータの利活用を検討している(図2.4-2)。

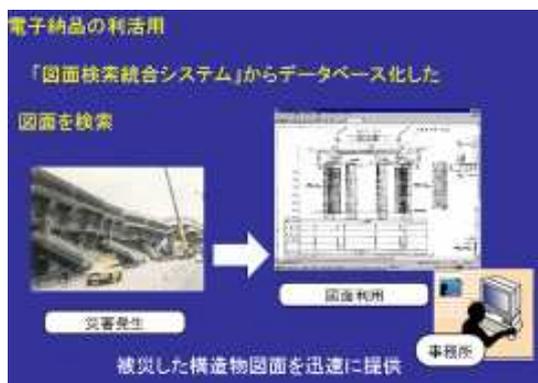


図 2.4-2 電子納品の利活用

例えば災害時に必要な図面等の資料を迅速に、全職員がパソコン上で出力出来るようにシステム構築することによって、業務の効率化を図ることが出来た。

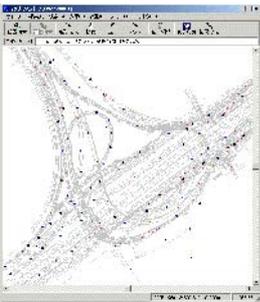
2.5 「電子納品情報を活用した業務改善」(関東地方整備局首都国道事務所)

2.5.1 概要

首都国道事務所では、建設ライフサイクルでの品質向上・高度化・効率化を目標とし、CALS/ECを進めている。標記の電子納品を活用した業務改善では以下の3課題を進めている(表2.5-1)。

表 2.5-1 業務改善の3課題

業務改善項目	概要	システムイメージ
施工段階での情報共有	<ul style="list-style-type: none"> 電子納品に対応した情報共有及び電子納品用CD作成 電子署名機能を活用した押印代替 再利用可能な電子納品の推進 	
図面の数量データ連係による設計・積算・施工段階での業務改善	<ul style="list-style-type: none"> 2・3次元CADからの数量算出 CADデータから数量計算システムへの数量取り込み 数量計算システムでの段階施工シミュレーション 数量計算システムから積算システム用連携データ算出 2・3次元CAD及び数量計算システムの維 	<p>3次元CADから数量算出</p>

	<p>持管理段階での活用</p> <ul style="list-style-type: none"> 電子仮組、段階施工等、施工段階での3次元CAD活用 	<p>鉄筋重量、ボルト数、塗装面積、鉄筋数量、コンクリート体積</p>
<p>設計成果のGIS活用</p>	<ul style="list-style-type: none"> 業務毎の設計成果を事業単位にGISを活用し一括管理 地元説明会資料、事務所作成資料も一括管理 調査・設計・施工・維持管理の各段階で活用出来るよう整備中 システムの利活用を推進するためには、図面等の登録データの更新が最も重要であることから、更新履歴の管理、電子納品データからの自動更新（開発時点では電子納品は首都国方式で実施）、更新体制の確率を図っている。 	 <p>GISと平面図、ボーリング位置図、縦横断図との連携、図面と、構造計算書、数量等との連携</p>

2.6 「工事施工情報共有システムの試行について」(中部地方整備局)

2.6.1 工事施工情報共有システムの実施状況の概要

中部地方整備局における工事施工情報システムは、事務所に設置した情報共有サーバ導入方式とASP方式により、実証実験を実施している。これらの情報共有システムは、(財)日本建設情報総合センターの「工事施工中における受発注者間の情報共有システム機能要件(案)」に準拠したものである。

ここでは、「工事施工中の受発注者間情報共有に関する有効性の確認」、「現場からの各種データを活用し発注者の現場での作業効率の向上」について検証するため実証実験参加者にアンケート調査を実施し、次の結果を得た。

「確認や承認などの状況が一望できるようになった」、「書類を日常的に処理することになり、検査直前の作業がなくなった」というプラス評価があった反面、マイナス評価として「従来は一括処理していたものが、日常的に実施することで面倒になった」

「PCや通信回線の状況により画面表示や処理に時間がかかった」ことのほか、「システム利用により立会回数、打合わせ回数等が変わらない」とする回答が約70%と工事施工段階における「業務の効率化」、「現場作業の改善」が進んでいないことが明らかとなった。

2.6.2 実証実験から得られた課題

業務の効率化・作業現場の改善が進まないことの具体的な事例は、情報共有システムを使いこなせていない状況や、電子納品への対応・工事検査の支援・請負者側の社内利用システムなど他システムとのデータ連携が進んでいないことなどがある。

これらの課題は、情報共有システムに習熟していないことに起因するもの、PCの性能や通信環境の制約によるもの、従来の工事監督等のやり方の中で導入したことにより起因すると思われるもの、ユーザーインターフェースやシステムの作り込みに起因するもの等があった。

2.6.3 今後に向けての提案

情報共有システム導入による「業務の効率化」や「現場作業の改善」について、次

のように提案する。

プラス評価項目に関しては、利用者の習熟度を上げることで更に効果が期待できる。

マイナス評価項目に関しては、システムの利点を活かした活用により改善が期待できるため、従来の監督検査等のやり方、システムの運用方法、システム自体の見直し等を図る必要がある。また、情報共有システムの導入に先立ち、利用者が「情報共有による業務の進め方」を理解することが重要である。このため、システム利用者に向けた継続的な啓蒙・普及活動を図っていく必要がある。

今後は、CALS/ECの目的であるライフサイクルサポートの実現のために調査設計や維持管理など前後のフェーズとのデータ連携を進めることで、より高度化・効率化を図っていくようにする必要があると考える。

2.7 「工事施工中の情報共有システム及び電子竣工検査の実施について（近畿地方整備局企画部技術管理課）

2.7.1 概要

工事施工中の情報共有システムは、受発注者間でのやりとりする書類等を電子化し、情報を効率良く使用することを支援するシステムである。これにより、工事施工中から電子化された書類等を電子納品成果物作成作業にそのまま利用でき、電子納品成果物作成のためだけに書類（紙）をスキャナーで電子化するなどの新たな作業負担も軽減し、スムーズな電子納品が実現できると考えられる。

近畿地方整備局では、平成15年10月より工事施工中の情報共有システム利用した実証実験を実施し、情報の共有化による作業時間の短縮化、文書管理の効率化、電子納品成果物作成作業の効率化等について検証を行っている。

又、情報共有システムで登録された電子

データについては、効率的な利用という観点から見た場合、電子データを利用した竣工検査を行う必要がある。しかし、現状では検査に関しては紙媒体による検査が実施されており、紙と電子データとの成果部の二重提出が問題となっている。このため、電子データを利用した竣工検査支援システムによる電子竣工検査を行った場合の、竣工検査の効率化についても併せて検証を行っている。

2.7.2 これまでの取り組み

CALS/ECの実現に向け、職員のCALS/ECに対するリテラシー向上に努め次の内容を実施した。

- ・平成15年度、平成16年度にCALS担当者会議を開催し、情報共有システム及び電子竣工検査等について説明

- ・情報共有システムの普及拡大のため、各事務所に情報共有システム操作説明会を開催。

電子納品の手引き（近畿地整版）を作成
情報共有システムに対する課題・要望を抽出し、問題点の整理・機能改善を実施

電子竣工検査を実現するため、求められる要件について整理・抽出するため模擬検査を実施。

今後、工事施工中の情報共有システム及び電子竣工検査についてさらに試行拡大を図り、本格運用にむけて取り組んでいくものである。

2.8 「図面情報等の共有化と工事における電子納品の業務改善」（近畿地方整備局姫路河川国道事務所）

2.8.1 図面データ等の内容、利活用の体系

電子化された図面データ等、利活用の体系は下記のとおりである（図2.8-1）。データは、事務所共有ファイルに保存し、活用を図っている。

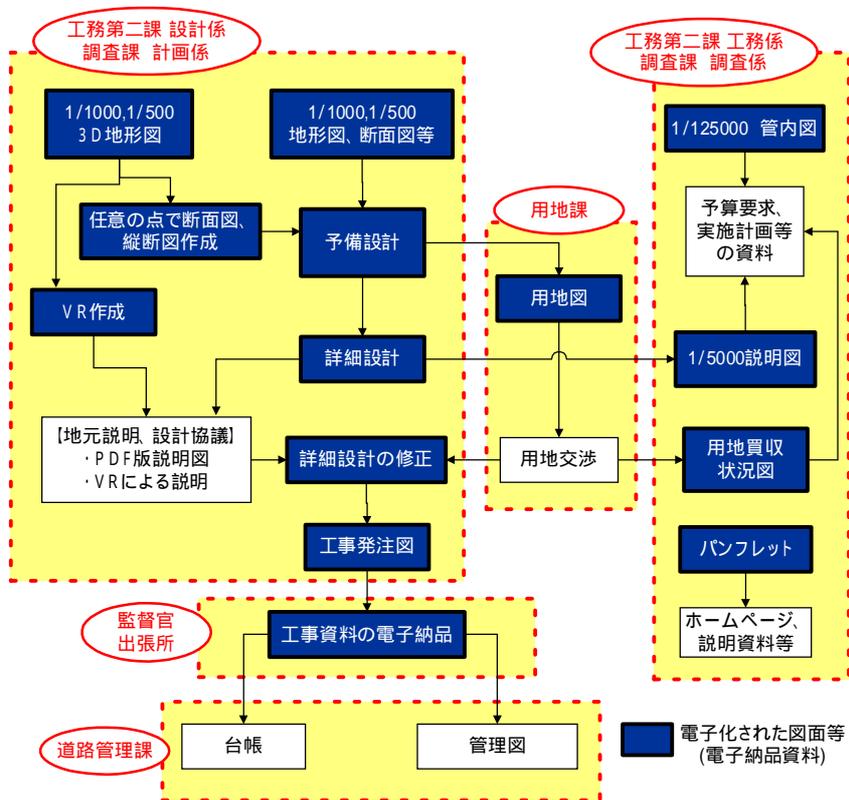


図 2.8-1 図面データ等の内容、利活用の体系電子データ利活用の効果と課題

また、3次元地形図、設計図についての利活用も検討した。3次元地形図、設計図は、任意の地点で断面図を作成すること
 施工前現況データ

が可能、VR等への活用が容易、インター部土工などへの活用が精度も高く有効、という事が分かった(図 2.8-2)。
 設計データ

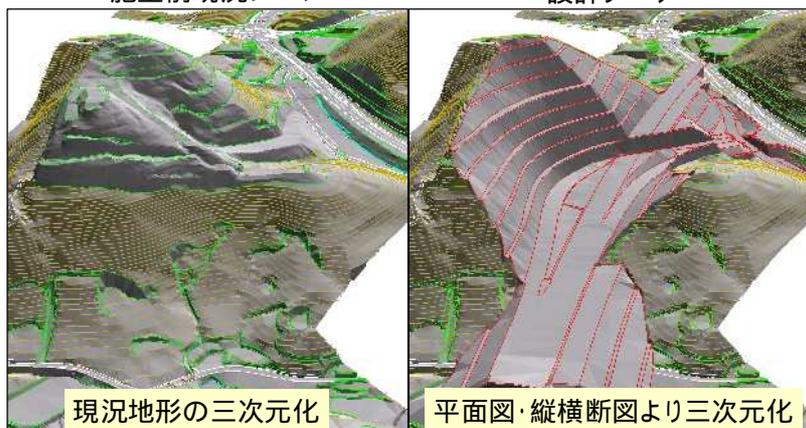


図 2.8-2 設計CADの3次元化事例

主な効果については、更新が容易、PDF等様々に仕様に変換することにより、利活用の範囲が広がる、従来は難しかった用地図等の重ね合わせ等ができ精度、品質向上につながる。

2.8.2 課題を踏まえた電子納品資料の提案

電子納品データについては、その互換性が図れるようCAD製図基準等が定められているが、現実的には、様々なソフトで使用する場合、データが化ける事を前提に電子納品成果を考える必要がある。

データが化ける事を前提に、オリジナルデータとして、PDFでの納品、その事務所で使用しているCAD仕様での納品、地形図等は、DMデータの他、CADデータに変換したものを納品してもらう事が必要である。

今後の課題としては、マイラ等紙ベースを電子化するには、誤差も多く困難、データ変換時に文字化け等が発生、設計図について、地元協議等により修正した場合のレイアは基準がなく複雑になっていることである。

2.9 標準CADデータを活用した工事情報共有(中国地方整備局福山河川国道事務所 三原国道出張所)

2.9.1 概要

工事成果の電子納品については、受発注者共ほば問題なく対応可能な状況となっているが、工事中の書類のやりとりは従来通り「紙」で行われているのが実態となっている。現状では電子納品の目的の一部である「ペーパーレス」「省スペース」などには

ある程度の効果があがっているが、今後は工事を通じて電子データを活用し、業務プロセスそのものを効率化していかないと、電子納品の質的改善につながらないと思われる。

2.9.2 CADデータの活用方策

現場での電子データの活用を阻害している要因の一つにCADデータの「重さ」があげられる。CADデータは「軽い」ものでも数メガバイトに達し、通常のアナログ回線で交換するには困難を伴う。しかも伝えたい内容(更新情報)は全データのうちのごく一部であり、ほとんど同じ内容を毎回膨大な時間をかけて通信回線を通じてやりとりするため極めて非効率とならざるを得ない。

前記の課題を解決するために、標準CADデータ交換フォーマット(SXFレベル2 STEP/AP202)を活用し、更新レイヤー情報のみを抽出、送信することで、通信回線への負担を大幅に軽減することが可能となる(図2.9-1)。

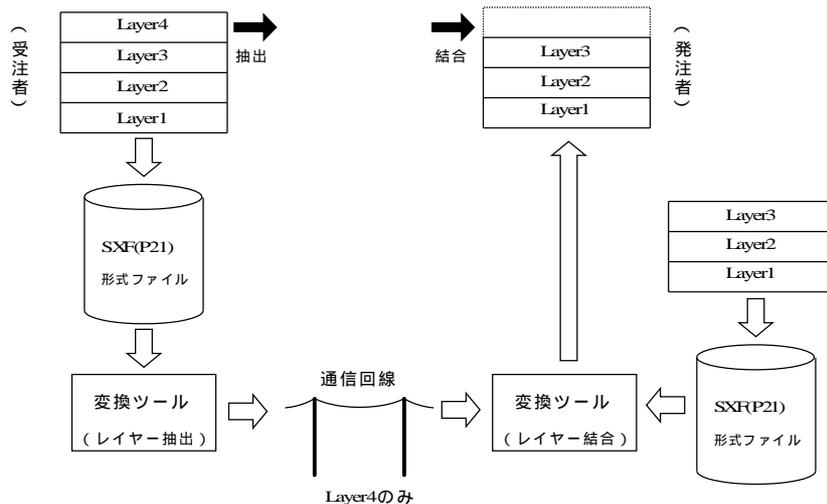


図 2.9-1 更新レイヤー情報の抽出(応用例その1)

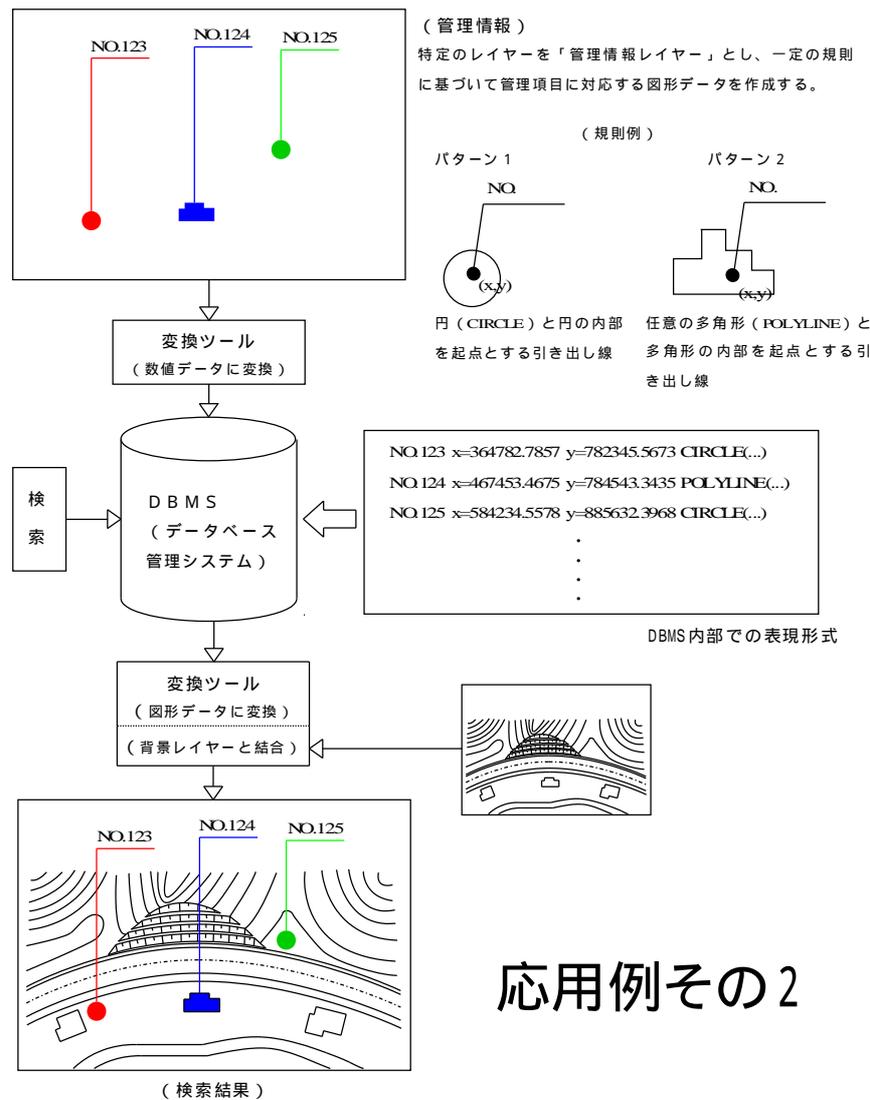
また、位置情報を示すCAD図形データを数値項目としてDBMS(データベース管理システム)に登録し、検索結果をその都度標準CADデータに変換し、地形データと統合して表示することで、GISなどの高価なシステムを使うことなく、平面図CAD

データを使用して2次元空間への検索結果の表示が可能となる(図2.9-2)。

これらの手法を具体化する例として維持管理工事における「完了報告書ビューア」を取り上げる。本システムは標準CADデータを活用することにより、発注者と受注

者が平面図位置情報を含めて情報を通常のアナログ回線でも共有できるため、原則として紙による出力が必要なくなり、蓄積さ

れた情報がそのまま電子納品成果として使用できるなど、受注者にとってのメリットも大きい(図 2.9-3)



応用例その2

図 2.9-2 位置情報とCAD図形データの統合

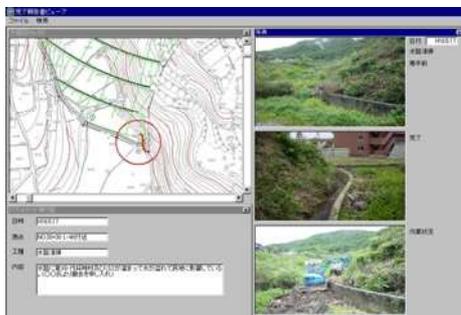


図 2.9-3 「完了報告書ビューア」の事例

2.10 「施設管理情報の管理・更新手法の高度化」(四国地方整備局)

2.10.1 概要

日々の道路管理業務における道路施設情

報の管理・更新に対する課題を解決すべく、道路台帳附図の数値情報化を直轄国道全線(約 260km)にわたり実施した。

数値情報化に当たっては 10 部署、3 出張所に対してヒアリングによる業務分析、課題・要望の抽出を行い、利用性を考慮した経済的かつ効果的なデータ仕様となるよう配慮した。例えば、各部署の業務で利用が可能なデータとしつつ道路台帳附図の表現を可能にし、将来的には異なる縮尺でも地図表現ができるような仕様とした。

また、数値情報化図面を基盤とする「位

置」をキーとした道路施設情報の管理・更新の仕組みをつくり、事務所及び出張所の職員が Web システムを利用して日常業務の効率化・高度化を体感できる環境を構築した。

2.10.2 現状の課題整理

徳島河川国道事務所の道路系 10 部署、3 出張所を対象として、道路台帳附図の利用に関する詳細なヒアリングを実施した。その結果、現状の紙ベースによる管理のために次に示す問題点が生じている。

- ・欲しい図面や資料を探す場合、書庫へ探しに行って、その中からそれらしき資料を探し出すのに時間がかかる。
- ・資料を作成するときコピー機まで行って図面をコピーしたり、必要部分を切り貼りしたり、加工に時間・手間がかかる。
- ・必要な情報をそれぞれの図面に書き込み管理しているが、紙図面のために重ね合わせて見られない。
- ・出張所で図面に書き込み管理している情報は事務所ではリアルタイムで見られない。
- ・図面が更新されていないために、現地で確認しても合わない。
- ・図面に記載されている情報と既存のシステムや帳票で管理している情報が個別に管理されているため、合わない。

本研究では、上記の問題点や職員の意見・要望を踏まえた目標を以下の通り決定し、これらを実現するためのデータ構造、システム機能の検討を行った。

1) 日常業務を効率化する

- ・管理区域内にある施設や見たい場所を素早く見つける
- ・加工、計測、集計などの資料作成効率を向上する

2) 道路管理を高度化する

- ・1 つの図面上に様々な情報を重ねることで、これまでできなかった原因分析や検討を行う

- ・事務所、出張所で同じ図面を利用し、情報を共有することでスムーズな道路管理を行う

3) 情報の正確性を保つ

- ・工事更新などの適切なタイミングで更新を行う仕組みを作る

- ・“図面”と“情報”を連携させ、一体的に管理する

2.10.3 データ構造及びシステム機能の検討

道路台帳附図の利用方法をもとに、それぞれの利用場面で必要なデータ構造、システム機能を検討した。以下にその一例を示す(図 2.10-1)。

2.10.4 数値情報化図面データ仕様の作成

データ利用者の要件定義を明確にし、利用性を考慮したデータ構造とするために、国内標準(地理情報標準)及び国際標準(ISO/TC211)に準拠した「数値情報化図面データ製品仕様書」を作成した。ヒアリングで抽出した利用情報項目を右に示すようなカテゴリで分類し、それぞれの地物に対する定義、データ構造、地物間関連を製品仕様書としてまとめ、これをもとに実際に事務所管内の直轄国道全線(約 260km)にわたりデータを作成した(図 2.10-2)。

2.10.5 数値情報化図面管理システムの構築

効率的な運用管理を目的として、以下の評価基準に基づきシステム構成を検討し、所内ネットワーク及び所内 PC を活用する WebGIS を構築した(図 2.10-3)。

システムの特徴は次の通りである。

ネットワーク環境...ネットワーク負荷が軽いサーバ処理型を採用

利用用途...快適な操作性を確保するために、クライアントに Java Applet を採用

他システムとの連携...システム間連携を標準装備したフレームワークを採用

拡張性 ... API(Application Programming Interface)という形で機能を公開

将来性...メジャーな開発プラットフォームである Java を開発言語に採用

コスト...DBにリソースの PostgreSQL を元に開発された PowerGres を採用

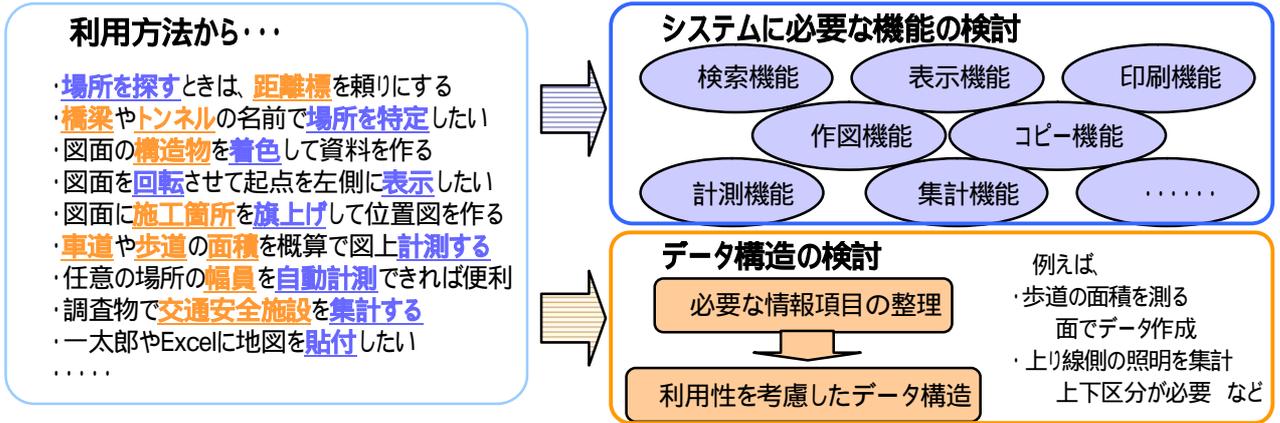


図 2.10-1 データ構造及びシステム機能検討の一例

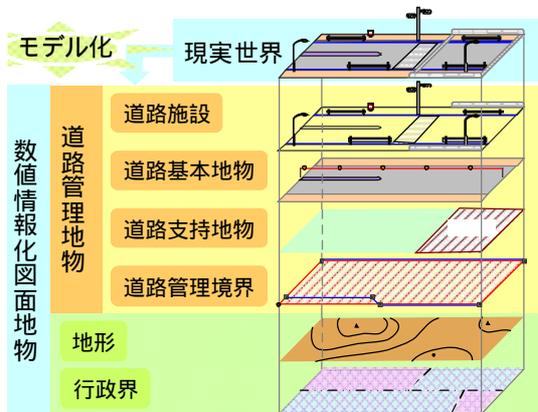


図 2.10-2 数値情報化図面データ



図 2.10-3 数値情報化図面管理システム

2.10.6 今後の発展的整理

今後、数値情報化図面を基盤とした高度

な道路情報管理の実現に向けて必要な検討を行った。

業務の効率化・高度化

数値情報化図面管理システムを利用した業務の効率化、さらには数値情報化図面を基盤として様々な情報を整備することにより実現できる業務の高度化について検討した(表 2.10-1)。

データ更新方法の検討

“鮮度”と“品質”を確保するためのデータ更新方法について比較検討した(表 2.10-2)。

システム将来構想の検討

今後必要となるデータ及びアプリケーションを整理し、数値情報化図面管理システムを中心とした管内情報の一元管理を実現するためのシステム将来構想を検討した。

運用するための仕組み

効率的なシステムの運用を実現するためにシステム運用ルールを検討を行い、運用管理の方針として「道路 GIS 運用管理規程(案)」を策定した。

ロードマップの作成

数値情報化図面管理システムを中心とし

た情報管理を行うために必要な検討及び整備項目について、次年度以降の整備計画

(案)を策定した。

表 2.10-1 業務の効率化・高度化

業務の効率化
各職員の PC で閲覧が可能
距離標、住所、施設名称から迅速な場所の特定が可能
自由な地図の拡大、縮小、移動
表示画面の PDF 出力が可能
クリップボードにコピーして、一太郎、エクセル等に貼り付け
解析機能による、延長、面積の自動算出
出張所と事務所で同じ地理情報を共有
メモ機能により必要な情報の通知が可能

業務の高度化
埋設物位置の正確な情報把握によるトラブルの防止
防災点検の危険箇所の状況把握による二次災害の防止
舗装履歴等の蓄積による維持管理計画の実現
情報の蓄積による問い合わせ対応の迅速化
事故多発地点の把握による原因分析
情報の一元管理による無駄を省いた調査、事業計画の実現
パトロール結果のリアルタイムな情報共有によるサービスの向上
過去から現在までの情報蓄積による傾向分析

表 2.10-2 データ更新方法

更新方法	リアルタイム性	品質	コスト	早期実現性
工事に伴うデータ更新				
数値情報化図面データ更新業務として発注				
道路台帳附図をもとにしたデータ更新	×	×	×	

2.11 「工事監督・検査の効率化に向けた改善策の検討」(九州地方整備局企画部、佐賀河川総合開発工事事務所、佐賀国道事務所)

2.11.1 概要

佐賀河川総合開発工事事務所(以下佐賀河川という。)では、平成8年度から施工管理データの電子化に取り組んできた。電子データを一元管理するソフトを用い、工事打合せ簿をはじめ施工管理データを電子メールでやり取りし、それらのデータを日々管理する。

さらに、平成13年度から電子データによる工事検査を試行し、平成15年度は金額の大小に関わらずほぼ全ての工事で電子データによる工事検査を実施した。検査は「土木工事施工管理の手引」の施工管理項目に沿ったフォルダ構成で管理した電子データで行っている。データが保存されている受注者のPCをLAN接続し、2台のプロジェクターで投影することで、検査官の質問にもスムーズに対応することができた。

2.11.2 アンケート調査の実施と改善策の検討

電子納品までのデータの流れは、工事打合せ簿をはじめとした施工管理データを電子メールでやり取りし日々管理する、日々管理したデータで工事検査を受ける、検査で指摘された事項を手直しして、データを電子納品のオリジナルデータとして格納する。一元管理ソフトの便利さもさることながら、この一連の作業が1つのシステムとして機能することで効率化が図られると考えるが、発注者・受注者それぞれの時間短

縮や業務の効率化をはじめとしたメリットや問題点を明確化するため、アンケート調査を実施し課題の分析とその改善点の抽出を行った。

2.11.3 電子納品の利活用に関する検討

電子納品した工事の成果品を維持管理フェーズに移行した際に再利用性を高めるため、受注者に対して維持管理時に必要な施工管理データのアンケート調査を実施し、その結果を基に利活用に必要となるデータの分類と整理を行った。

2.11.4 簡易GISシステムの構築

これまで、佐賀河川が進めている佐賀導水事業では、排水機場や水門あるいは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。地図情報にこれらの紙情報をスキャンし電子データ化したものと近年の電子納品のデータをリンクさせ柔軟性のある簡易なGISシステムの構築を目指している。

2.12 「『朱書きソフト』を利用した地元協議情報の一元的管理」(内閣府沖縄総合事務局開発建設部技術管理課)

2.12.1 目的

本研究は、現場が抱える課題を解決するために、「朱書きソフト」を利用して、地元協議情報を一元管理するものである。さらに、電子納品された道路平面図のCADデータ等を朱書きの基図として利用することで、電子納品情報の活用による業務改善の方法と課題を検討するものである。

2.12.2 実施手法

地元協議情報の一元的管理を実現するための検討を行うにあたり、事業プロセス各段階における地元協議の状況、各課への引き継ぎに関する情報不足等の課題を認識した。確認した事項に対して、朱書きソフトを用いた業務改善を検討すると共に、ソフトの運用方法の検討を行なった。

2.12.3 本取り組みによる効果

効果分析は、実施手法に基づき検討した項目に対して実証実験を行い、次の3項目を主要な観点として調査分析した。なお、分析にあたっては、アンケート、ヒアリング調査で取得した情報を用いて行った。

1)設計業務に対する地元協議情報の情報伝達精度(協議内容の確実な反映)

2)実施作業の減少量(書類の検索速度や視覚的認識度が向上することでの検索時間、書類検索時間および管理コストの削減)

3)組織及び業務プロセスを跨いだ新しいデータ活用の実現性(効率化)

2.13 「利活用可能な電子情報による業務改善」(国土技術政策総合研究所)

2.13.1 電子データを活用した工事監督検査方法(工事関連帳票の減量化、資料作成の労力軽減)

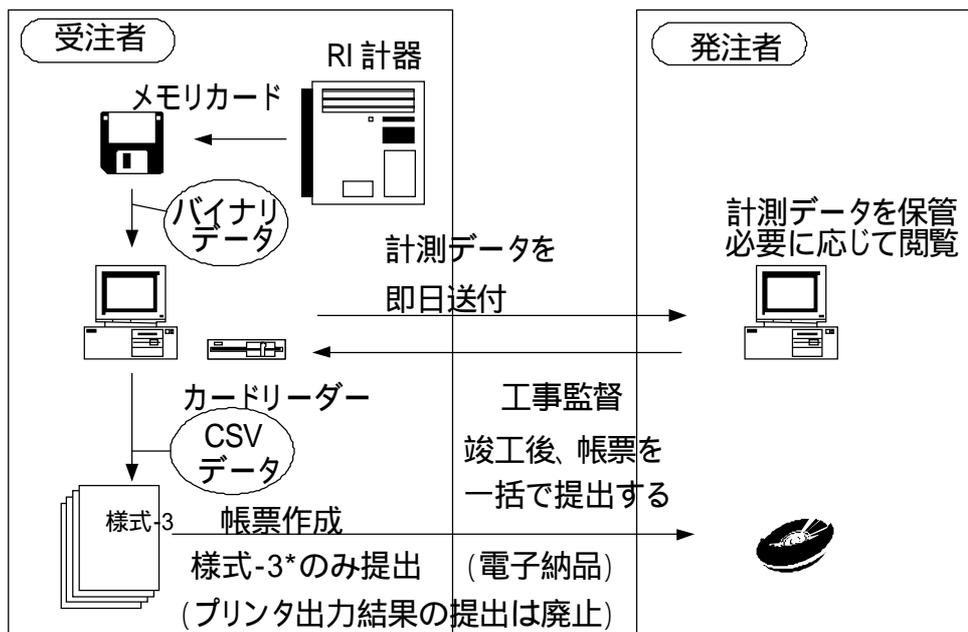
品質・出来形管理は計測機器からの電子データの取得が可能となっているが、従来紙資料に出力された情報を転記して帳票を作成し、電子化して納品していることが多い。このため、工事施工中に取得した電子データを用いて帳票作成が自動化し、それが工事中の施工管理に活用でき、監督検査、電子納品につながることで、今後の電子納品の方向として重要と考えられる。

そこで、図に示すように盛土の品質管理で利用されているRI計器を事例として、RI計器のメモリー書き出し機能を用いることで、書き写しという受注者にとって無駄な労力が削減できることを検証する(図2.13-1)。

実験では近畿地方整備局と関東地方整備局内の2事務所の協力をいただき、実際の工事で実施している。実験方法は、従来の書き写し作業が軽減を検証するとともに、電子データは容易に改ざんできることから、監督検査からの改ざん防止策に対する評価を得る。改ざん防止策として、RI計器が

らプリントアウトされる計測結果も合わせて提出、RI計器から出力される電子データを監督官に即日メールで送付（改ざんの

時間的余裕を与えない）RI計器のメモリーに蓄えられるバイナリーデータも合わせて提出、の3方法で実験を実施している。



*: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

図 2.13-1 工事関連帳票の減量化、資料作成の労力軽減

現在、実験中であり、実験の評価はこれからであるが、実験の評価が得られれば、電子データを用いた施工管理、監督検査方法を確立し、RI以外の他の品質管理方法への展開を図る予定である。

間で正確な出来形形状を把握することが可能となった。今後は、3次元による検査技術手法についてわかりやすい手引き書を作成する。

2.13.2 電子データを活用した工事監督検査方法（ITを活用した出来形管理について）

本研究は、3次元設計情報をXML形式で電子化し測量計測機器に転送することで、出来形計測における業務改善効果及び、現地適用性を検証したものである（写真2.13-1）。



写真 2.13-1 疑似出来形検査

出来形管理に必要な3次元設計情報は、現地の位置座標、カーブの半径、縦断勾配、標準断面の設計幅員、設計横断勾配などを表した数値データである(図 2.13.2)。実験ではまだ設計横断勾配を定義していなかったため、幅と高さ情報を用いた。

3次元設計データを活用することで、従来の巻き尺による計測が不要となり、短時

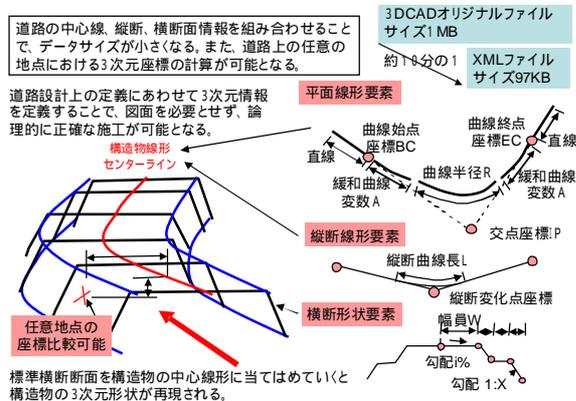


図 2.13-2 3次元設計データの定義方法

3. まとめ

本論文における様々な取り組みは、次の5つに分類できる。

- ・電子納品情報の利活用（人と人、引継）
- ・ライフサイクルサポート（施設マネジメント）
- ・組織間で情報を利活用（コミュニケーション力）
- ・工事施工情報の利活用（工事中の効率化）
- ・図面・数量情報の利活用（情報変換、整合）

電子納品情報の利活用とは、人から人へ業務が引継されるように、図面、GIS等を用いて情報共有を図ろうとするものである（2.1、2.3、2.5、2.8、2.9、2.10、2.12章）。

ライフサイクルサポートとは、調査、設計、施工、維持管理と時間経過や建設段階のそれぞれで必要な情報を電子的に保存するものである（2.1、2.2、2.4、2.5章）。

組織間で情報を利活用するとは、用地課、調査課、工務課、管理課など縦割りになりがちな組織間で図面などの最新情報を共有するものである（2.1、2.2、2.5、2.8、2.12章）。

工事施工情報の利活用とは、工事中に発生する決裁文書、図面、計測管理情報を電子的に共有、伝達するものである（2.2、2.3、2.6、2.7、2.8、2.9、2.11、2.13章）。

図面・数量情報の利活用とは、紙図面から、CAD図面へと数値化を進め、さらに数

量計算作業と連携することで、作業を大幅に効率化するものである（2.3、2.5、2.8、2.9、2.10、2.13章）。

総合すると人から人へ、あるいは組織間、時間（ライフサイクル）を超えて情報を共有、利活用して業務改善を行うために、情報技術を活用した測量、工事施工情報や図面、数量等の電子化に取り組んでいるといえる。

これらの取り組み事例は、行政的、技術的判断を支援するものであり、ITをうまく活用して業務改善につなげることが出来た成功事例である。まだ電子化を進めていない組織、電子化は進んだが業務改善につながっていない組織において大いに参考になる。また、CALCの取り組みにより電子納品が全面実施を迎え、一応の成果が出たところであるが、次の段階ではこれらの利活用により、価値の高い成果を生み出していくことが必要であろう。本論文は、次期CALCの推進に向けた業務改善のあり方について大変参考になる。

本論文の詳細な報告はつぎのURLに掲載しているので、参考にしてください。

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/cals/index.htm>

参考文献：

- 1) 大臣官房技術調査室他：建設CALC/ECの導入による公共土木事業の効率化、平成12年度（第54回）建設省技術研究会、p.9-1～p.9-35、2000.11
- 2) 電子納品情報を活用した業務改善に関する研究、平成14年度国土交通省国土技術研究会 指定課題、国土交通省、P.11-1～11.29、2002.11
- 3) 電子納品情報を活用した業務改善に関する研究、平成15年度国土交通省国土技術研究会 指定課題、国土交通省、継続4、2003.11

「情報技術を活用した建設施工の効率化に関する研究」

総合政策局建設施工企画課

国土技術政策総合研究所情報基盤研究室

北海道開発局事業振興部機械課

各地方整備局道路部機械課

独立行政法人土木研究所技術推進本部

1. はじめに

建設産業は、単品受注生産・屋外での現地作業・工程毎の分業生産等、他の産業に比べて大きく異なる特性を有している。これらの特性を踏まえつつ、建設分野ではこれまで様々な生産性向上に向けた取り組みがなされ、大きくは人力作業から機械化施工へ、更に機械化施工の高度化へと発展してきた。これからも更なる建設産業の発展を支えるため、安全面及び生産性向上に対する取り組みが必要とされている。しかしながら、現在では建設投資が低迷し、将来的にも回復の見込みが厳しい状況にあり、また、少子高齢化に伴い労働生産人口が減少し、これに伴う熟練作業者の減少等、建設産業を取り巻く環境は大きく変化しており、これらに対する取り組みが喫緊の課題となっている。

これらの状況を打破するため、品質を確保するとともに生産性の向上を図る手段として近年急速に進展している情報技術を施工現場において有効に活用する、いわゆる情報化施工の推進が急務である。

2. 情報化施工の概要と課題

2.1 概要

情報化施工とは、情報技術を建設生産に適用するもので、施工に関する情報の効率的な利用により、施工の効率性・安全性・品質の向上・省力化・環境保全等に関する施工の合理化を図る生産システムを指す。フィールドデータをリアルタイムに計測し、施工管理の省力化や施工の自動化による生産性の向上などの効果が期待される。

2.2 情報化施工を取り巻く課題

情報技術の進展により、施工現場にも IT 機器が導入され、効果的な利活用が進んでいるが、更に効果的な情報化施工を実現するためには多くの課題がある。

(1) 技術的な課題

受発注等に利用される設計図書類は現状では2次元で表現されており、施工に必要な3次元情報は改めて作り直されているため、コストアップや煩雑さなどが発生している。併せて、建設現場が建設業特有の重層化した請負構造のため、複数企業によって施工が行われていることから情報の共通利用が難しい環境にある。よって、情報機器やそのデータ様式などを共有または連携するための仕組み、いわゆる情報利用環境の整備が必要である。

(2) 基準類等の課題

例えば、情報技術を活用して盛土品質を管理する場合、締め固め回数を管理することにより、従来施工と同等以上の品質の確保、作業効率の向上を図ることが出来ることが確認されている。しかしながら、締め固め回数は現行の施工・管理

基準に適合していないため、情報化施工を実施しても現行の基準に従った管理項目で再測定することが必要で、施工の効率性が損なわれ、情報化施工の効果を十分に発揮させることが出来ない。このように、情報化施工の推進にあたっては発注者側の技術基準類のあり方についても検討を行うことが必要である。

3. 研究概要

3.1 研究の目的

本研究の目的は、建設施工の効率化を目的として「情報化施工による施工合理化に関する研究」^{1),2)}の研究成果を基に、直轄事業における情報化施工の導入効果を整理すると共に、関係各主体の効果や今後の活用の可能性と方向性について2カ年で調査検討するものである。

3.2 研究内容

本研究は、情報化施工を導入するための環境整備の一環として、自動追尾トータルステーション(以下TSという)・Global Positioning System(GPS)を用いた盛土締固め管理の実証試験を行った。さらに、実証試験の結果から情報化施工に対応した施工管理要領の作成と施工における施工管理情報の交換方法について提案を行うものである。また、施工管理情報の利活用に向けた取組として3次元空間情報を用いた出来形管理の実証試験を行い、3次元空間情報の有効性について検証を行った。

4. 情報化施工に向けた施工管理基準の導入

4.1 盛土の締固め管理の現状

近年、TSやGPSによる自動かつリアルタイムに計測された締固め機械の走行軌跡と3次元座標情報から転圧回数を確実に把握する盛土締固め管理システムが各種開発されている。このシステムは、仕上がり層厚管理や出来高管理が簡便に行えるという利点がある。盛土締固め管理システムによる締固め回数管理手法を導入することは、作業効率や品質の向上およびCALS/ECへの対応による電子納品や検査書類の合理化などが期待される。

4.2 盛土の締固め情報化施工管理の概要

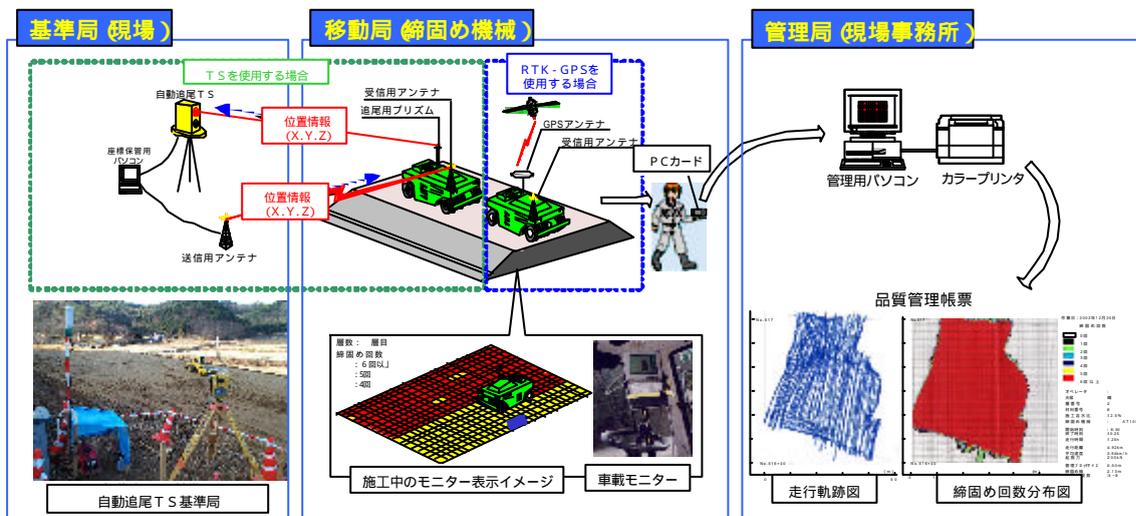


図 - 4.1 盛土の締固め管理システムの概要と情報の流れ

4.2.1 システムの概要

TSシステム¹またはGPSシステム²を用いた締固め回数管理は、以下の手順で行われる。

締固め作業開始に先立ち、設計データ等から施工範囲の電子情報（3次元座標データ）を、締固め機械の位置情報を取り込むパソコンに入力する。

事前に行う試験施工により、施工する現場における規定の締固め度が得られる締固め回数を決定する。

図-4.1に示すように施工エリアを平面上にメッシュ分割する。そのメッシュを締固め作業時の管理ブロックとする。

TSまたはGPSで計測した締固め機械の走行軌跡データを、車載モニタ上の管理ブロック図にあてはめて表示する。締固め機械が管理ブロックを通過すると、その管理ブロックを締固めたものと判定し、同時に締固め回数が色分けされて車載モニタに表示される。

締固め範囲全体に渡って盛土品質確保に必要な締固め回数を、確認・管理することができ、作業終了後管理帳票を作成することができる。

4.2.2 本システムの導入の効果

TSシステムまたはGPSシステム活用の盛土施工管理を実施することで、次のような利点をあげることができる。

- ・盛土全面の締固め状況が把握できることによる品質の向上（品質の均一化）
- ・締固め管理のリアルタイム把握による工程短縮（次層盛土の迅速な施工）
- ・品質管理業務の簡素化・効率化（品質管理のための計測時間短縮）
- ・締固め回数の管理による過転圧の防止（施工の効率化）
- ・オペレータの省技能化（オペレータの熟練度に左右されない品質確保）
- ・品質管理業務の電子化による電子納品への対応（施工管理の合理化）

4.3 締固め回数管理の検証

図-4.2に示すように従来の砂置換法やRI計法の品質管理値は「締固め度」である。情報化施工管理では、車載モニタに表示される施工管理ブロックが、締固め規定回数だけ締固めたことを示す色になるまで締固める「締固め回数管理」となる。この品質管理方法について、妥当性を「締固め率」³から検証を行った。

1 TSシステム：施工機械に取り付けたレーザターゲットを現場近傍に据えたトータルステーションで自動追尾し、機械の移動軌跡を取得する方法である。

2 GPSシステム：衛星からの信号を捕捉して機械位置を計測し、機械の連続的な移動軌跡として利用する方法である。

3 「締固め率」とは、締固め作業の管理ブロックを0.1m単位の基本ブロックサイズに変換したとき、規定回数まで締固めた基本ブロックと規定回数に満たない基本ブロックの割合と定義する。

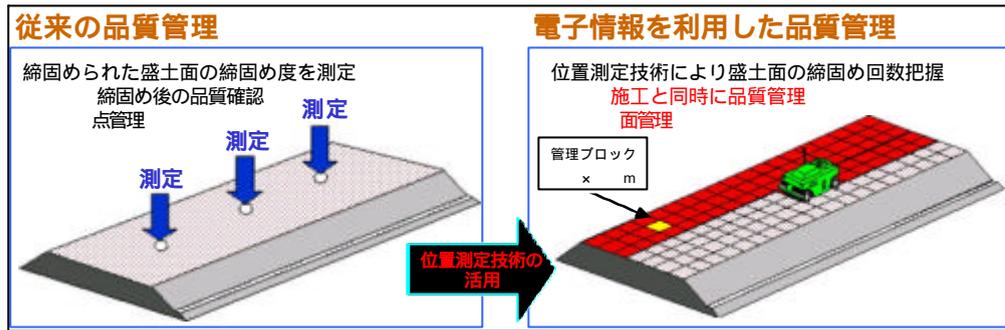


図 - 4 . 2 品質管理方法の比較

4.3.1 管理ブロックサイズについて

盛土の品質を締固め回数で管理する手法においては、締固め範囲を締固めたと識別する管理ブロックサイズが、品質と作業効率に大きな影響を与えることから、適切に決定することが最も重要である。

締固め判定方法は、施工範囲を適切な管理ブロックに区切り四辺のうち一辺（1点）でも締固め機械が通過すると、そのブロックの全部を締固めたと判定する。その概念を図 - 4 . 3 に示す。図中の円弧で示された場所は、締固め機械の軌跡であり、赤色に着色されたブロックは、締固めが行われたと判定された場所である。締固め施工に適用する適切な管理ブロックサイズは、品質と作業効率を従来施工と同等以上に確保する必要がある。

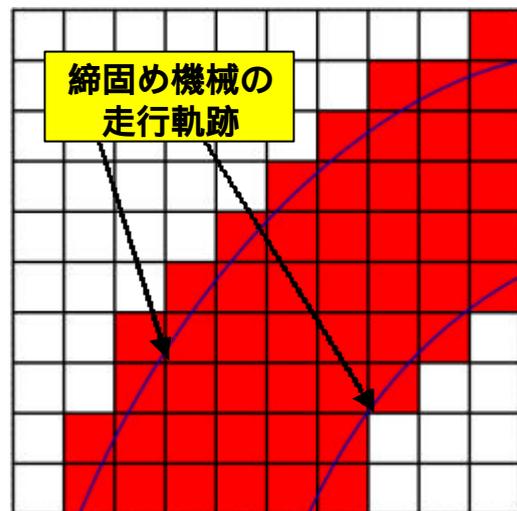


図 - 4 . 3 締固め判定方法の概念

4.3.2 締固め回数管理による品質の検証

従来施工と同等以上の作業効率と締固め率が確保できれば、品質も確保されるという観点から 締固め率について施工面積と締固め回数を同一にした施工条件において、従来施工と車載モニタからリアルタイムで施工箇所と転圧回数が把握できる情報化施工との比較試験を実施し、下記の項目について検証した。

従来施工の締固め率

従来施工の場合は、締固め回数のカウントと締固め位置の確認をオペレータ自身が行うため、締固め回数が不足する範囲が集中するケースが見られる。締固め率は約 88 % ~ 95 % 程度の範囲でバラツキ、平均は約93%であった。

標準管理ブロックサイズの決定

試験ブロックサイズとして、0.25m ~ 0.75mの間で各種サイズの施工を行い、作業効率と締固め不足率を評価した結果、標準管理ブロックサイズは、ブルドーザは0.25m、タイヤローラおよび振動ローラは0.5mが適していた。

情報化施工の品質

標準管理ブロックサイズで施工した場合、最低でも93%以上の締固め率を確保できており、従来施工と同等以上の施工精度を確保することができた。

また、締固め後に現場密度を測定し、締固め度が品質規格値を満足しているかについて確認を行い、従来施工と同等の品質が確保されていることも併せて確認した。

4.4 情報化施工に対応した施工管理手法の検証

種々の現場条件で盛土締固め回数管理による施工管理の適用性を検証するため、8地方整備局および北海道開発局の15現場で実証試験工事を実施した。

4.4.1 河川土工における実証試験工事

北海道開発局では、河川の築堤盛土工事において、TSを用いた情報化施工と従来施工による盛土締固めの品質管理を比較検証するための実証試験を実施した。

(1) 工事概要

工 事 名：石狩川改修工事の内 江部乙川上流六戸島築堤工事

工 事 場 所：北海道滝川市江部乙町

全 体 工 事 概 要：施工延長 1,050m、盛土量 86,640m³

実 証 試 験 概 要：盛土量 1,365m³、締固め面積 4,000m² (L 200m × W 20m)

(2) 締固め回数の設定

試験盛土施工において転圧回数毎に締固め度を測定した結果、3回転圧で90.9%、4回転圧で94.3%となった。基準締固め度（最大乾燥密度85%以上）を満たし、かつある程度余裕を見込み規定転圧回数は3回とした。

なお、盛土材は、現場内堤外の土取場から掘削した礫質土（細粒分まじり砂質礫）、現場締固め度の測定は、砂置換法である。

(3) 実証試験施工結果

実証試験施工の標準的な走行軌跡図および締固め回数管理図を図-4.6および4.7に示す。



図-4.4 工事箇所平面図

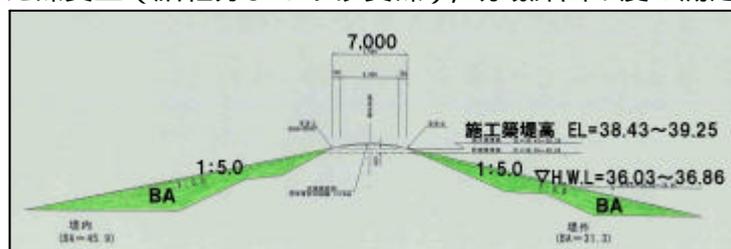


図-4.5 工事箇所横断面図

端部に規定回数に満たない部分があるが、これは施工範囲外の部分であり施工範囲内は規定の締固めが実施されていることを確認した。そして、締固め機械の運転席のモニタで締固め状況を確認しながら施工できるため、施工面全体の均一な締固めが可能となった。また、締固め回数を確認できるので過転圧を防止でき、施工時間の短縮など効率的な作業ができた。



写真 - 4.1 実証試験施工状況

締固め度

実証試験施工における締固め度は平均93.7%で、締固め回数の設定で基準である90.9%を十分に満たしている。実証試験施工と従来施工による締固め度の分布を図 - 4.8 に示す。実証試験施工の締固め度は93.0~94.4%で、従来施工に比べばらつきが少なく均一な品質が確保されている。

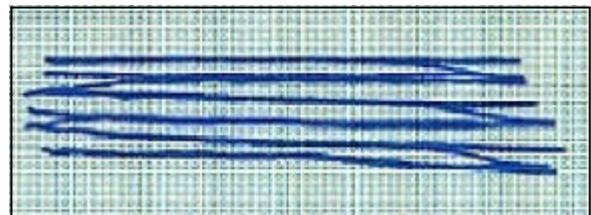


図 - 4.6 走行軌跡図

品質管理

従来の盛土締固めの品質管理は点による管理で、面的な管理が不可能であったが、情報化施工による回数管理では、図 - 4.7 に示すとおり施工面全体の面的な品質管理が可能となり品質の向上が図られる。また、図 - 4.6 の走行軌跡図および図 - 4.7 の締固め回数管理図により出来形管理をするため、CALLS/EC、電子納品等へ対応でき施工管理に要する労力を軽減することができると考えられる。

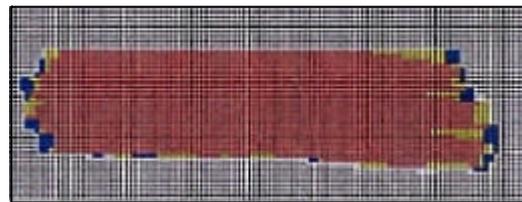


図 - 4.7 締固め回数管理図

(4) まとめ

従来の盛土締固め施工では、各計測点での締固め度の試験結果が基準値以上であることを確認しなければ次層の施工ができないが、情報化施工では規定の締固め回数を管理するだけで、連続した盛土施工が可能になり、大規模な工事であれば、

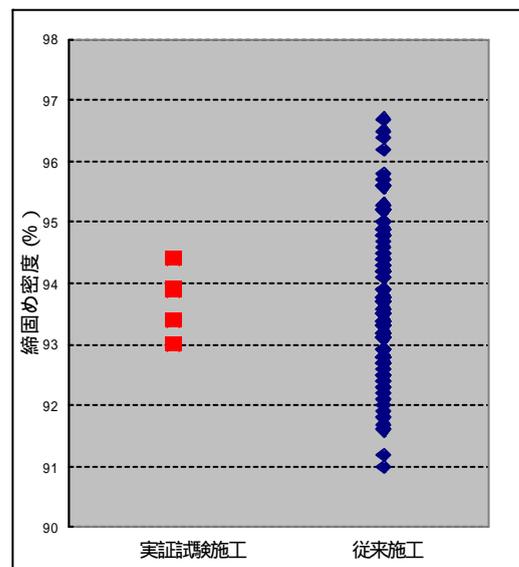


図 - 4.8 締固め度分布図

工程管理が容易になり工期短縮が図られる。また，締固め状況を運転席のモニタで確認しながら施工できるので，オペレータの技量によらず，均一な品質の確保が期待できる。

4.4.2 道路土工における実証試験工事

四国地方整備局では，道路の路体盛土工事においてTSを用いた情報化施工による盛土締固め管理の実証試験を実施した。

(1) 工事概要

工 事 名：田井改良第2工事

工 事 場 所：徳島県海部郡由岐町田井地先

全体工事概要：施工延長430m，盛土量150,000m³

実証試験概要：盛土量1,120m³，締固め面積800m²(L40m×W20m)

実証試験現場全景を写真 - 4 . 2 に，工事箇所平面図を図 - 4 . 9 に示す。



写真 - 4 . 2 実証試験現場全景

図 - 4 . 9 工事箇所平面図

(2) 締固め回数の設定

実証試験に先立ち，試験盛土施工を転圧回数4，6，8回について実施した結果，締固め度はそれぞれ88.0%，88.2%，90.9%となった。品質管理基準(案)によると路体の基準締固め度は最大乾燥密度で85%以上であるが，転圧回数4回で締固め度は88.0%となり基準締固め度を上回ったため転圧回数は4回とした。

なお，盛土材はトンネル掘削箇所にて発生した砂礫であり，現場締固め度の測定は砂置換法である。

(3) 締固め実証試験結果

締固め度

締固め度は，平均で情報化施工の場合で91.4%，従来施工の場合で92.1%となった。情報化施工の場合の締固め度は従来施工の場合と同程度の値となっていることが確認できた。図 - 4 . 10 に両施工法

実証試験施工と従来施工における締固め度

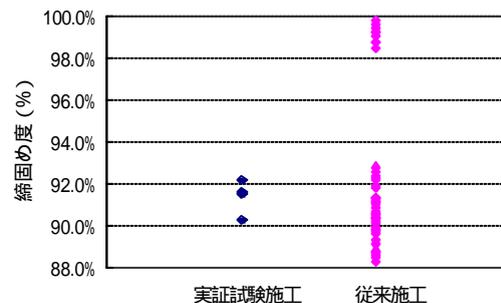


図 - 4 . 10 締固め度分布図

における締固め度分布図を示す。情報化施工の締固め度 90.3 % ~ 92.3 %であるのに対して従来施工は 88.3 % ~ 99.8 %となっていることから締固め度のばらつきは情報化施工のほうがはるかに小さく、効率良く施工されていることが判った。

システムによる施工の不具合点

ローラ停止後の再運転時および施工中のバウンド時においてTSの追尾遅れによりデータ欠落が生じることがあった。

(4) 施工現場における適応性の考察

締固め度

従来施工と比較して情報化施工の締固め度は、十分満足できるものであるとともに、ばらつきについても従来施工と比べて小さいことから品質管理手法として十分使用が可能であると考ええる。

TSの追尾遅れ

TSの追尾遅れによるデータ欠落は、盛土材中の大礫にローラが乗り上げた際の大きなバウンドに、TSの首振りが対応できず、自動追尾できなかったものと考えられる。

当該現場のような場合には、事前に適切な追尾距離を確認したり、TSの配置位置等の工夫が必要であると考えられる。

(5) まとめ

情報化施工を導入することにより施工効率および施工管理において以下の効果が期待できる。

施工においてはオペレータはモニタを見ながらの作業となるため過転圧がなくなり効率が改善されるものと考えられる。

施工においては締固め度確認を転圧回数で管理することにより砂置換法と比べて迅速化が図れるとともに、従来施工が点での管理であるのに対して情報化施工では面的管理になることから品質が向上するものと考えられる。

4.5 管理要領(案)の策定

現地実証試験から「締固め回数管理」についての有効性は検証することができた。しかし、情報化施工に対応した施工管理基準が整備されていないために、現場に導入しても従来の管理手法(砂置換法やRI計法など現場密度試験から求まる「締固め度」での管理)を実施せざるを得ない。そのため、施工管理が二重化してしまい当該技術を普及させる妨げとなっている。そこで、実証試験工事の結果を踏まえ「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」を策定し、現場への導入環境整備を行った。管理要領では、以下の内容についてとりまとめを行った。

- ・盛土の品質を締固め回数で管理する場合の施工管理方法、データ取得管理方法、締固め回数の確認方法、システムの取り扱い方法等について規定した。
- ・現在、盛土締固め施工管理方法として行われている「砂置換法」「RI計法」に続く第3の選択肢として同管理要領(案)をとりまとめた。

・河川土工，道路土工における，盛土の締固め管理に適用することとした。

そして，同管理要領（案）の現場周知を図るため，各事務所での説明会や出張所長等連絡会議において紹介および活用依頼を実施した。さらに，施工関連の業界団体への紹介なども行い，普及促進に努めているところである。

今後はCALS/ECと連携した管理要領とすべく，3次元設計情報の受渡しや施工管理情報の利活用について取組んでいく必要があると考える。

5. 3次元設計情報を用いた出来形管理実証試験

5.1 出来形管理の現状と問題点

道路工事に使用する測量データは，3次元の要素を有しているが平面図，横断図，縦断図を基にした出来形管理として2次元管理を行っている。さらに，幅員，高さなどの設計値を示した横断図は，特定の間隔でしか作成されていない。このような状況では，横断図のある特定断面でしか出来形管理ができず，現地での管理断面の位置特定，巻き尺による計測，図面・帳票作成などに手間がかかる。しかし，測量に用いるTSでは，角度と距離の実測値から3次元の計測情報を自動的に算出することができるが，2次元的管理にとらわれ，3次元情報を有効に活用できていない。これらの非効率な業務を改善するために，道路中心線線形，標準横断による3次元設計情報を用い，TSによる3次元測量データを有効利用した，任意断面での出来形管理手法について実証試験を行った。

5.2 出来形管理実証試験の概要

中国地方整備局鳥取河川国道事務所の国道29号西御門歩道設置工事では，40,000㎡の道路土工において3次元設計情報を用いたIT型出来形管理についての実証試験を行った。

実証試験は，IT型と従来型の比較が行えるよう図-5.1に示すとおり工事区間を分割して，それぞれ並行して出来形確認・検査を行った。

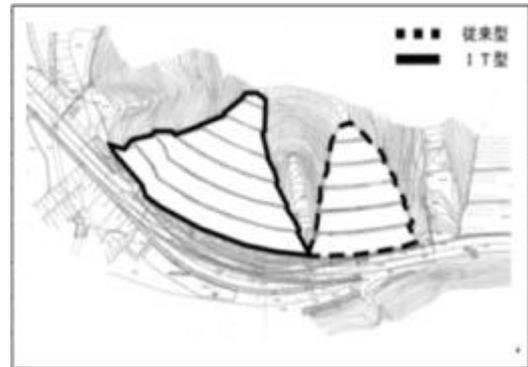


図-5.1 IT型と従来型の工事区間

5.3 実証試験の内容

5.3.1 3次元設計情報の作成

実証試験の事前準備として，発注された2次元図面から平面・縦断・横断および線形計算書等から，道路の基本的な構造を構築するために必要な情報を3次元CADに入力し，3次元設計情報を作成した。図-5.2および5.3に道路構造を電子化した図面と立体的に表現した図を示す。

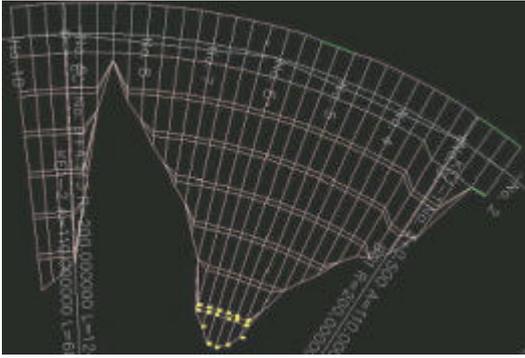


図 - 5.2 2次元ベースのCAD図

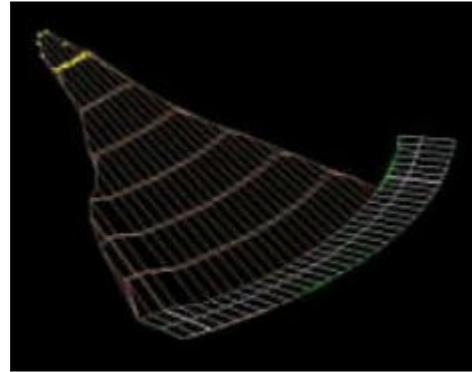


図 - 5.3 2次元図面の3次元化

5.3.2 出来形測量

出来形測量は、3次元CAD図面上で設計形状を確認し、測定箇所に対応した線形情報をデータコレクター経由でTSに送り行った。従来型出来形測量は、20mピッチの管理断面上において横断幅、法面長さ、仕上がり高さを計測し、横断面図と出来形管理図表に設計寸法と計測寸法(出来形寸法)、出来形管理規格値を転記していた。

IT型出来形測量は、管理断面にこだわらず、任意の点で3次元計測を行い、あらかじめ作成した3次元設計情報と比較による管理を行うために、道路中心線からの離れ値管理(オフセット)による数値の比較で行う。

(図 - 5.4) この場合、設計上のどこの部分を測るのか対象位置を決める必要があり、図 - 5.5のような出来形計測の対象点に管理番号を指定し計測・管理を行った。

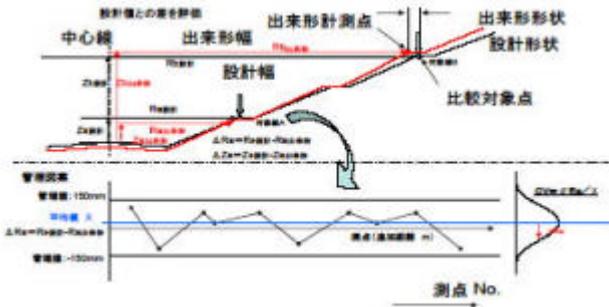


図 - 5.4 IT形出来高管理の概念図



図 - 5.5 出来形計測の対象位置



写真 - 5.1 施工状況

5.3.3 出来形確認・検査

(1) 出来形確認は、設計図書で示された工事目的物の形状・寸法が決められた範囲内に収まっているか確認・把握するものである。そのため、請負者から提出

された任意点での出来形データを基に，管理断面上の出来形寸法を計算する。そして，監督者が対応する設計寸法と計算された管理断面上の寸法をPC画面上で確認する。また，今回監督者は，現地で任意断面上における変化点を計測し，請負者と同様の作業を行いIT型出来形管理の有効性を確認した。

- (2) 段階確認時は，改ざんや紛失等のトラブル防止のため，現地計測データをメモリーカードに保存し提出を義務づけた。
- (3) 出来形検査も同様に，検査官がPC画面上で出来形値と設計値を対比し規格値を満足しているか検査を行った。また，現地においても任意の点を計測し，提出された出来形値と相違ないか検査を行った。

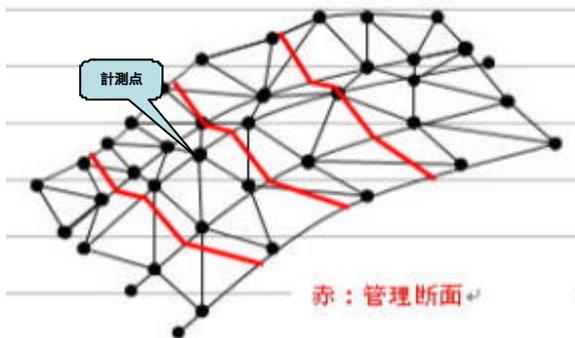


図 - 5 . 6 出来形計測点と管理断面図

x	y	z	name
-66889.68	-5962.23	120.71	-4
-66891.81	-5966.53	122.42	-4
-66892.54	-5969.74	123.75	-4
-66891.43	-5972.24	123.87	-4
-66886.32	-5973.85	120.41	-4
-66881.41	-5975.39	117.55	-4
-66885.91	-5961.04	117.58	-3
-66884.58	-5960.46	117.81	-2

図 - 5 . 7 出来形計測の座標

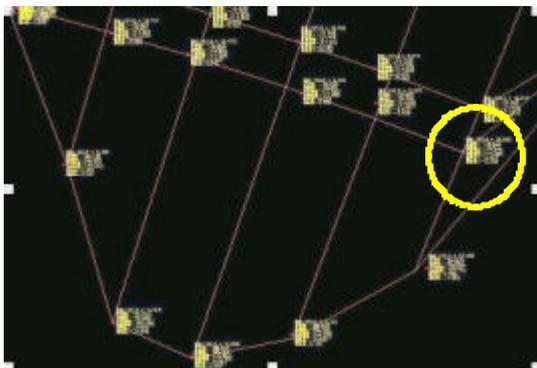


図 - 5 . 8 出力した出来形平面図

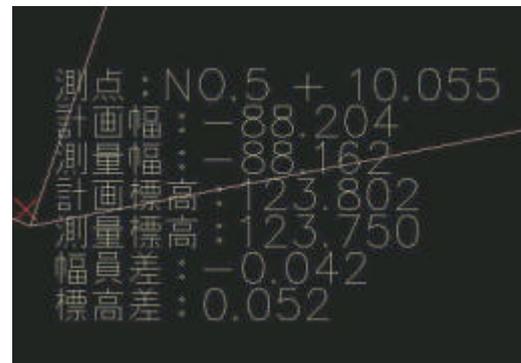


図 - 5 . 9 出力した出来形管理

5 . 4 実証試験の結果と効果

- (1) 従来の出来形管理は，管理断面上の出来形に対しそれぞれ確認・計測を行っていたが，3次元設計情報を用いることで，任意断面上の計測から，管理断面上の出来形値を計算し確認することができる。また，出来形管理図表の作成も容易となり，測量時間の短縮や出来形管理に要する時間が図 - 5 . 10 に示すとおり 2 / 5 程度に短縮された。

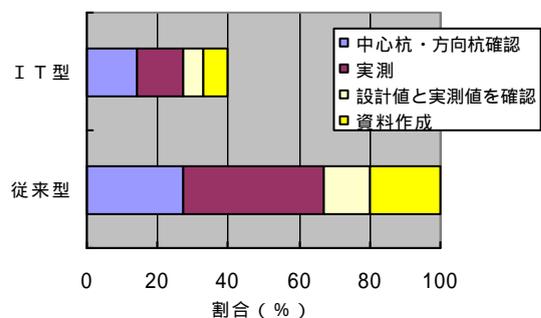


図 - 5 . 10 出来形管理の業務比較

- (2) 従来、作業毎にばらばらに作成されていた帳票類や平面・縦断・横断の2次元図面を3次元設計情報に統合することにより、図面間や設計と施工の不整合を容易に確認することができる。また、施工途中段階での施工誤差の修正が可能となり、品質向上にも有効であることが確認された。
- (3) 掘削施工途中で軟岩が発生し表土を取り去り、土砂と軟岩の境界をTSで測定した。従来の岩線確認は、管理断面上で離れと高さを測定し、横断図に岩の範囲を表示するだけであった。3次元設計情報を応用することで、岩線確認の作業が容易となり、現地の正確な地質情報を取得することが可能となった。
- (4) 実証試験を通して、IT型の出来形管理の手法においても、従来から行われている管理・検査を問題なく行えることを確認できた。

6. 結論

今回報告した結果から、以下の結論を得た。

情報化施工による施工管理の合理化を目的として従来の管理方法に代えて新たに提案した「締固め回数管理」による方式は従来の盛土施工と同等の品質を確保できる。上記の方式により、締固め工を実施した場合、工期短縮効果、過転圧の防止、施工管理の迅速化が図られる。

従来の「点」管理による品質管理から「面」管理に概念が変更されたことにより、構造物の品質向上が図られたものと考えられる。

3次元設計情報を用いた出来型管理においては、従来と比べて測量作業・出来高管理作業が合理化された。

7. おわりに

今回新たに策定された「締固め回数管理要領(案)」を基に、舗装工をはじめ他工種についても、情報化施工に対応した施工管理基準を策定し、情報化施工技術(NETIS「新技術情報提供システム」に登録している技術等)が活用できる環境を整備していくことが重要である。また、3次元空間情報を利用したIT型出来形管理・検査などの基準類を構築し、現行基準へ追加することで、さらなる情報技術の利用の促進を図るとともに技術開発の推進が必要と思われる。

今後、情報技術の利用による建設施工の効率化の実現に向けて、従来の業務スタイルを改善し、業務目的に即した情報技術の利用を考えることが重要である。

<参考文献等>

- 1) 平成10年度 情報施工による施工の合理化に関する研究
建設経済局建設機械課他
- 2) 平成11年度 情報施工による施工の合理化に関する研究
建設経済局建設機械課他
- 3) 情報施工のビジョン - 21世紀の建設現場を支える情報化施工 -
平成13年3月 情報化施工促進検討委員会