

GPS を利用した「NSP システム」 による情報化施工

宮城県土木施工管理技士会

株式会社 NIPPO コーポレーション

東北統括支店工事部

担当技術者

中 澤 穰[○]

現場代理人

赤 田 淳

主な工種：アスファルト舗装工24,000㎡

本工事は、総合評価落札方式の適用により、表-2の技術提案を行った。

表-2 性能指標値と技術提案値

項目	性能指標値	提案値
平坦性 (σ)	2.4mm 以下	1.0mm 以下
塑性変形輪数	4,000 回/mm 以上	9,000 回/mm 以上
骨材 飛散抵抗性	損失率 20%以下	損失率 17%以下

1. はじめに

我が国は、少子高齢化が進み、労働者人口が減少傾向にある。特に建設業界では、団塊世代が定年期を迎え、豊かな知識や経験を持つ熟練技能者が退職する等、その確保が深刻な課題となっている。一方、公共工事においては総合評価落札方式の導入に伴い、価格と品質の確保はもとより、その普及に伴ってより高度な品質が求められている。

このような状況下、熟練技能者不足への対応として、アスファルト舗装工事においてGPSを利用した情報化施工に取り組んだことから、その事例を報告する。

工事概要

工事名：一般国道7号西目道路舗装工事

発注者：国土交通省 東北地方整備局

工事場所：秋田県由利本荘市西目町地内

工期：平成17年11月9日～

平成19年7月31日

表-1 車道部舗装構成

表層	排水性アスコン	t=50
基層	再生①粗粒度アスコン	t=50
上層路盤	瀝青安定処理	t=80
上層路盤	粒度調整路盤	t=150
下層路盤	粒状路盤	t=200

2. 現場における課題・問題点

性能項目のうち、塑性変形輪数および骨材飛散抵抗性は、混合物自体の性能として評価されることから、材料品質の確保や配合の工夫により対処可能である。

また、平坦性は最終工程の表層工の出来形として規定されるが、その基盤となる路盤工やアスファルト舗装工の高さ、および敷均し厚の仕上がり精度が重要となる。その精度確保には、モータグレーダ、アスファルトフィニッシャーオペレーターの技能が最も大きく影響を及ぼす。したがって、高度な平坦性を確保するためには、まずは路盤工の高さを押さえ、その後、平坦性に留意しながら順次各層を構築し、最上層の表層へと繋げなければならない。

路盤工は、路盤材の敷均し、転圧作業において、丁張からの下がりを通り返し測定しながら仕上げて

いく。この際、丁張と丁張の間（10m）は、下がり測定ができないため、グレーダオペレーターの経験に頼ることとなる。そのため、オペレーターが未熟な場合、丁張間で不陸が生じさせることがある。

提案した平坦性を確保するためには、丁張間を含む全体の仕上がり高さを精度良く上げることが重要な課題であった（写真-1）。



写真-1 丁張間の仕上げ

3. 対応策・工夫・改良点

路盤工の精度を上げるためには、通常、熟練オペレーターを配置すること等で対応されてきた。しかし、今後、熟練オペレーターが減少する中で、高い品質をどのように確保するかが課題である。本課題に対し、当該工事においては、上層路盤工の仕上がり高さ精度の確保を目的に、自社開発のGPSを利用した情報化施工技術：「NSPシステム」を活用することとした。

NSPシステムとは、施工機械に入力した三次元設計データをもとに、人工衛星を利用した測位情報とゾーンレーザ技術を組み合わせ、グレーダやフィニッシャ等を自動制御し、オペレーターの技術に関わらず高精度な舗装の仕上がりを実現したシステムである（図-1、2）。

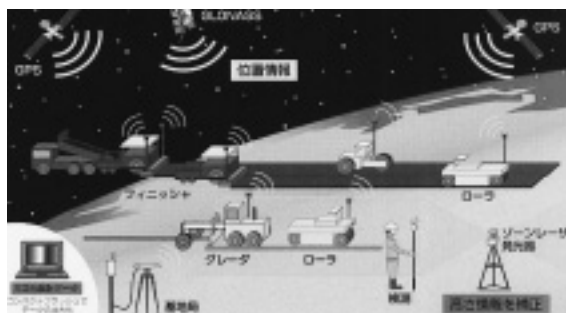


図-1 NSPシステム

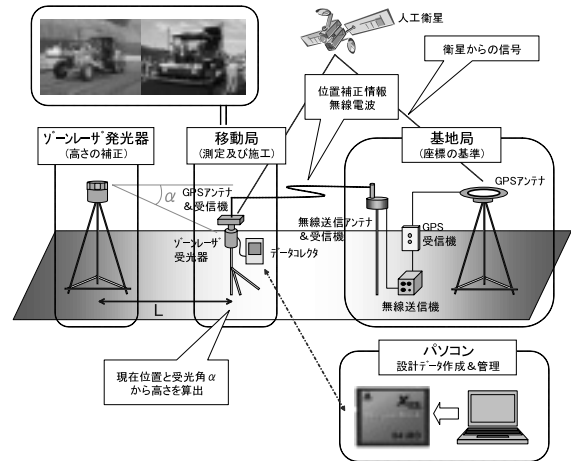


図-2 NSPシステム概要図

施工手順は、以下のとおりである。

① 3次元設計

線形・縦断勾配・横断勾配・幅員データから現場の3次元設計を行う。

② GPS基地局・発光機設置

GPS基地局は、衛星から信号を受信し、その情報を施工機械および検測器の受信機に位置情報（座標）として送信するものである。その送信可能距離は2kmであるため、現場（延長1.2km）の中心付近に設置することとした。発光器は、施工機械および検測器に基準高情報を送るものであり、その送信距離は200mであることから、400m間の中心に1箇所ずつ2台設置し施工状況に応じて移設した（図-3）。

ゾーンレーザ発光機 使用台数2台
路盤施工時は楕円の位置に設置

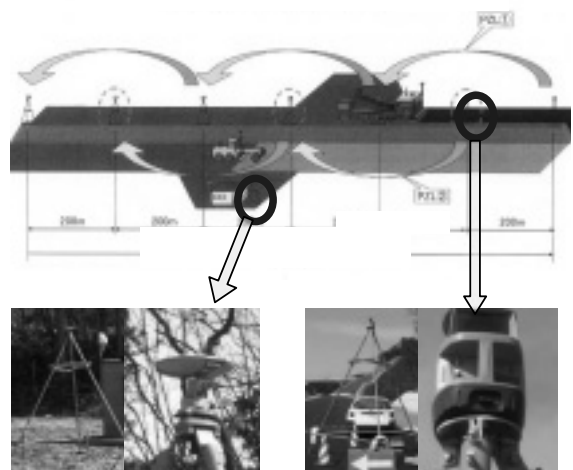


図-3 GPS基地局・発光機設置図

③ 上層路盤の施工

通常のグレーダを用いて材料の荒入れを行い、その後 GPS グレーダによって仕上げを行った。

荒入れは 5 人（グレーダ・タイヤローラオペレーター・検測 3 人）、仕上げは 4 人（GPS グレーダ・タイヤローラ・タンデムローラオペレーター・検測 1 人）で施工した（写真-2）。



写真-2 上層路盤施工状況

GPS グレーダのオペレーターは、本工事では通常業務でもグレーダに従事している者（30歳男グレーダ経験年数約 8 年）を配置した。GPS グレーダは、内蔵コンピューターに仕上り高さを設定し、また、位置情報・基準高情報を常に内部モニターで確認可能である（写真-3）。



グレーダ内部

写真-3 GPS グレーダ

検測員の持つ検測器（写真-4）は、位置情報・基準高情報及び設計高との差等がモニターで直接確認できるもので、三次元データによりどの場所（例：U 型側溝等）でも検測可能である。

検測作業は、路盤の仕上げ作業中の確認、仕上げ完了後の出来形管理としてタイムリーに行った。



基準高45.151m で設計より9.5cm 低い

写真-4 検測員及び検測器

以上の試行結果を整理すれば、以下のとおりである。

- ① 上層路盤工の仕上がり高さは、丁張位置だけでなくどの位置で測定しても ± 1 cm 以下であった。
- ② グレーダオペレーターが操作方法や転圧減等を理解するのに 1～2 日を要した。
- ③ GPS グレーダによる 1 日の不陸整正面積は、最大約 4,000 m^2 であったが、発光器の不具合や調整を含めた場合の日平均施工面積は約 2,300 m^2 であった。
- ④ 強い風や激しい雨・霧などの気象条件や野焼きの煙、高圧線の影響により、基地局からの無線・発光器からの信号を受信できなかつたり受信データが不安定になったりすることがあった。
- ⑤ NSP システムの精度と従来の測量精度との差異から、構造物と舗装高とが一致しない箇所が見られた。
- ⑥ 発光機を移設することにより、移設前と移設後で受信する基準高が通常時で 2 mm 程度、強風時には最大で数 cm の誤差が発生した。
- ⑦ 表層の平坦性は、同システム等を活用した結果、0.65mm が得られ、技術提案値を高度な水準で満足することができた（写真-5）。



写真-5 表層平坦性測定結果

今後の対策・活用法としては、以下の事項が考えられる。

① 路盤の仕上がり精度は、熟練オペレーターによる場合と比べ、丁張位置では大きな差は無いものの、丁張間では格段に高い精度で仕上げられている。また、表層の平坦性は、技術提案値を大幅に上回る結果となった。本システムは、どのような現場でもトラバを組むことによって使用可能であり、熟練オペレーターが減少する現状を考えれば今後も多様な現場で活用したい技術である。

② 路盤工の所要日数は、GPS 機器の不具合等を含めれば熟練オペレーターによる場合とかなり変わらず、工程短縮によるコスト削減の効果は得られなかった。しかしながら、最大施工量では、従来施工量を大幅に上回っていた。

したがって、GPS 機器の不具合等に適切に対処することで、工程短縮は十分に可能であり、大きなコスト削減の可能性はある。

③ GPS グレーダのオペレーターは、熟練オペレーターでなくても良いが、材料の送り制御等を考えれば経験者が望まれる。

したがって、やはりグレーダ作業に係るある程度の技能は伝承していかなければならない。なお、GPS 機器の操作を考慮すれば、若年齢のオペレーターが望ましい。

④ GPS 機器に不具合等が発生した場合、絶対的な基準が不明となり、まったく動けない状態となる。その場合、機器の点検や KBM のチェック等に半日程度の時間を要してしまう。GPS 使用前に、KBM と GPS による高さの整合性を十分に取っておく必要がある。そうすることにより、不具合発生時のチェック項目を減らし、作業中断の時間を短縮できる。

⑤ GPS 機器は、気象条件により不具合の発生することがある。特に、強風時には誤差が拡大する可能性が高く、厳しい気象条件の時にはその対応や作業の可否等について検討が必要である。

⑥ 通常構造物は、最大で± 2 cm 程度の施工誤差がある。そのため、構造物と舗装高とにズレの生

じることがある。

したがって、構造物の施工段階から、NSP システムを導入し、検測器によって構造物の出来形管理を行うことが望まれる。特に、丁張の無い位置での検測も容易であるため、高さ精度の確保に有効となる。

⑦ NSP システムは、工事着手時から使用することにより、丁張り設置作業の省略、出来形検測および管理の省力化・合理化が可能であり、現場管理費の削減に貢献する。

⑧ 路盤工においては、作業中の重機と検測員との接触事故が懸念される。NSP システムを導入した場合、重機作業中の検測をなくせるため、このような接触事故が生じ得ず、安全性の確保に大きく寄与する。

4. おわりに

今後、30年近くもこの業界で働く身としては、熟練技能者の退職もさることながら、若い担い手が減少し、この先舗装工事ができなくなるのではないかと危機感を感じていた。

若い従事者に技術・技能が伝承されれば良いのだが、その時間が無いことや若い従事者そのものが不在であるなど、抜本的な解決は難しいものと思われる。

そのような状況の下、今回使用した NSP システムは、熟練オペレーターの技術を上回る精度の仕上げが可能であることが確認できた。オペレーターの中でも、グレーダオペレーターは最も育て難いと言われていることからすれば、画期的なことであり、今後の普及に大きく期待するものである。

さらに、施工性を向上させることにより、コスト削減だけでなく、作業時間の短縮による CO₂ の削減など、環境負荷の低減に寄与するものである。

また、NSP システムは、現場管理費の削減効果に加え、今後、無線高速通信が可能な時代となり、現場のデータを事務所のパソコンに送信し、タイムリーな管理・確認・対策を行うことができる等、さらなる IT 化による管理の合理化・品質の向上に通じることを期待したい。