

(23) 建設廃棄物適正管理のための車載端末の役割と効果

Roles and Effects of In-vehicle Terminal for Proper Construction Waste Disposal

松田晋太郎*, 市川新*, 鈴木慎也**

Shintaro MATSUDA*, Arata ICHIKAWA* and Shinya SUZUKI**

ABSTRACT ; Recently, the abatement of illegal dumping and improper disposal of construction solid wastes have been keen issues in Japan. Although, for the intensive wastes control, the electronic manifest system has been introduced all of industrial wastes since 1998, the problem is not solved yet. It is considered one of the causes that the final recipient of wastes seldom checks the contents of wastes received from transporter in the present system. This paper describes the important points for the proper management of solid wastes from a construction work, and presents an apparatus of in-vehicle terminal, named “Dump Catcher”, by using Information Technology. The “Dump Catcher” tightly connects with CWMS: construction waste management system and achieved the proper construction waste management.

KEYWORDS ; construction waste management; illegal dumping; information technology (IT); in-vehicle terminal

1. はじめに

環境省(2005)の調査¹⁾によると、2002年度の建設廃棄物の発生量は7,600万トンと、全産業廃棄物の中の約2割を占める発生量となっている。また、2003年度の不法投棄量は74.5万トンであるが、そのうち91.8%が建設廃棄物由来となっている²⁾。不法投棄量は、ここ数年40万トンから30万トンへ減少傾向を見せていたが、岐阜市で発見された不法投棄56.7万トンが影響し、2003年の不法投棄量は大幅に増加している。岐阜市の例をはじめとして、近年頻繁に発見されて話題となっている大規模不法投棄現場は、冰山の一角である可能性が高い。石渡³⁾は、不法投棄量は年間4000万トンあるとも言っている。このような背景から、建設廃棄物の不適正処分は、国民の建設業界全体への不信感へと繋っており、より一層の徹底管理が求められている。さらに、近い将来に迎える、高度経済成長期に建設された建造物の解体ラッシュを前に、不法投棄の防止と適正処分の促進のためのシステム構築が急務となっている。

建設廃棄物を含む全産業廃棄物の管理手法として、廃棄物管理票(以下、マニフェスト)制度が1998年以来義務化されている。マニフェスト制度とは、処理を委託された廃棄物が、排出から最終処分まで適正に処理されたことを追跡把握するために、事業者が梱包された廃棄物単位ごとに、マニフェストを交付し、各委託業者からその写しの返送を受けて状況を確認するというものである。建設業界もこの制度の導入を促進しており、現在ではマニフェスト総発行数の60%以上(年間2800万枚)が使用されるに至っている⁴⁾。この制度は、梱包し密封できる様な廃棄物、例えば、医療系廃棄物や有害廃棄物の適正処理にはきわめて有効な手段であるが、多種・多量の組成から廃棄物を梱包することが困難な建設廃棄物の場合、その管理は容易でなく、偽装をはじめとする不正使用が行われているとも指摘されている⁵⁾。その結果、マニフェスト制度の管

*福岡大学大学院工学研究科 (Graduate School of Engineering, Fukuoka University)

**福岡大学工学部 (Department of Civil Engineering, Fukuoka University)

理・追跡機能は著しく損なわれ、それが建設業界そのものへの不信に転化されているのが実態である。

このような現状を受けて、国や建設業界では、マニフェストの不正使用防止や不法投棄防止機能を強化するために、様々な工夫を行っている。電子マニフェストの導入や、インターネットをはじめとする情報技術（IT）の積極的な利用はその一例である。既に大手建設業者を中心として、電子マニフェストの試用が始まっており、今後は、紙マニフェストから電子マニフェストの利用へ徐々に移行していくものと予想されている。しかし、現在運用されている電子マニフェスト（日本では廃棄物処理法により JWNET：日本産業廃棄物処理振興センターに情報を送信することが義務付けられている）は、紙マニフェストをベースに構築されており、このシステムでは不適正処分を根本的に解決するには至っていない。

そこで、本研究は、紙マニフェストの欠点を防ぎ、電子マニフェストの特徴を活かした新しい建設廃棄物管理システム「CWMS（Construction Waste Management System）」を構築した⁶⁾。本システムは不法投棄防止と適正処分を推進するために、種々の IT 技術を取り入れている。本論文では、この CWMS の要点である“車載端末（これを Dump Catcher と名付けたので、以下 Dump Catcher と記す）”の役割と、その効果について報告する。

2. 建設廃棄物の特性とそれに対する対策

新しい建設廃棄物管理システムを構築するに際し、建設廃棄物の特性及び問題点を把握する必要がある、その問題点を克服することが必要である。以下に示す。

2.1 発生源の不確実性

建設廃棄物は、建設・解体工事現場から発生するもので、その発生期間は工期中に限られ、工事が終われば、その場所は発生源では無くなる。そのため、排出現場において、恒常的な施設（例えば工場、処分場）で設置可能なトラックスケールや、大規模な通信施設等の設置が不可能である。そのことが電子マニフェストの利用効率を妨げており、また、廃棄物の排出時に正確な重量を把握することを難しくしている。

CWMS では、それらの問題解決のために“車載端末：Dump Catcher”を新規に開発した。

2.2 建設廃棄物の多様性

建設廃棄物は、一箇所の建設現場から、他の産業廃棄物と比べて多種・多量の廃棄物が発生する。国及び建設業界の徹底した指導により、建設現場での分別作業が徹底化し始めているが、用地確保の問題、運搬車両の積載量と発生量との関係から、やむなく廃棄物が混載されることも起きている。これを徹底的に管理するのが本来のマニフェスト制度ではあるが、紙マニフェスト伝票に書かれた情報と、実際の廃棄物との関係を明確にすることは不可能に近い。

CWMS においては、今のところ大規模建設現場を想定して設計しており、建造物、特に一戸建ての家屋の解体に際して発生する混載状態の廃棄物（ミンチといわれる）の徹底管理にまでには至っていないが、将来はそのようなものも対象にしていく予定である。

2.3 ステークホルダーの多様性

本来建設廃棄物の処分に関しては、建設工事の発注者が責任を持つべきであるが、実際には、建設事業を実施する建設業者等が廃棄物の“排出事業者”となり、廃棄物に対して「全責任」を持つ体制となっている。しかしながら、建設業者自身も、その廃棄物に関して収集運搬、中間処理および最終処分まで自己完結的に行うことは、ほとんどまれであり、それぞれの専門業者に処理・処分を委託しているのが実態である。工事の規模が大きくなれば、同じ運搬業務であっても多数に委ねることや、複数の処分場に搬入することもある。

その結果、建設廃棄物処理・処分に関するステークホルダー（排出事業者、収集運搬業者、中間処理業者、最終処分業者）は多種・多様になり、その関係は複雑である。排出事業者はこれらの委託先と、廃棄物処分に関する「委託契約」の締結が義務付けられており、それに則って廃棄物が処理・処分されることになる。

CWMS では、その委託関係を予め登録することにより、廃棄物の流れを把握することが出来る。これは、マニフェスト登録業務を行う際に、委託情報を参照することで、事務担当者の入力手間を極力軽減することおよび、入力ミスを防ぐことにつながる。このようにマニフェスト発行業務が、建設業務の「合理化」にも寄与できるシステムとすべく設計した。

2.4 建設廃棄物のラベリングの困難性

建設廃棄物は、ダンプトラック等の車両に直接搭載されることが多く、容器等を利用して廃棄物を梱包する方法がとられることはまれであるため、バーコード等の識別票を廃棄物に貼付して情報管理することは困難である。このことは、運搬車両（ダンプトラック等）単位で管理せざるを得ないことを意味する。

そこで、CWMS では、各運搬車両に車載端末を搭載させることとした。この車載端末は、運搬車両単位で廃棄物を管理できる機能を備え、かつ利用者へのコスト負担を少なくする必要がある。本研究では専用の車載端末である“Dump Catcher”の運用フローの整理、細部設計を行い、試作品の製作を行った。

3. 建設廃棄物管理と車載端末の位置づけ

3.1 現行の電子マニフェストと ASP の動向

現行の電子マニフェストシステムは、図 1(a)に示すように、排出事業者が法律で定められた事項を記入（マニフェストの登録）して JWNET に送信するというものである。この情報には、当該廃棄物の処理・処分を委託されたステークホルダーが記入されている。それぞれのステークホルダーは、廃棄物を扱う際、JWNET にアクセスし、マニフェスト閲覧および、当事者の処理（受領・運搬・処理・処分）が完了したことを送信する。このような工程が、順次完了し、最終的な「処分確認」がなされると、マニフェストの運用が完結する。これらの情報は JWNET により 5 年間保存され、事業者がマニフェスト伝票を各自で管理・保管する必要はない。これにより、利用者の業務が合理化される。

しかしながら、この JWNET では現行の法律で定められているマニフェストへの入力事項以外の情報は、取り扱うことが出来ない。従来から、排出事業者は通常業務の一環として委託契約、廃棄物の運搬経路、重量、精算など、マニフェストでの管理項目と重複する様々な情報を取り扱っているが、これらの情報をマニフェスト業務の中で活用することは出来ない。したがって、廃棄物を排出する度に、既に管理している情報

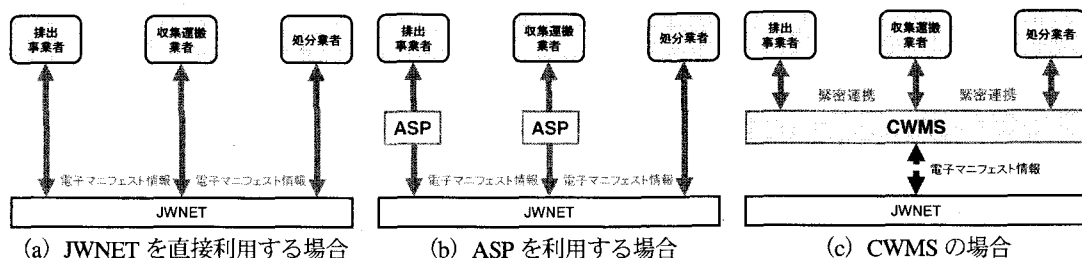


図1 電子マニフェストによる廃棄物管理の形態

を再度マニフェストに入力しなければならないということは、排出事業者にとって余分な負荷であり、電子マニフェストの普及が遅れる一因となっている。

近年、電子マニフェストの運用：特にマニフェスト入力業務を省力化することを主目的として、インターネットを介して廃棄物管理アプリケーションを事業者を提供するASP（Application Service Provider）というサービスが出現している。マニフェスト入力業務の省力化はすべての事業者が求めるところであるが、独自にシステムを構築すれば、そのために多額の経費を必要とする。しかしながら、このようなASPを導入すれば、そのコストを格段に抑えることができるので、ASP導入を検討する事業者が増えている。その際、個々の事業者が行う廃棄物管理に加えて、それに関連する情報を付加することも可能である。例えば、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）、デジタル画像、ICタグ、携帯電話といったIT技術をオプションとして付加できるようにしている例も多く見られる。JWNETそのものも、このようなASPの普及が、電子マニフェストの普及につながることから、このような動きを歓迎している。

3.2 これからのASPのあり方とCWMS

既存のASPは、図1(b)に示すように業種ごとに設計されたものである。これは、個々の業種が個別に導入・利用するシステムであるため、事業者間でIT技術を利用した付加情報を共有することは考慮されていない。つまり、ASPの仕組みは、基本的には電子マニフェスト（図1(a)）を単独で利用した場合と変わらず、建設廃棄物管理の本質的な議論ないしシステム変更を求めるものにはなっていない。

これからの廃棄物管理は、建設業務の合理化を図るとともに、廃棄物の発生から処分までを徹底管理できなければならない。そのためには、図1(c)に示すように、全ステークホルダーが揃って参加し、インターネットを介してマニフェスト情報に加えて種々の情報を共有できるシステムが必要である。

このような思想で構築したのが、本研究で示すCWMSである（図2）。しかしながら、第2章の特徴に記したように、建設廃棄物の運搬管理は非常に重要であるが、上述の環境を整備しただけでは、それに必要な情報を各担当者間で伝達・共有するには至らない。そこで、筆者らは、運搬車両と各ステークホルダーとの

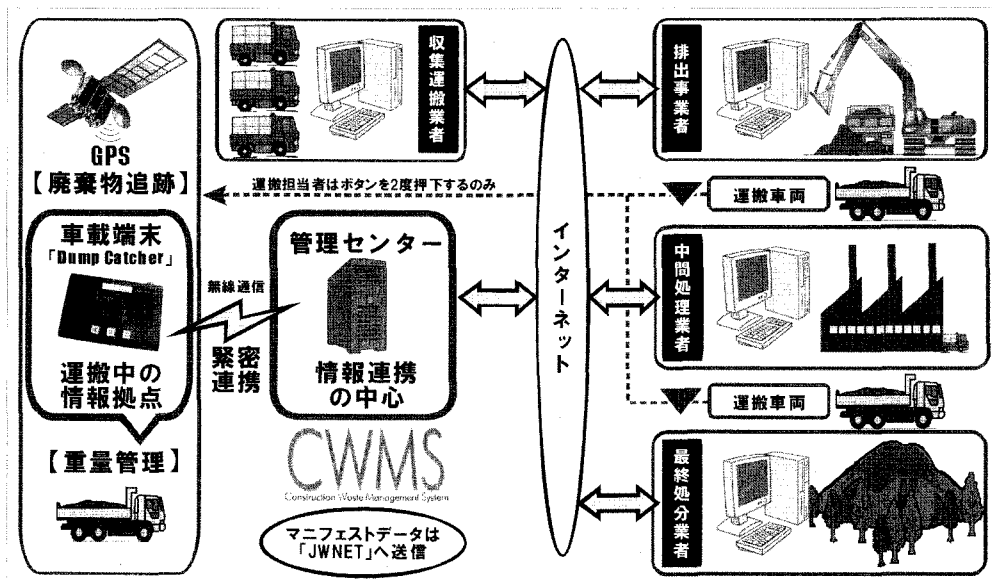


図2 CWMSの構成

連携を強固にするために、廃棄物収集運搬時の“情報拠点”として、運搬車両に設置する車載端末 Dump Catcher を開発した。

マニフェスト情報に関しては、CWMS で扱う情報の中から必要なものを JWNET に送信することとした。こうすることにより、種々の IT 技術により取得した情報を統合化・共有化し、有効に活用することができる。本システムは、2005 年 3 月に、全ての業種について JWNET と連携できるように「接続テスト」を完了し、認可を受けたので、実用レベルでの運用が可能である（JWNET 承認番号 10060709）。

4. 車載端末の構成と機能

車載端末として、GPS や無線通信装置を備え車両の位置を管理者に伝達するというものは、タクシー業界、バス業界等で既に利用されており、約十万円前後で市販されているものもある。ただし、これらの車載端末は、運搬車両から管理センターへのデータ送信が主な目的であることと、仕様に関して非公開の部分が多いため、建設廃棄物管理に適用するのは困難である。一方で、高度の機能を備えた車載端末も開発されている。例えば、緊急車両のように人命が係わる分野においてであるが、この設置には数十万から数百万円かかるので、多数の運搬車両を利用する建設業界にそのまま適用することは不可能である。そこで、本研究では、既製品としてモジュール化された部品を組み合わせ、建設廃棄物管理に特化し、操作部分を簡略化（ボタンは全部で 4 個）した「Dump Catcher」と称する車載端末を設計・製作した。Dump Catcher の構成を図 3 に示す。

これらのモジュールを使用することで、車載端末の製作コストを大幅に削減することが可能となり、試作品の場合でも既製品とほぼ同等のコストで製作することができた。当然このコストは、販売数量が増えれば低下するので、実運用時には利用者に対し更に安価に提供できると考えている。

以下に、Dump Catcher の持つ機能について述べる。

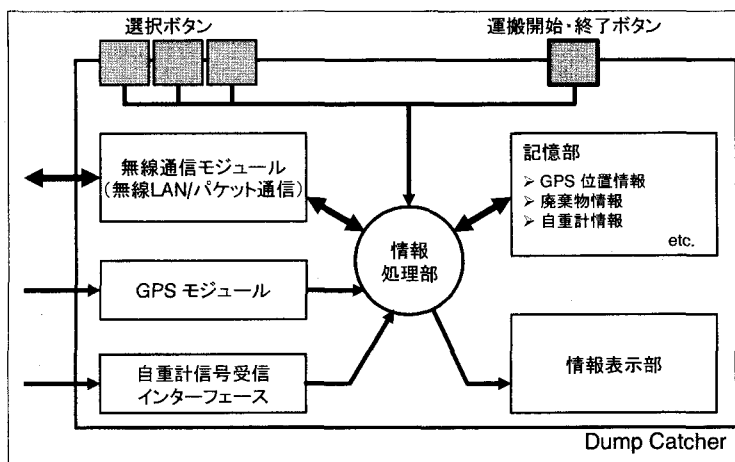


図 3 Dump Catcher の構成

4.1 マニフェスト情報の把握

Dump Catcher には、予め固有の ID、電話番号および IP アドレスが付与されている。排出事業者がマニフェストを発行すると、マニフェストに記入された運搬車両（車載端末）に対して、ID をキーとしてマニフェスト情報が自動配信される。その内容は、全マニフェスト情報でなく、マニフェスト番号、排出事業者名称、廃棄物の種類、数量、形状、運搬先の処分施設名称・所在地といった、運搬に関連する必要最小限の情報で

あり、運搬担当者は容易に廃棄物の性状を把握できる。その結果、運搬担当者（運転手）は、配信されたマニフェスト情報と、車両に積み込まれた廃棄物（目視に過ぎないが）の両者を確認することが可能となる。この時、運搬担当者がマニフェストと廃棄物が異なると判断した場合は、“情報選択・決定ボタン”を押すことにより、排出事業者が再確認・修正したマニフェスト情報を再度車載端末で受信することが出来る。このような手順とすることで、運搬開始時には確実にマニフェスト情報が排出事業者から運搬担当者に伝達されることになる。また、廃棄物の運搬中に、警察、自治体の廃棄物管理担当者からマニフェスト情報の提示を求められた場合にも、随時参照できるようにしている。

運搬担当者が、マニフェスト情報と積み込み廃棄物との一致を確認した後、“運搬開始ボタン”を押すことにより、マニフェストは自動的に「交付」されJWNETに送信される。

運搬終了時、つまり運搬車両が中間処理場または最終処分場に到着した際には、運搬担当者は、“運搬終了ボタン”（運搬開始ボタンと同じボタン）を押す。この操作によって、処理・処分業者には、到着した廃棄物に該当するマニフェスト情報が自動的に通知されるため、この情報を元に、“受領確認”を行うことが出来る。この処理・処分業者の“受領確認”と、運搬担当者の“運搬終了ボタン押下”の両者が実行されることで正式に“運搬終了”となり、JWNETに報告される。

これらの手順により、排出現場および処理・処分施設において、現場担当者間でのマニフェスト情報の受渡しが確実に行われるので、電子マニフェスト固有の問題である、“廃棄物（物）”と“マニフェスト（情報）”の操作に時間的・空間的ずれが生じる「情物不一致」を避けることができる。

上述したように、CWMS では、運搬開始時・終了時の運搬担当者によるボタン操作はきわめて重要である。したがって、“運搬開始・終了ボタン”は、端末前面（情報表示ディスプレイのある面）とは別の、端末上部に配置し、他のボタンを間違えて操作しないように工夫している。

また、運搬担当者が、それぞれのボタン押下をせずに排出現場を出発した場合や、目的施設に到着する前に誤ってボタンを操作してしまう場合には、マニフェストに正確な運搬情報が記録されないだけでなく、各担当者間でマニフェスト情報の受渡しができなくなる。そのような事態を防ぐために、Dump Catcher には、排出現場と処理・処分施設の座標をあらかじめ与えており、運搬車両が排出現場から一定距離（300m 程度を想定しているが、100m 単位で設定変更可能）離れても“運搬開始ボタン”が押下されない場合には警告メッセージとピープ音で注意を促し、到着地点から一定距離（距離については運搬開始時と同様に段階的に設定できる）以上離れた本来の目的地以外でボタンが押下された場合には、操作が無効となるように設定している。

4.2 車両の位置情報（経度、緯度等）の取得

建設廃棄物が、目的地（中間処理場または最終処分場）に到着した際、処理・処分業者が、その廃棄物の内容を徹底的に確認することはほとんどない。したがって、運搬中に不適正処分が起きた場合にも、それをチェックすることが困難である。そこで、CWMS では内容物の確認の代わりに、運搬経路を徹底的に管理して、不適正処分（投棄の場合もあるし、他の廃棄物を載せてしまうことも想定される）を防ぐという方法をとることとした。具体的には、位置情報を求めるために GPS を使用し、その位置情報を地図上に表示する方法を導入した。GPS は現在では、“カーナビゲーションシステム”などで広く普及しているため、単価もきわめて安く、かつ実用的になっている。

Dump Catcher は、GPS で得た車両位置を、パケット通信を用いて、一定間隔（必要に応じて数秒～数十分間隔で設定可能）で CWMS の管理センターに送信できるように設計されている。CWMS の管理センターに送信された位置情報は、各ステークホルダーに配信され、それぞれ（排出事業者だけでなく収集運搬業者や処理・処分業者も確認可能）がコンピュータ上に表示された地図（Web ページとして表示）上で、リアルタイムの車両（つまり廃棄物）の位置を確認できる。

ただし、最終処分場をはじめとして廃棄物処理・処分に係わる施設は、山岳地帯などパケット通信の圏外に立地することが多いことや、運搬車両が圏外の地域を通過することも考えられるため、位置情報を CWMS の管理センターにリアルタイムで送信できない場合もある。そこで、Dump Catcher は、運搬開始から運搬終了までの車両位置を、一定間隔（送信間隔とは別に数秒～数十分間隔で設定可能）で蓄積し、目的施設において、運搬軌跡情報（位置情報の履歴）を、無線 LAN によって一括送信することとした。GPS 衛星からの信号を受信できない場所（例えばトンネルや車庫等の障害物がある場所）でなければ、この位置情報は Dump Catcher 内に取得されるので、無線通信の接続状態に係わらず、最終的には全ての運搬経路が CWMS に記録されるようになっている。このデータの蓄積と一括送信機能は通信コストの削減にも貢献する。具体的にはリアルタイムで位置情報を送信すると、その都度パケット通信を行うため、通信コストが高くなる。そこで、一定間隔でのデータ送信を行わず、軌跡データのみを無線 LAN で一括送信することにより、通信経費を大幅に節減することが可能となる。

4.3 重量増減の把握

先にも述べたように、建設廃棄物の運搬が終了した際、その受取人（処理・処分業者）がその廃棄物の内容を確認することがなく、不適正処分が容易に起こる原因となっている。それを防ぐもう一つの方法として CWMS では廃棄物の重量管理を行うこととしている。正確な重量管理を行うためには、トラックスケールを用いることが好ましいが、前述したように、建設廃棄物の発生現場にはほとんど設置されていない状況で管理を行わなければならない。

1968 年以降、「土砂等を運搬する大型自動車による交通事故の防止等に関する特別措置法（通称：ダンプ規制法）」によって、車両総重量 8 トン以上、最大積載量 5 トン以上の大型ダンプに自重計の設置が義務付けられている。実際、運搬車両は、この装置が正常に作動しなければ車検を通過しない。自重計は、積荷の重量が最大積載量を超えていないかどうかを確認することを想定して設置されているが、殆ど有効に利用されていない。そこで、本システムでは、この自重計を使用して廃棄物の重量管理を行うことを検討した。

自重計の原理は、大型ダンプの荷台を傾斜させる際に、油圧ジャッキに掛かる圧力から、重量を算定するものである。重量値取得のためには、荷台を 0～5°の間（最も高い油圧がかかる傾斜）に傾斜させることにより、重量ピーク値（約 3°でピーク値となる）が与えられるとされている。この測定誤差は、最大積載量の +25%、-15% 以内であれば良いとされており、重量絶対値の測定に関しては、それほど精度は要求されていない。ただし、この精度に関しては、絶対的な重量値に関して上記の測定誤差がある可能性はあるが、測定条件が同じであれば、重量を計測するたびに大きな誤差変動が生じるというものではない。ただし、現行のシステムでは、すべて運搬担当者のマニュアル操作のため、正確に傾斜角を操作し、ピーク値を読み取り、記録するのに人為的ミスが入る危険性がある。結果的にそれが測定誤差となる可能性もある。

そのため、CWMS では、運搬開始時と運搬終了時に、車載端末に設置した「重量信号受信機」で電気信号に変換した油圧を受信し、それによって得られた重量値を位置情報とともに、CWMS の管理センターに送信する構造とした。このような仕組みにすることで、重量値の読み取りに人間が介入せず、読み取り時の測定誤差の影響を最小限にとどめることができ、2 時点の重量増減を確認することが出来る。

この機能を利用し、ステークホルダーが運搬開始時と運搬終了時の重量値の差を把握できるようにすることで、不適正処分の抑止に繋げることができると考える。2 時点間の重量変化の原因としては、天候等の影響もあると考えられるため、今後その影響を調査する必要があるが、不適正な運搬であったかどうかの判断に関しては、その他 CWMS から得られる管理情報から総合的に判断すべきであると考えている。

4.4 無線通信（パケット通信、無線 LAN）

各種情報（マニフェスト情報、運搬の動態、位置情報、積載重量等）を CWMS の管理センターと送受信

するために設置されている。遠距離通信用として“パケット通信”、情報一括送信用として“無線 LAN”が備え付けられており、パケット通信でのデータ送信が困難な場合は、無線 LAN で補完できるようにした。

4.5 情報表示ディスプレイ

3.5 インチ TFT を採用し、CWMS 管理センターから受信した情報、運搬車両から取得した情報（位置情報、重量情報）、および、操作メッセージや警告を表示することができる。

4.6 情報選択・決定ボタン

ディスプレイに表示された情報を操作する際に使用する。

4.7 情報処理部

車両から得られる情報（位置、重量、ボタン押下）および CWMS から得られる情報を処理し、情報送受信をコントロールする。

4.8 情報記憶部

車載端末で扱う各種情報を保管する。

5. 車載端末の運用

以上の機能を備えた Dump Catcher の運用手順を、図4に示す。運搬車両の操作の流れに沿って Dump Catcher から送られた情報は、図4に示したように CWMS の管理センターに送信され、各ステークホルダーに配信されるので、運搬車両の動態と、マニフェスト情報の流れが、ステークホルダー間で強固に連携して運用される。

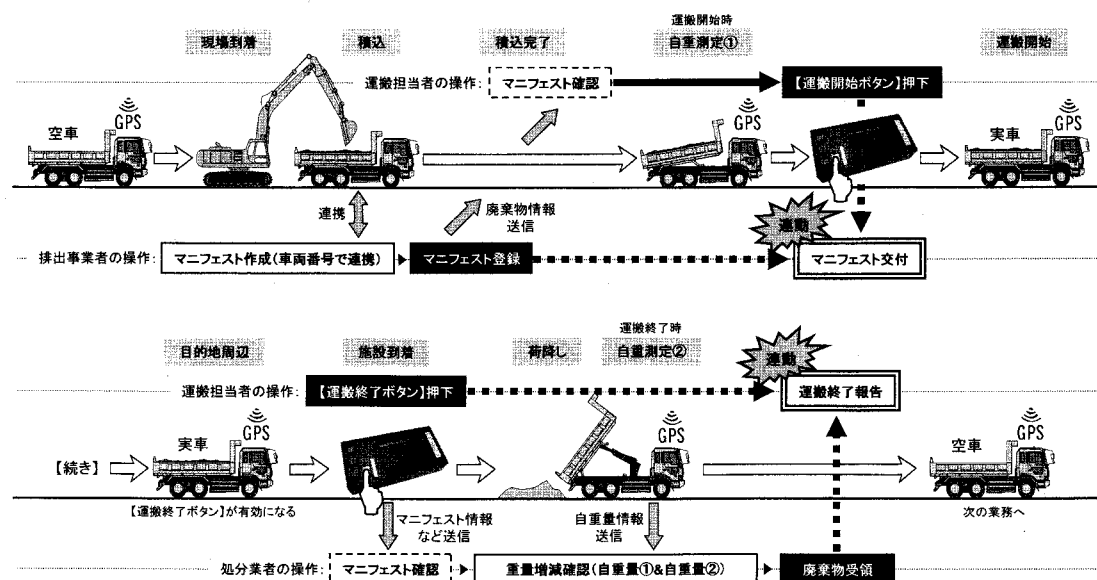


図4 Dump Catcher 運用手順

6. まとめ

本研究では、建設廃棄物を適正に管理するために、新規に車載端末 (Dump Catcher) を開発し、その運搬中の「重量管理」および「廃棄物追跡」を可能にした。この両者は、排出現場で正確な数量が把握できない建設廃棄物の管理には、効果的な機能であると考ええる。また、電子媒体 (電子マニフェスト) を利用した廃棄物管理であっても、運搬担当者をはじめとする現場担当者の参加が可能になり、管理の阻害要因であった、「情報と廃棄物の時間的・空間的ずれ：情物不一致」の発生を防ぐことを可能にした。

建設廃棄物管理システム：CWMS はこの Dump Catcher の設置により、はじめてステークホルダー間の連携を強固にさせるシステムにすることが出来た。このようなシステム構成は、既存の建設廃棄物管理に関する様々な問題点を解決でき、本来あるべき建設廃棄物の徹底管理を実現するために非常に有効であると考えている。

【謝辞】本研究は、文部科学省科学研究費基盤研究 S (課題番号 14102027) の成果の一部である。

【参考文献】

- 1) 環境省：産業廃棄物の排出及び処理状況等 (平成 14 年度実績) について, 2005
- 2) 環境省：産業廃棄物の不法投棄の状況 (平成 15 年度) について, 2004
- 3) 石渡正佳：産廃コネクション, WAVE 出版, 2002
- 4) 財団法人日本産業廃棄物処理振興センターからの入手資料, 2004
- 5) 石渡正佳：不法投棄はこうしてなくす, 岩波ブックレット, No.598, 2003
- 6) 松田晋太郎, 市川新ら：建設廃棄物を対象とした電子マニフェストと GPS による管理システムの構築, 建設マネジメント研究論文集, Vol.11, pp.123-140, 2004