

道路工事における地域骨材再利用計画

黒田 正和¹・渡辺 智秀²・山田 智広³

¹正会員 工博 群馬大学教授 工学部建設工学科 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

²正会員 工博 群馬大学助手 工学部建設工学科 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

³群馬大学大学院工学研究科建設工学専攻修士課程 (〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1)

道路改修工事は再生骨材(廃コンクリート塊)を受け入れ、再生資源利用率は向上しているが、個々の工事においては大量の新材が投入され、また骨材や土を廃棄している。これは、工事方法及びリサイクル計画とその実施方法に問題があるためであると考えられる。本研究では、道路改修工事において、新材の投入量を抑え、副産物の廃棄を減少させるため、改修計画の設計時において、工事時期の調整を行いながら、地域全体で路盤等に必要の骨材量と改修工事で排出される骨材量について、量的収支を図る再利用計画と路盤の骨材を回収して再利用する工事方法への変更を提案し、その妥当性と有用性の検討を行った。

Key Words: zero emission, reuse, road work, recycle plan

1. はじめに

道路改修工事は大量の発生土や骨材等副産物を排出するが、表層や基層のアスファルト・コンクリートの再利用率は高く、路盤についても再生骨材(コンクリート塊)を使用し再生資源の利用が進んでいる。それにもかかわらず、自然界から大量の天然資材が採取・投入されている。例えば、図-1に示す工事例では、再生資源利用率は約50%と高いが、使用新材量の約2倍以上にもなる多量の副産物(骨材や土)が廃棄されている。このような工事例は非常に多く見られ、全国の統計値でも、骨材の再生資源化や発生土の再利用率は低い¹⁾。再生資源利用率の上昇により新材投入量が減少し、自然界からの採取を抑制できなければ、リサイクルの意義は小さい。再利用率が向上しても新材投入量が多い現況は、現在実施されているリサイクル計画及びその実施方法に改善の余地が大きいことを示唆していると考えられる。

よって、現状の道路改修工事における物質フローを解析し、ゼロエミッション化を目指して再利用率を上げるとともに、改修工事における骨材の新規投入量を抑える要因について検討することが必要である。なお、建設副産物を再生資源として利用する場合、発生時期、発生量、発生場所等に大きく影響されるので、国全体の広域統計データよりも、地域的なデータに基づく物質フローの解析が重要になると考えられる。

従って、本研究では、道路改修工事について県の一土木事務所が管轄する地域を単位として、その地域内で実施された改修工事に関わる物質、特に骨材フローを個別

工事記録に基づいて調査し、各土木事務所ごとに骨材使用量および発生副産物量を解析した。さらに、骨材再利用の拡大および新規投入量の低減のための新しいリサイクル計画について検討を行った。

2. 調査および骨材量算出方法

(1) 調査地域と調査単位

本研究では、道路改修工事で廃棄される骨材の調査データは、全く見受けられないので、関東のP県を対象とし、P県内の各土木事務所において1996年から1998年に実施された道路改修工事について、工事台帳の各工事記録に基づき新材(天然材)及び再生材投入量、副産物排出量及び排出先、現場内リサイクル量、工事期間を調査した。

(2) 骨材量の算出方法

工事台帳記録には、骨材使用量(新材、再生骨材投入量)、排出される礫混じり土量(路盤の骨材と路床の土の混合したもの)及び路床置き換え深さは記載されているが、路盤の厚さは示されていない。路盤に必要な骨材量は、舗装構成から求める必要がある。舗装構成の設計は、道路構造令に基づいて各道路の交通量調査データとCBRを使用して行い、上層路盤及び下層路盤の厚さより必要骨材量を求めた。なお、設計計算で算出される礫混じり土量(設計副産物発生量)は、設計舗装構成に基づく路盤厚さから算出される骨材容量に、各土木事務所にお

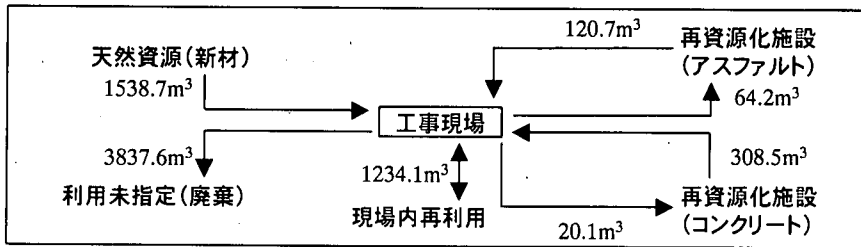


図-1 道路改修工事における物質フローの例

る平均的な路床置換え工事深さから算出される土量を合算した値とした。

道路改修工事では、現場の状況により舗装構成や路床置換え深さが計画時の設計と異なることもあり、計画時の舗装構成の骨材量と実際の改修工事における使用量を比較することも必要である。

従って、本研究では、工事記録にある骨材の使用量、排出量および礫混じり土排出量と設計舗装構成に基づくこれらの計算値との比較も行った。

3. 調査結果および考察

(1) 道路工事における副産物再利用計画の現況

副産物の利用について、現状では図-2に示すように、各工事の積算過程において、再資源化施設が規定の距離内にあり、かつ再生資材供給能力のある場合には、再生資材を利用することが特記されている。ただし、特記事項の実施、即ち再生資材利用は、現場の判断に委ねられている。なお、1000m³以上の副産物(発生土等)については、建設省令により発生量、品質等を他へ紹介し、再利用の機会の増加を図るとともに、再利用計画について施工後計画通り実施されたことを確認することが必要である。

P県では建設省令で指定されない1000m³以下の量についても、建設副産物協議会による利用調整の有無を確認し、利用調整のある場合はその結果を尊重する。利用調整のない場合は、工事現場から20km以内で利用できる工事の有無を調査し、使用条件が合えば利用し、その他の場合には最終処分場へ搬出することになっている。

(2) 道路改修工事における物質フロー

道路改修工事では、表層・基層のアスファルト・コンクリートを剥離し、その後、路盤及び路床を掘削して除去し、設計舗装構成に従って路盤・路床が作り直されている。従って、副産物として発生するのは主にアスファルト・コンクリート、路盤材(骨材)及び路床材(土)である。これらの物質フローの一例を図-1に示す。図

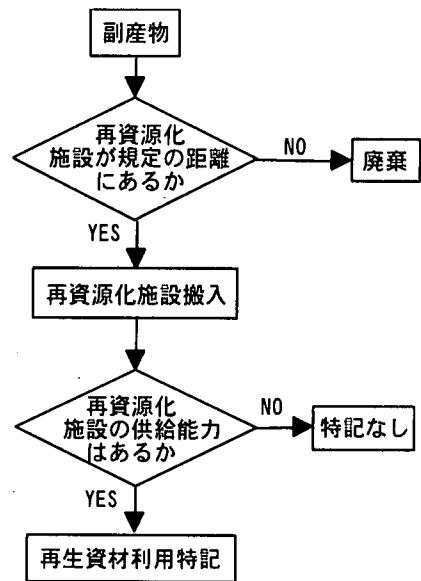


図-2 現在の積算段階での副産物利用計画フロー

-1は、P県の土木事務所管内の工事例(県道(幅員8m)の舗装及び路盤改修工事、工事長さ220m、工事期間平成8年7月30日~平成9年2月28日)である。図からわかるように、アスファルト・コンクリートは、全発生量が再資源化施設へ搬入され、また、舗装に必要な量は、再資源化施設から投入され、再利用が進んでいる。しかし、路盤材及び路床材の再資源化施設への輸送あるいは現場で再利用される量は少なく、利用未指定(施工業者の自由利用とされ、実質は、廃棄され埋立て処分)として排出されている。大部分の工事は、この例のような物質フローになっており、路盤に使用されていた骨材の再利用は非常に少ない。これは、現在の工事方法では、路盤と路床が同時に掘削され、骨材と路床の土が混合し、礫混じり土として排出されることに起因していると考えられる。

(3) 道路改修工事の物質収支

道路改修工事は、年々工事箇所が変わり、地域により

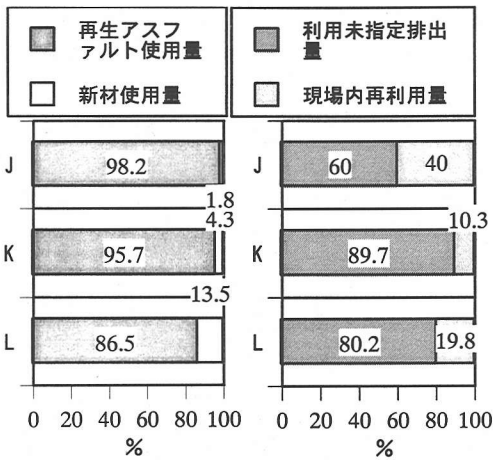


図-3 アスファルト副産物の利用割合

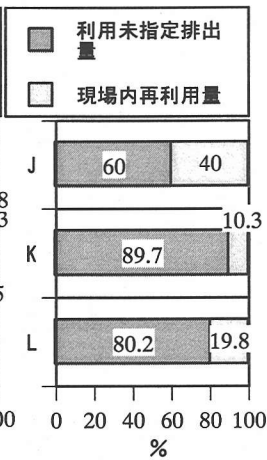


図-4 骨材等の副産物の利用割合

工事量も変化するが、調査した1996年から1998年では、一土木事務所については、1年間(4月から翌年3月まで)に実施された工事に使用された骨材量や発生礫混じり土の排出量は、年度による変化は小さかった。また、各土木事務所が実施している工事量の月変化(工事の集中する時期)も年度による変化は小さかった。これは、各年度の県の道路工事予算がほぼ一定で各土木事務所についてもおよそ予算枠が決められていること、各土木事務所とも災害復旧工事を念頭において、10月頃までは、工事の実施がある程度抑制されており、前年度の予算執行を踏襲していることによると考えられる。従って、本論文では、1996年から1998年の3年間の平均の骨材使用量や排出量の値を使用した。図-3及び図-4に土木事務所J, K, Lにおける年間に使用した骨材について、新材及び再生骨材使用割合及び利用未指定副産物排出割合を示す。アスファルトは図-3からわかるように、新材使用割合に比べて再生アスファルト使用割合が非常に高く、県全体としてもほぼ全量が再資源化施設へ送られ再利用されている。路盤以下の層から排出される副産物(骨材及び土)は、図-4に示したように、再利用割合は低く、大多数が利用未指定(施工業者の自由処分)とされており、廃棄物化する可能性が高い。なお、J地域における骨材等の再利用率が高いのは、J地域では地盤が軟弱なため沈下が著しく、道路改修工事では、路床に骨材を投入して強化する路床置換え工事の多いことが考えられる。なお、路床置換え工事で使用される骨材は、品質規格がなく、排出骨材を現場で再利用しやすい。

図-5に、一例として土木事務所J及びKの骨材使用量及び副産物(礫混じり土)排出量の月別変化を示し、図-6にP県全体のコンクリート塊発生量と骨材使用量

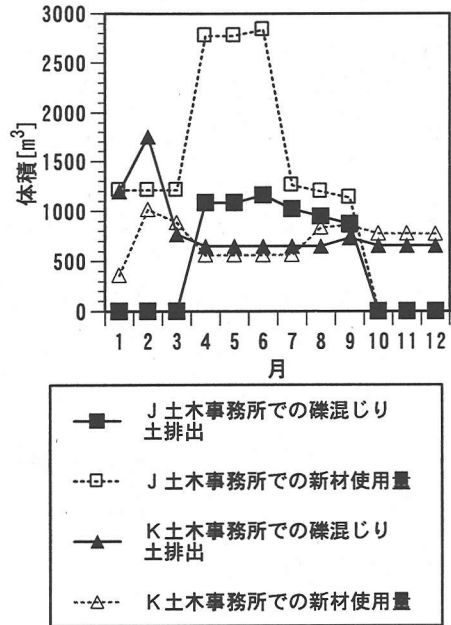


図-5 2土木事務所の骨材使用量及び副産物排出量の年変化

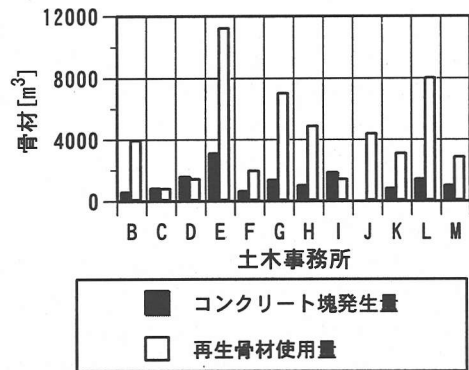


図-6 P県全体の骨材使用量

を示した。県庁のあるE地域、産業の盛んなG地域及びL地域では、コンクリート塊の排出量や道路改修工事が多く、産業活動が停滞しているK地域では、道路改修工事は多いもののコンクリート塊排出量は少ない等、骨材使用量及びコンクリート塊発生量(排出量)は、地域により、また、時期により大きく異なっている。これらの量は、年度により多少の増減はあっても、骨材使用量等の月による変化の傾向は同様であった。このように、時期的及び地域的に使用量と発生量がアンバランスなため、

担当者によれば需要の多い年度末工事では、再生資材が不足し、新材（天然材）が投入される場合が多い。

以上の結果より、骨材について、新材（天然材）あるいは再生骨材の新規投入量を削減するとともに利用未指定の副産物排出量を減少させるためには、①現在積算時に行われている副産物利用計画を、計画設計時において、地域全体で需要（使用）量及び発生（排出）量収支を図り、さらに工事時期の調整を行うこと、②現場で骨材と土砂を分離して掘削し、骨材を回収する（副産物の品質向上になる）工事方法の実施（工法変更）が必要と考えられる。

4. ゼロエミッション化を目指した再利用計画

(1) 路盤材再利用のための新再利用計画

表層・基層に使用されるアスファルト・コンクリートについては、再生資材の利用は進んでおり、ゼロエミッション化には路盤材及び路床材の再利用を促進させることが課題である。

現在の道路改修工事では、路盤と路床を同時に掘削し、路盤材（骨材）と路床（土）を混合し、礫混じり土として工事現場から排出されている。しかし、路盤と路床を分離して掘削すれば、路盤に使用されていた骨材は、路盤材として再利用できると考えられる²⁾。即ち、路盤の掘削で回収される骨材は、強度について品質規格に適合しており²⁾、さらに下層路盤や上層路盤の品質規格にある標準粒度範囲に対して、粒度調整等の処理を行い適合させることができる。このような観点より、路盤材を現場内で再利用することを目的として、副産物再利用計画を道路改修の計画設計時に立案するフローを考える。

各土木事務所では、年度末に次年度の予算要求のため、次年度の事業計画を立てている。その中で、道路改修計画も立てており、その際、工事箇所、工事内容等を検討しているため、個々の改修工事について、路盤を作るのに必要な骨材量や既設の路盤や路床の掘削により排出される骨材量及び土量は、道路構造令に基づいて算出できる。従って、各土木事務所で次年度の道路改修事業費の算出に併せて、全改修工事について、必要骨材量、既設道路から排出される骨材量・土量を積算する。これより必要骨材量が排出骨材の再利用で賅えるか否かがわかる。排出骨材の再利用で賅えない場合は、必要な新規骨材投入量について、隣接する土木事務所の管轄する工事からの搬入が可能か否かを検討する。また、一土木事務所内の工事について、工事現場や工事時期等が種々異なるため、ストックヤードや再資源化施設の有無を考慮することも必要である。なお、これらのことは、県の管轄する

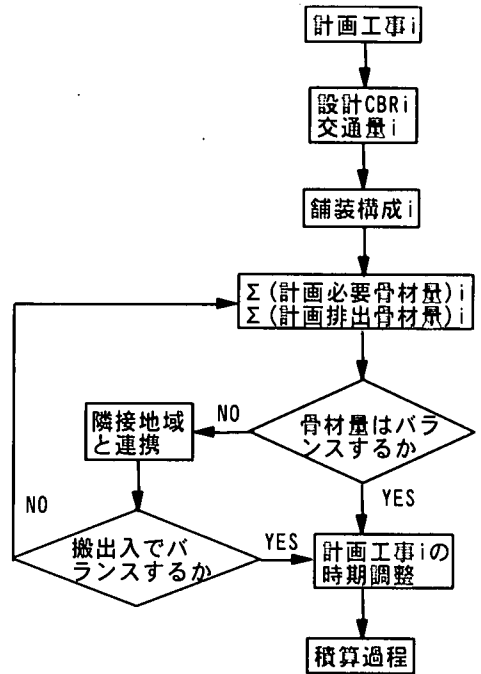


図-7 副産物再利用計画フロー

工事のみでなく、地域内全工事（国，市，町，村が担当する工事）について行えば、地域内のみでなく地域間バランスをさらに図ることができる。図-7に新しい副産物の再利用計画のフローを示す。

(2) 新再利用計画のケーススタディ

P 県の主要 5 土木事務所管轄内の県が管理する道路改修工事について、図-7の再利用計画に基づき必要骨材量と副産物発生量及び発生する骨材の再利用による新材（天然材）あるいは再生骨材使用量の削減の可能性について検討した。必要骨材量と副産物発生量の舗装構成からの計算では、交通量調査データ（交通量区分 A~D）と CBR=8（P 県の設計で使用されている）を使用した。上層路盤及び下層路盤厚さは、それぞれ、10~25cm、10~30cm であった。路盤を分離して掘削し、回収される利用可能骨材量は、下層路盤を下 5cm 残して回収される上層路盤及び下層路盤の骨材量を合わせた量とした。

月別の排出礫混じり土量と設計礫混じり土量（計算値）、新材使用量（実測値）を比較して、図-8から図-12に示す。これらの図中で、排出礫混じり土量は、工事記録による実排出量である。骨材について、新材の使用量は、路盤と路床に分けて示した。図からわかるように、排出礫混じり土量と設計礫混じり土量は、いずれの土木事務所においてもかなり良く一致しており、本研究で提案し

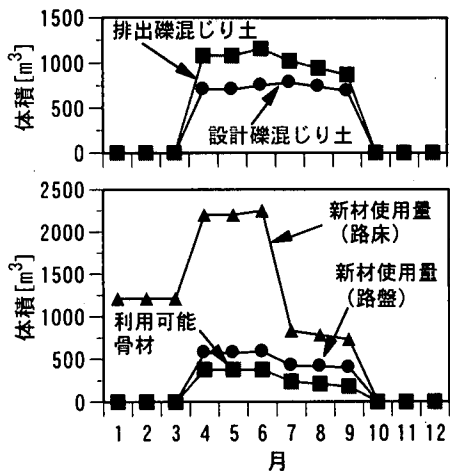


図-8 土木事務所Jにおける月別変化

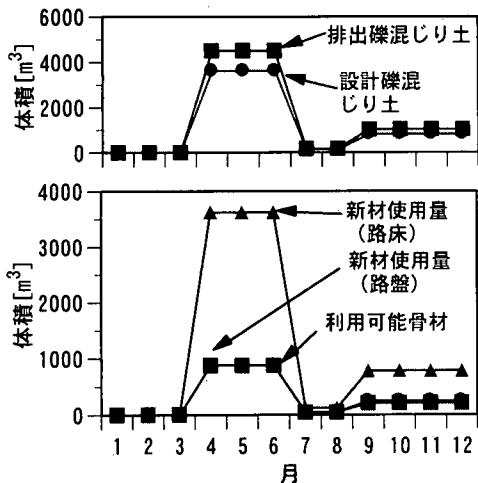


図-11 土木事務所Mにおける月別変化

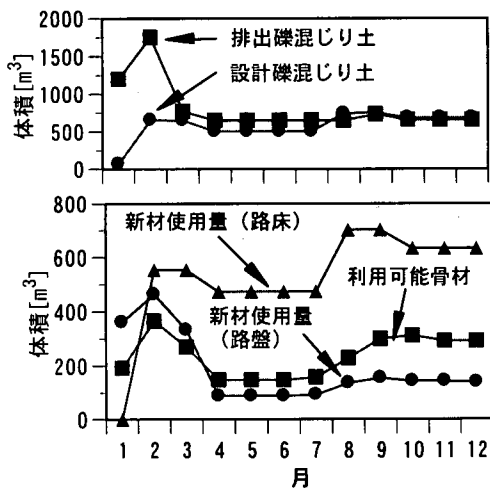


図-9 土木事務所Kにおける月別変化

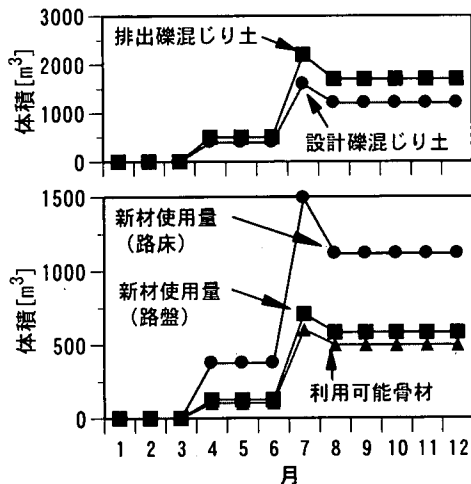


図-12 土木事務所Nにおける月別変化

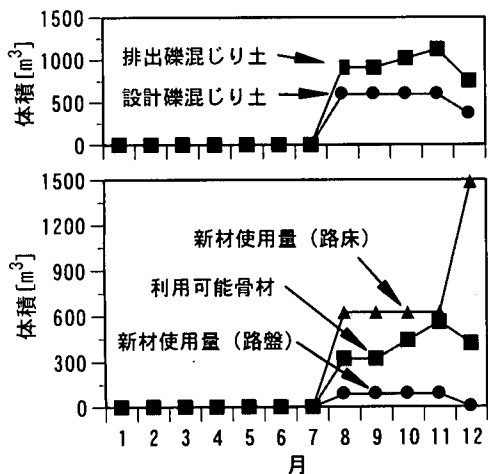


図-10 土木事務所Lにおける月別変化

た再利用計画及び計算法は妥当であると考えられる。従って、計画設計時から舗装構成に基づいて回収骨材量を推算し、路盤と路床を分離して掘削すること及び再利用することを指定すれば、路盤の骨材は廃棄されることなくゼロエミッション化は可能であり、また、新規投入骨材量の削減も可能であると考えられる。なお、現場で粒度調整を行えば、回収骨材は下層路盤のみでなく上層路盤としても十分利用可能と見られる²⁾。図-8から図-12に示した結果より、5土木事務所では、回収骨材の再利用により平均して全新材投入量の約30%を減らすことができると推算された。

5. 結論

道路改修工事における物質フローを個々の工事について調査するとともに土木事務所の管轄する地域をブロックとして、ブロック内の道路改修工事に関わる資材の物質収支を検討し、次の結果を得た。

1. 再生資源利用率が高くては新材料使用量は多く、かつ利用未指定の副産物が大量に排出されるのは、現在の再生資源利用計画及び工事方法に問題がある。
2. 現在の再生資源利用計画では、積算時に規定に合う場合、再生資源を利用することを特記するようにされており、発生時期、発生場所及び発生量がまちまちのため再利用が限られ、需要量（使用量）と副産物発生量（排出量）を均衡させることができない。従って、需要量と副産物発生量を均衡させる観点から、計画設計時に再利用計画を立てて調整することが必要である。計画設計時における再利用計画及び調整について、土木事務所が次年度の道路改修計画を立て、工事箇所、工事内容等の検討時に、道路構造令に基づいて個々の改修工事に必要な骨材量及び回収骨材量を算出し、全改修工事について必要骨材量と回収骨材量のバランスを検討する。さらに、必要骨材量と回収骨材量がバランスしない場合は、隣接する土木事務所の管轄する工事からの搬入出が可能か否かを検討することにより、地域的に回収骨材の廃棄を抑制することが可能である。
3. 路盤と路床を分離せず同時掘削し、礫混じり土として排出する現在の工事方法は、品質的に再利用が非常に狭められる副産物を作っており、副産物の品質

を向上させる工事方法に変更することが必要である。新しい工事方法として、路盤と路床を分離して掘削し、骨材を回収する方法を提案した。過去の工事記録にある骨材使用量と新しい工事方法により、道路構造令に基づいて決められる舗装構成から推算される副産物発生量を比較すると、回収骨材を再利用することにより、路盤及び路床への新材料投入量をかなり削減できることが確かめられた。なお、回収骨材の再利用による削減率の地域的变化については、さらに検討が必要である。

謝辞：本研究は、文部省科学研究費補助金特定領域研究(A) (課題番号：09247106) の援助により行われた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 建設副産物リサイクル工法推進会議平成10年度版。
- 2) 吉兼亨：道路用再生骨材の性質，コンクリート工学，Vol.35，No.7，pp.36-41,1997。

(2000. 4. 11 受付)

AGGREGATES RECYCLE PLANNING ON ROAD WORKS IN LOCAL AREA

Masao KURODA, Tomohide WATANABE and Tomohiro YAMADA

The road works discharge several by-products such as aggregates and gravelly soil. While a large quantities of recycling resources and virgin materials are used in each road work. This is caused by the present enacted policy on the recycling plan and road works. This paper has presented an advanced recycling plan and alternative way of works to reuse and reduce generated and/or virgin aggregates based on the analytical results of the mass flow on road works. They have applied to analyze annual data of aggregates used and discharged in P prefecture as a case study. Estimated quantities of aggregates based on the alternative way of road works, coincide with observed ones. The results obtained in this paper suggests that aggregates generated in road works may be reused in situ to reduce its supplies of ones from other sources.