

繰返し載荷試験による鉄道土構造物への再生材適用に関する検討

東海旅客鉄道株式会社	正会員	島川 徹
東海旅客鉄道株式会社	正会員	甲坂 友昭
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	館山 勝
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	小島 謙一

1. はじめに

近年、建設副産物のリサイクルに関しては、その必要性・重要性がますますクローズアップされてきている。鉄道建設業界においても、鉄道構造物の解体、掘削に伴い発生した建設副産物は処理業者によって適切に再生処理され、鉄道の付帯的な構造物や道路その他の土木資材として有効に再利用されているが、鉄道構造物本体への適用は、列車荷重が大きいと、安全性・耐久性等の問題から、使用がまだまだ一般的とは言えないのが現状である。本件では、新幹線鉄道土構造物の盛土材料として、高架橋解体により発生したコンクリートガラやバラスト等の建設副産物、及び市販の再生材の適用性について、列車荷重相当の繰返し載荷試験を実施し、粒子破碎・沈下量等の検討を行った。

2. 試験の概要

本試験においては、試験材料として、天然材のクラッシャー (C-40) と再生クラッシャー(RC-40)、発生バラスト (40mm以下にふるい分けしたもの)、及び高架橋解体で発生したコンクリートガラ (クラッシャーにて粉碎後、40mm以下にふるい分けしたもの) の4種類を用い、通常盛土材に適用されているクラッシャーに対する、繰返し載荷に伴う再生試料の粒子破碎、及び沈下量等の特性について比較検討した。各供試体は試験土槽(800×800×700)内(図-1)に、1層30cmずつ木製タコやバイブレーターを用いて締固め密度90%になるように2層に分けて転圧した。載荷には正方形の載荷板(600×600)を用い、新幹線列車相当の載荷圧に安全率を見込み100kN/m²を負荷した。また、盛土にかかる軌道重量等を考慮し、上載荷重20kN/m²を定常的に負荷した。繰返し載荷の周波数は列車振動を模擬して20Hz、繰返し回数は500万回とした。以下に実施した試験項目を述べる。

①粒度・密度分析…各試料について、転圧前、転圧後 (G1)、載荷試験後 (G1～G4) の粒度を測定し、破碎状況を確認する。また、転圧後と載荷試験後に D1～D2における密度を測定し、締固め状況を確認する。

②累積沈下量…繰返し載荷開始と同時に、500万回終了時まで連続的に沈下量を測定する。沈下計は、載荷板の中心(S1)と四隅(S2～S5)、地盤部(S6～S7)に取付け、平均値で表す。

③物理特性試験…採取した発生バラスト及びコンクリートガラについて、絶対比重、吸水率、すりへり減量、修正CBR、塑性指数等の物理特性が、一般の再生材品質に対してどの程度のものかを比較した。

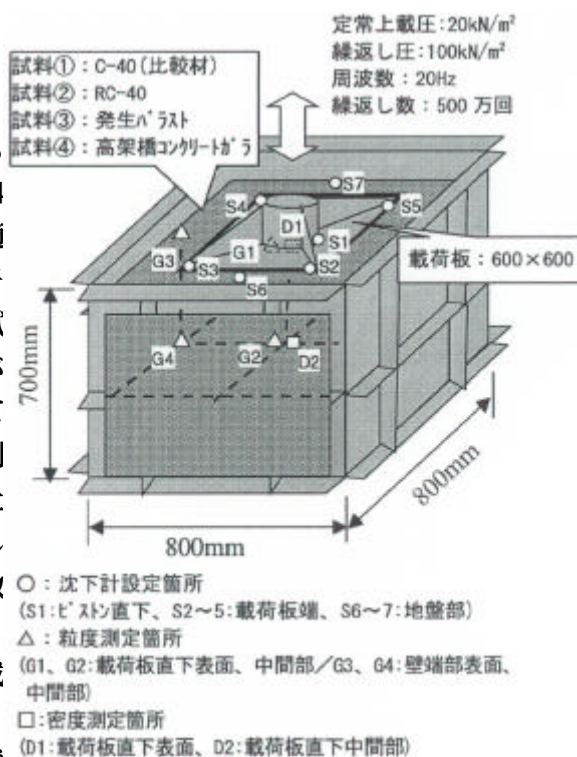


図-1 試験装置概要

3. 試験結果

3-1. 粒度・密度分析

各試料について、供試体作成前と転圧後、及び繰返し載荷後の載荷板直下での粒度分布の変化を図-2に示す。これによると、RC材及び発生バラストで、ある程度の粒子破碎が確認できるが、主に転圧時のものであり、転圧後の繰返し載荷による粒子破碎は、いずれの試料を見ても進行していないことがわかる。図-3に繰返し載荷前後の密度の変化を示すが、繰返し載荷後には、載荷荷重により密度が増加し、どの供試体においてもほぼ95%程度となっていることがわかる。した

キーワード：繰返し載荷試験、粒度分布、累積沈下量、再生材、土構造物

連絡先 : 〒108-0074 東京都港区高輪 3-25-22 かねビル 2F NTT(03)-5420-2573 FAX(03)-5420-2576

がって、再生材においては転圧時に若干粒子破碎が生じているものの、列車荷重を模擬した繰返し载荷のもとでは破碎は進行せず、荷重や振動等の影響による空気間隙率の減少によって密度が向上していることが考えられる。

3-2. 累積沈下量

図-4に通常盛土材に使用されているC-40の繰返し载荷に伴う累積沈下量を基準とした、各試料の累積沈下割合を示す。これによると、全ての試料が全段階においてC-40の累積沈下量を下回った。また、どの材料においても300万回以降は沈下の進行はほとんどなく、沈下が収束していることが確認された。初期の沈下は、繰返し荷重や振動等による空気間隙率の減少が卓越したことによるものと考えられ、これにより密度が一定まで増加した以降は、粒子破碎もあまり進行しないため、新たな間隙の減少も起きず、沈下も収束していくものと考えられる。また、各試料の沈下進行の傾向は、通常のC-40と比べても、顕著な差が見られず、沈下に対する抵抗性も通常の盛土材と同程度であると考えられる。

3-3. 物理特性試験

発生バラストは、当社で採用している再生クワッランの品質管理基準を全て満たし物性的に良好な材料といえる。一方、コンクリートガラについては、比重や修正 CBR で管理基準を下回っており、使用に際しては、これらの項目について重点的に管理する必要がある。

4. まとめ

- RC 材、発生バラスト、コンクリートガラの各試料は、転圧時に若干の粒子破碎が確認されるものがあるものの、繰返し荷重による細粒化はほとんど確認されない。また、沈下量は比較材である天然材のクワッランを常に下回っており、沈下傾向にも顕著な差が見られないことから、材料強度的に見て、鉄道土構造物盛土材への適用は十分可能であると考えられる。
- 発生バラストは物性的に良好であるが、コンクリートガラは比重、修正 CBR の品質管理に配慮する必要がある。

なお、永久構造物適用への展開を図るためには、再生材の化学的な経年劣化特性についても把握する必要があるため、今後はこの点についても検討も行っていく予定である。

【参考文献】コンクリート再生砂の粒子破碎の影響：森、金木、舘山、小島 第49回土木学会年次学術講演会 p.106~p.107 平成6年9月

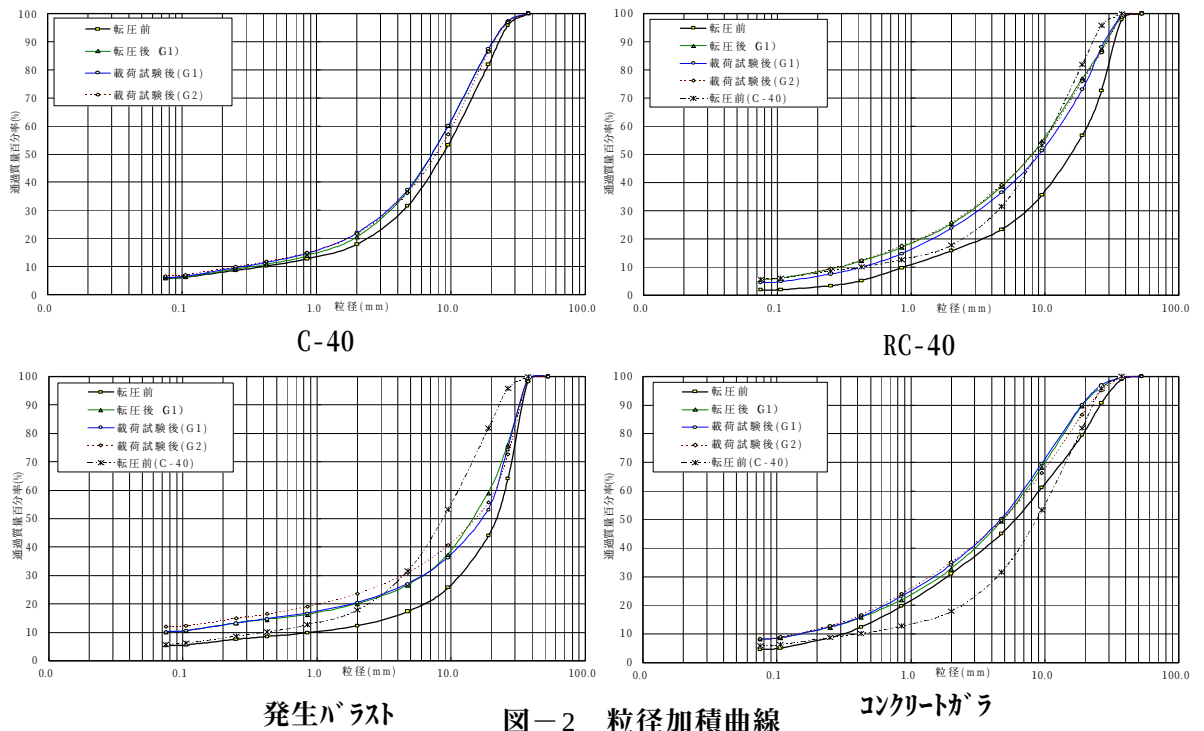


図-2 粒径加積曲線

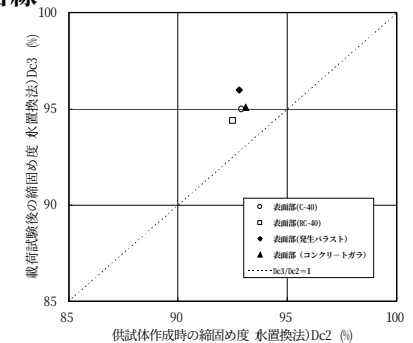


図-3 繰返し载荷による密度変化

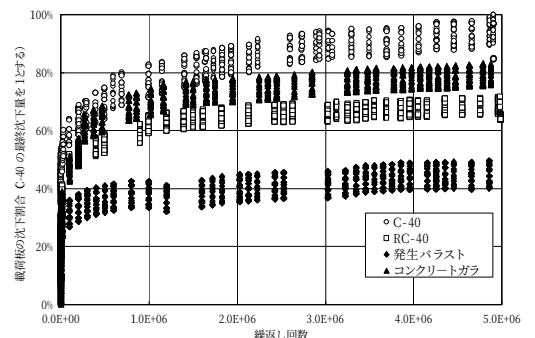


図-4 繰返し载荷による累積沈下(SI~4 平均)

表-1 物理特性試験結果

	コンクリートガラ	発生バラスト	管理値(RC-40の場合)
絶対比重	2.31	2.58	2.35以上
吸水率	5.5%	2.2%	80%以下
すりへり減量	27.5%	16.6%	40%以下
修正CBR	26.0%	55.2%	30%以上
塑性指数	N.P	N.P	6%以下