

北海道開発局 開発土木研究所 正員 ○ 安倍 隆二
正員 高橋 守人
小栗 学

まえがき

建設副産物の再生利用に関しては、資源の有効利用、環境の保全といった地球環境問題を視点とした高い社会的要請がある。リサイクルプラン 21(建設副産物対策行動計画)では、北海道におけるコンクリート塊の再利用率の目標は 70%と定められた。コンクリート副産物の品質基準については「コンクリート副産物の再生利用に関する用途別暫定品質基準（案）」が策定されているが、路盤材料については積雪寒冷地を考慮した凍上、凍結融解の影響について触れられていない。本報告は平成 7、8 年度に実施したコンクリート再生骨材（以下、再生骨材）を路盤材、凍上抑制層に利用した試験施工の結果について報告するものである。

1. 試験施工の概要

平成 7 年度は札幌地区のプラントで製造されたコンクリート再生骨材（混合率 50%）を使用し、石狩市に位置する開発土木研究所の実験場の構内道路で試験施工を行い、平成 8 年度については、本線以外の実際供用部（歩道、仮道、チェーン着脱所）で実施した（表-1、2）。試験施工では凍上、凍結融解の影響を調査するため凍上量調査、FWD 試験、再生骨材の室内試験等を実施した。

2. 再生骨材の基本性状

凍上に影響を与える 75 μ m ふるい通過量（以下、細粒分）については規格値（北海道開発局：道路・河川工事仕様書）をほぼ満足しているが、骨材の凍結融解に対する抵抗性を判定する安定性試験では再生骨材混合率 50%、100%ともに規格値を満足していない材料が多い（表-3）。原因としては通常骨材では骨材が割れて損失量として算出されるが、再生骨材の場合は付着しているモルタル分の剥離により数値が大きくなっている。

3. 凍上性について

再生骨材の凍上試験の結果、要注意、合格の判定となり、材料としては路盤材として使用できる材料である。しかしながら、当別工区の再生骨材の細粒分を変化させて凍上試験（舗装試験法便覧）を行なった結果、細粒分の増加に伴い凍上率が増加し細粒分が多い試料については規格値（20%）を満足せず、微細霜降状凍結となり、不合格となった（表-4）。従って、再生骨材についても細粒分の多い材料は凍上する危険性があると思われる。

キーワード：積雪寒冷地・リサイクル・コンクリート再生骨材・路盤材・凍上

連絡先：住所 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目・電話 011-841-1111・FAX 011-841-9747

表-1 試験施工箇所

施工箇所	調査年度	工区割			適用箇所
		工区	路盤	凍上抑制層	
石狩工区 実験場の構内道路 石狩市	7 年	1	切込砕石(40mm)	砂	車道路盤 (構内道路)
		2	再生骨材(50%)	砂	凍上抑制層(80mm)
		3	切込砕石(40mm)	再生骨材(50%)	車道路盤(仮道)
当別工区 337 号 当別町	8 年	1	切込砕石(40mm)	砂	通過交通量 7,000 台/12h
		2	再生骨材(100%)	砂	
		3	再生骨材(50%)	砂	
清河工区 238 号 清河町	8 年	1	切込砕石(40mm)	切込砂利(80mm)	車道路盤 (チェーン着脱所)
		2	再生骨材(100%)	切込砂利(80mm)	
		3	再生骨材(50%)	切込砂利(80mm)	
音更工区 241 号 音更町	8 年	1	切込砂利(40mm)	—	歩道路盤
		2	再生骨材(100%)	—	
		3	再生骨材(50%)	—	

表-2 試験施工箇所の舗装構成

施工箇所	舗装厚 (cm)	路盤厚 (cm)	凍上抑制 層厚(cm)	置換厚 (cm)	路床土
石狩工区	12	40	40	90	土砂、設計 CBR=3
当別工区	14	50	20	80	土砂、設計 CBR=3
清河工区	8	40	35	80	土砂
音更工区	3	27	—	—	土砂

表-3 室内試験結果

試験項目	当別工区 Com100%	当別工区 Com50%	清河工区 Com100%	清河工区 Com50%	音更工区 Com100%	音更工区 Com50%	石狩工区 Com50% 路盤材	規格値
表觀比重	2.431	2.494	2.510	2.588	2.511	2.540	2.511	—
吸水率	% 6.48	5.09	5.26	3.66	3.90	3.30	4.70	—
すりへり減量	% 27.1	24.2	25.1	25.4	20.1	18.4	22.9	45 以下
安定性損失量	% 38.5	21.8	29.1	23.0	20.1	18.5	23.3	20 以下
流動性限界	% NP	NP	37.4	NP	NP	NP	NP	—
塑性限界	% NP	NP	28.8	NP	NP	NP	NP	—
塑性指数	% NP	NP	9.8	NP	NP	NP	NP	—
75 μ m ふるい 通過量(4.75mm 以下)	% 8.1	10.3	12.7	15.3	4.1	5.5	11.7	15 以下
修正CBR	% 115.0	140.0	171.0	193.0	96.0	144.0	142.0	30 以上
凍上率	% 4.9	—	4.1	—	2.1	—	(12.8)	5 以下
凍結融解式	—	—	1	—	1	—	(2)	—
試験判定	要注意	—	合格	—	合格	—	(要注意)	—
凍結融解後の修正 CBR	% 66.9	—	72.5	—	72.2	—	—	—
凍結融解後の修正 CBR	% 78.9	—	124.0	—	69.3	—	—	—

※凍上試験は日本道路公団試験法による。清、石狩工区は舗装試験法便覧による。

表-4 凍上試験(舗装試験法便覧、当別工区)

75 μ m ふるい通過量 (%)	8	9	10	20
凍上率 (%)	1.1	1.8	9.3	23.1
凍結融解式	1	1	2	4
判定	合格	合格	要注意	不合格

4. 凍結融解による影響について

凍結融解（50 サイクル）後のふるい分け試験結果については、各工区同様な傾向にあるので、代表事例として当別工区を図-1 に示す。凍結融解によって細粒化する傾向にあるが、細粒分の増加は少なく、中間粒度で細粒化しているのが確認できる。また、凍結融解前後の細粒分の関係を図-2 に示すが、凍上に影響を与える細粒分が増えていない傾向にあるのがわかる。凍結融解後の修正 CBR 試験の CBR 保存率については 70%程度に低下するが、元の数値が大きいので支持力についても特に問題はないと思われる（表-3）。

5. 試験施工

凍上量調査では、通常骨材を使用した工区と比較しても多少のバラツキはあるが凍上の傾向の差異はなく、クラック等の破損は生じていない（図-3）。FWDによるたわみ量測定試験ではたわみ量（ D_0 ）の比較により支持力の確認を行ったが、施工時、融解期、施工1年経過後（石狩工区は施工後2年経過後）については通常骨材を使用した工区と比較して強度の低下はみられない（図-4）。

平成9年11月に石狩工区で解体調査(施工2年経過後)を行ない、再生骨材の掘削状況を確認した。凍上抑制層については再生骨材の固化の影響により掘削面が固く、作業しづらい傾向にあった。路盤については多少固化の傾向があり、掘削すると骨材同士が固まって剥がれる傾向にあった。固化状況が異なるのは解体調査時の現場含水比が路盤(含水比 5.7%)に比べ凍上抑制層(含水比 7.8%)が高く、固化しやすい状態であったと思われる。路盤に使用した再生骨材のふるい分け試験では、凍結融解の影響から細粒化の傾向がみられたが、室内試験と同様に細粒分の増加はみられなかった(図-5)。一方、凍上抑制層に使用した再生骨材の粒度の変化はなかった。原因としては熱電対により温度計測を行っていたが、路盤は凍結融解をうけていたが、凍上抑制層については骨材温度がプラス側で推移し凍結融解の影響を受けていないためと思われる。FWD 試験結果でも通常骨材を使用した工区と比べてたわみ量が小さい原因は再生骨材の固化の影響と思われる。

おわりに

試験施工では室内試験の基本性状のうち、安定性試験で規格に入らないものが多いが、凍結融解後のふるい分け試験の結果、凍上に影響する細粒分の増加は少なく、凍結融解後の CBR についても問題はなかった。現地の凍上量調査では比較工区と同程度の凍上量を示し、クラック等の破損は発生せず、FWD 試験においても比較工区と比べて強度の低下はみられなかった。基本的に積雪寒冷地における再生骨材の路盤材、凍上抑制層への使用については問題ないと思われるが、細粒分の多い材料は凍上性を示すので凍上試験で確認してからの使用が望ましいと思われる。

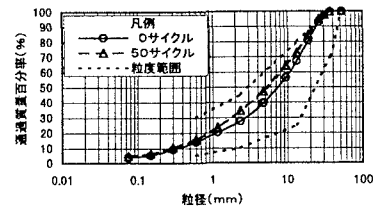


図-1 ふるい分け試験結果(当別工区、Con100%)

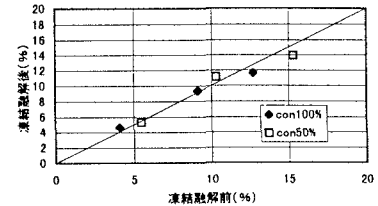


図-2 凍結融解前後の細粒分の変化

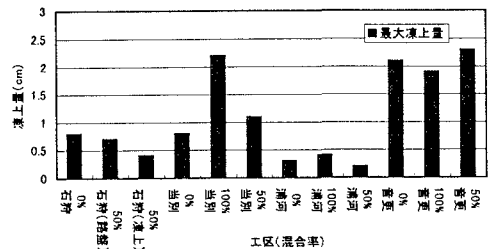


图-3 凍上量調査

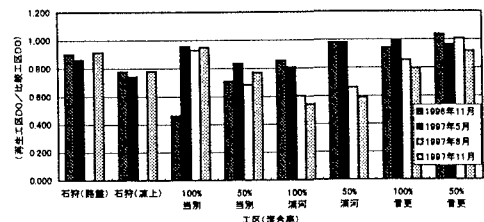


图-4 FWD試驗

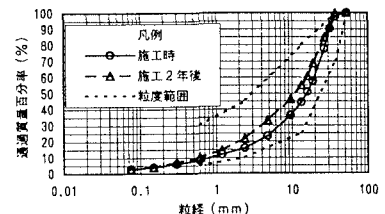


図-5 ふるい分け試験結果
〔石狩工区、再生骨材(40mm)〕