

# 東北地方の再生骨材と再生コンクリート

## RECYCLED AGGREGATES AND RECYCLED AGGREGATE CONCRETE

### IN THE TOHOKU-REGION AREA

四戸 英男  
by Hideo SHINOHE

#### 1. はじめに

再生骨材に関する研究は、かなり以前から行われており、(財)建築業協会建設廃棄物処理再利用委員会が昭和49年2月から昭和52年3月の実験研究の成果として同年5月に「再生骨材および再生コンクリートの使用規準(案)・同解説」を制定している。その後も、この問題は建設省の総合技術開発プロジェクトに取上げられており、「平成6年度建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発 報告書」でも再生骨材の暫定品質基準案の提案がなされている。このような状況のなか、東北地方を概観すると再生コンクリートへの利用実績は乏しく、あまり進展していないように見受けられる。そこで現在東北地方で生産されている再生骨材の品質を調査し再生コンクリートへの利用方法を探ろうとするものである。

#### 2. 東北地域における建設副産物の再利用状況

表-1に平成5年度の東北地域における建設副産物の再利用率等\*1を示した。この表から見ると、各県で様子は異なるものの大多数は全国の再利用率と比較して低い数値を示している。

平成3年に施行された、いわゆる「リサイクル法」に基づくリサイクルプラン21によって示された平成12年度の目標値を表-1に括弧書きで表示してある。この数値も全国平均値と比較して低く設定されているように伺える。その理由としては埋立による最終処分地の確保が、未だ比較的容易であると考えられているものと推定される。同様に北海道や九州等でも再利用率の目標値は低く設定されており、その理由として最終処分場が得られやすいことが上げられている。

表-1 東北地域の建設副産物の再利用率等(平成5年度)

単位：(%)

	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県	東北地域 全体	全 国
建設廃棄物全体	(65)							(80)
	23	18	55	33	26	54	40	51
アスファルト・ コンクリート塊	(70)							(90)
	51	29	90	70	52	65	69	78
コンクリート塊	(70)							(90)
	20	22	53	24	24	71	42	67
建設汚泥	(35)							(35)
	20	0	4	5	25	2	9	8
建設混合廃棄物	(40)							(50)
	0	2	1	14	3	0	3	15
建設発生木材	(70)							(90)
	6	14	41	33	1	15	21	44
建設発生土	(60)							(70)
	38	44	42	53	44	26	40	47

注1) 上段 {} 内に、リサイクルプラン21における平成12年度の目標値。下段の数値は平成5年度である。

2) 建設汚泥、建設混合廃棄物は減量化を含む率である。

3) 建設発生木材はリサイクル施設への搬出率である。

4) 建設発生土は公共系工事等での発生土の利用率である。

5) 平成12年度目標のアスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊等の指定副産物については、使用品質基準に適合するものを対象に目標を定めている。

出典、平成6年度建設副産物実態調査集計解析業務報告書 建設省東北地方建設局、(株)日本能率協会総合研究所

東北工業大学工学部 建築学科 教授  
(〒982 仙台市太白区八木山香澄町 35-1)

また同報告書によると、平成2年度における建設廃棄物の搬出量は東北全体で480万トンであったのに対し、平成5年度では540万トンと60万トンの増加であった。

それに対して最終処分された量は、平成2年度340万トンから平成5年度は320万トンと20万トンの減少となっており、80万トン分の再利用が進んだと考えられる。

ことに、アスファルト・コンクリート塊の再利用率が36%から69%へとほぼ倍増したことが大きく影響を与えている。これら建設廃棄物のおおよそ70%程度がコンクリート塊とアスファルト・コンクリート塊によって占められているので、これらの利用率の増加が望まれる。

### 3. 東北地方の再生骨材の品質

#### 3. 1 再生骨材の試料

再生骨材の試料を提供して貰うため、青森県・秋田県については任意の3社づつを抽出した。山形県では本格的に稼働しているところ1社のみを選定した。また宮城県は、平成7年度に実験を行った6社のなかから、5mm以下の細粒を多く含んだもの・有機系不純物の混入量が多かったもの・同じく少なかったもの、の3社を選び出した。山形県・宮城県の試料は直接こちらが処理施設に行き、推積してある製品の山の中腹から、試料に偏りの起きないように注意して採取した。青森県・秋田県の試料については、同様な注意をお願いして先方に採取して貰った。

#### 3. 2 再生骨材の品質試験結果および考察

実験室に持込んだ試料から30mm以上のサイズを取り除き品質試験を行った。その結果を表-2に示した。またふるい分け試験結果の粒度曲線を次頁の図に示した。

以下にそれぞれの項目について簡単に考察を述べる。

#### (1) 比重について

再生骨材および再生コンクリートの使用規準(案)・同解説(以降規準案と称する)には絶対比重で再生粗骨材2.2以上、再生細骨材2.0以上と規定されているが、建設省の総プロで平成6年度の報告書\*2に提案した暫定品質基準案(以降品質基準案と称する)では比重に関する規定はない。従って規準案と照らし合せると規定値を越えているのは4試料である。5~10mmの量が多いものが低い値を示す傾向にあった。

#### (2) 吸水率について

吸水率については、規準案では再生粗骨材7%以下、再生細骨材13%以下と規定されているのに対し、品質基準案では再生細骨材の規定を作るのは研究会における検討が充分でないことを理由に適切でないとして再生粗骨材のみが規定され、それに2段階を設けてAは5.0%以下・Bは5.0を超え8.0%以下としている。これについてもAに該当するものはなく、Bに含まれるものが4社で、残る6社は規定値に外れた。吸水率が大きくなっているものは、アスファルトの含有量が少ないことと10mmふるいの通過率が高い傾向が見られる。なお品質基準案5mm以上の試料について試験するように規定されているのでそれに従って5mm以下を除いて試験を行っている。

#### (3) 単位容積重量および実績率について

品質基準案には特に規定は無く、規準案には再生粗骨

表 - 2 再生骨材品質一覧表

県別の区分	青森県			秋田県			山形県	宮城県		
	A	B	C	D	E	F		G	H	I
再生処理業者の区分										
表乾比重	2.35	2.46	2.31	2.30	2.30	2.33	2.34	2.39	2.40	2.31
絶対比重	2.20	2.34	2.11	2.16	2.12	2.15	2.16	2.21	2.26	2.13
吸水率(%)	7.01	5.48	9.69	8.29	8.55	8.34	9.19	6.80	6.47	8.44
単重(kg/ℓ)	1.63	1.57	1.58	1.60	1.58	1.67	1.67	1.71	1.72	1.58
実績率(%)	74.2	67.3	75.0	75.3	74.6	77.7	77.9	76.4	76.3	74.2
粗粒率	6.83	7.13	5.75	6.34	6.42	5.93	6.09	6.32	6.86	6.87
洗い損失量(%)	4.64	0.24	5.36	2.44	6.58	3.59	3.97	3.60	1.99	8.53
有機系不純物混入率(%)	2.67	0.28	0.62	0.45	0.78	0.40	2.18	2.02	7.99	3.91
塩化物(%)	0.042	0.029	0.037	0.042	0.053	0.033	0.024	0.023	0.028	0.031
注 記 : 塩化物については NaCl 換算値										

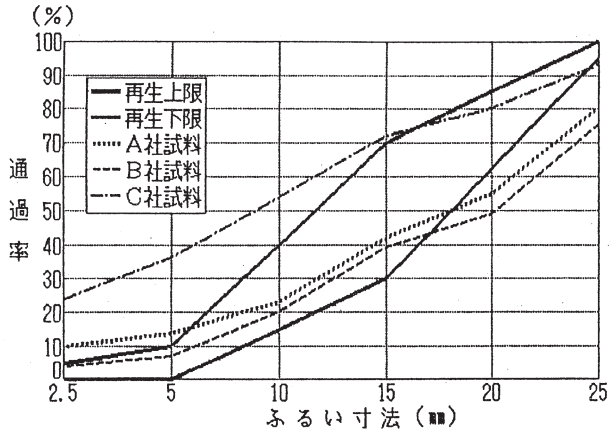


図-1 再生骨材粒度曲線 (青森県)

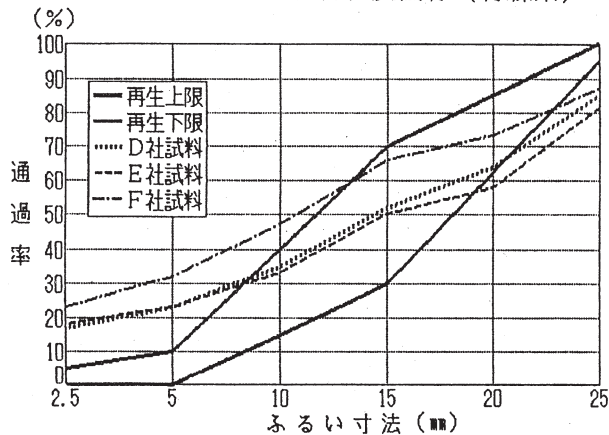


図-2 再生骨材粒度曲線 (秋田県)

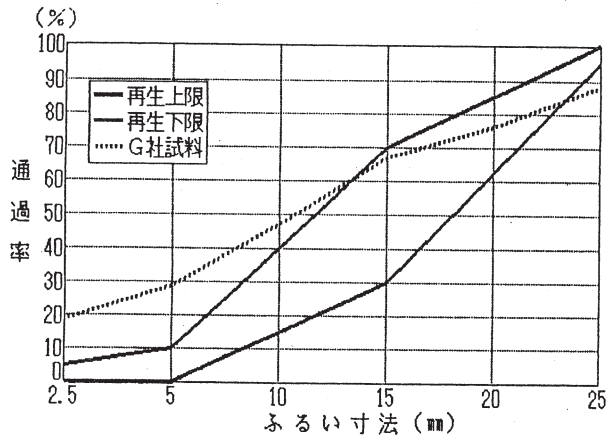


図-3 再生骨材粒度曲線 (山形県)

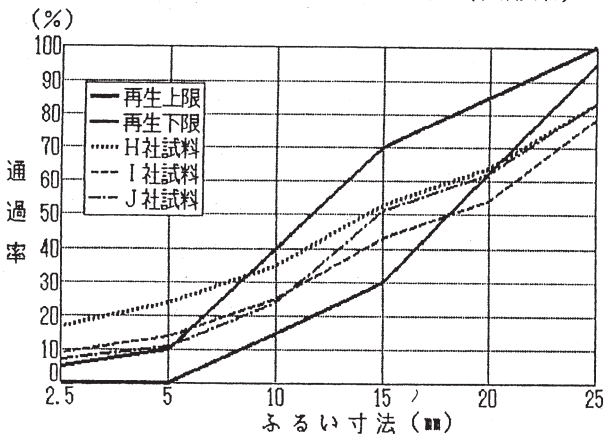


図-4 再生骨材粒度曲線 (宮城県)

材に粒形判定の実積率53%以上が規定されている。試料には細粒が多く混入しているため単重・実積率ともに大きな値を示している。

(4) 洗い損失量について

規準案では再生粗骨材1%以下、再生細骨材8%以下、品質基準案では1.5%以下と規定している。試験の結果は、青森県の1社を除いて全部が1.5%を超えており、細骨材の規定の8%を越すのも1社見られた。この試験の試料は先に述べたように、実験室に持込んだものから30mm以上をとりおろしただけの、いわば30~0の試料なのでこのような結果になったものである。なお宮城県は昨年度も試料の提供を受けているので、その時の試験値と比較するとJ社は0.50%であったものが今回は8.53%にもなっており、原コンクリートの影響の大きさを感じさせる。

(5) 塩化物量について

いずれの案にも規定されていないが今回の実験から測定を試みた。結果は表-2に示したように、青森1社と秋田2社でJASS5の砂の品質規格値0.04%を上回る結果となった。処理場に持込まれた原コンクリートの経歴を把握することは先ず不可能であろうから、塩化物量の規定も設ける必要があると思われる。

(6) 粒度について

ふるい分け試験の結果を粒度曲線として各県毎にまとめ、品質基準案に規定してある粒度範囲の上限値と下限値も併せて図-1~図-4に示した。

いずれの試料も再生粗骨材として生産されたものではないので5mm以下の細粒が沢山含まれている。道路用砕石のJIS A 5001のクラッシュランC-40あるいはC-30に該当している様である。これを建築用の再生粗骨材として利用するにはさらに高度処理を行い5mm以下の細粒を分離することが必要となる。なお宮城県の3社を昨年度のものと比較すると5mm以下の細粒はほぼ半減している。

(7) 有機系の不純物について

規準案では「再生骨材には再生コンクリートや鋼材に悪影響をおよぼす量の不純物を含まないものとする。」と規定しており、品質基準案では有機系の不純物として1%以下と規定している。アスファルト・プラスチック・塗料・木・紙など比重の小さいものが悪影響を与えるとしている。青森で1社と山形の1社、宮城は3社とも1%を超えている。いずれもアスファルトの影響によるものである。また、宮城の3社の昨年度の試験結果はH.I.Jの順に、0.6%3.3%0.8%と小さい値であったのが今回の試験ではいずれも大幅に増加している。洗い損失量や5mm以下の細粒の変動とともに原コンクリートの影響によるものと解釈される。

(8) 今回は青森・秋田・山形・宮城の4県の試料について品質試験を行ったが塩化物含有量以外は県別特徴らし

いものは見られず、原コンクリートの影響が大きいことが明確となった。

4. 仙台市内の再生骨材による再生コンクリートの実験

4.1 実験に用いた試料について

平成7年度に仙台市内で稼働している6社(S1~S6)から再生骨材の試料の提供を受けて再生コンクリートの強度試験とヤング率の測定を行った。この6社のうち、S1とH・S4とI・S5とJが同じ処理施設である。

また比較のために、やや低品質と思われる川砂利1種類(S7)についても一緒に実験を行った。川砂利は、名取川水系北川産(宮城県川崎町)である。表-3に試料の品質試験結果を示した。

再生骨材は、いずれも水洗いによって2.5mm以下をふるい落とし、粗骨材のみを用いた。細骨材としては、阿武隈川産の川砂(比重2.53)を使用した。

4.2 再生コンクリートの調合および供試体

前述の品質基準案と一緒に報告書\*2には「再生骨材コンクリートの暫定使用規準(案)骨子」が掲載されている。それによると再生コンクリートの調合は次の様にすることを求めている。

- a) 水セメント比は60%以下とする。
- b) スランブは18cm以下とする。
- c) 単位水量は185Kg/m<sup>3</sup>以下とする。
- d) 空気量は3~6%とし、AE剤、AE減水剤または高性能AE減水剤を使用する。

以上の規定に沿う形で次のような調合とし、コンクリート供試体を作成した。

- ① 単位水量 185Kg/m<sup>3</sup>
- ② 単位セメント量 336Kg/m<sup>3</sup>
- ③ 水セメント比 55%
- ④ 細骨材率 44%
- ⑤ AE減水剤(対C量) 1%

フレッシュコンクリートの試験結果は、スランブがやや大きくなったが18.9cm~21.5cmに範囲にあった。また空気量は0.7%~2.0%と小さい範囲にとどまった。

コンクリート供試体は10φ×20cmのシリンダーを用いて試験材令まで標準養生を行った。

4.3 再生骨材コンクリートの試験結果

試験結果は骨材の品質と共に表-3に示した。材令1週の圧縮強度は有機系不純物が割と少ないS5社と川砂利のS7が他社よりも30%強の高い値となっている。材令4週でもやはり有機系不純物の少ないS3、S5社とS7が高い強度を示した。これまでの多くの報告の様にアスファルトを多く含んだS4、S6社は低い強度になっている。

材令4週の引張強度は圧縮強度と良い関連性をみせており、圧縮引張強度比が川砂利S7が10.5に対してS1~S6は10.2~11.9で、概ね一般的な強度比率となっている。

ヤング率でも強度の高いS3、S5社が高い値であった。また有機系不純物が2番目に多かったS6社が1番高い結果となったがこの原因は不明である。このS6社の結果を除くとヤング率と圧縮強度の間には関連性が有ると判断出来そうである。

5. むすび

5.1 東北地方の再生骨材をコンクリートに利用する

目的で、青森・秋田・山形・宮城の10処理施設から再生骨材の提供を受けて品質試験を行った。その結果、塩化物含有量を除いて県別による特徴は見られず、骨材品質は原コンクリートの性質に起因すると見られる。

5.2 平成7年度に行った仙台市内の再生粗骨材による再生コンクリートの実験では、アスファルトの混入量が強度に大きく影響し、強度とヤング率の関連性は高い。また圧縮引張強度比も普通コンクリートと変わらない値であった。

5.3 この実験は継続する予定です。またこの実験に試料を提供して呉れた各社、運搬に協力して呉れた倉橋・開発両氏に感謝する。

表-3 再生骨材及び再生コンクリートの試験結果一覧表

試験項目	再生骨材						普通骨材
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
表乾比重	2.39	2.44	2.39	2.40	2.42	2.47	2.51
吸水率(%)	6.00	3.50	7.40	5.10	7.50	5.19	4.39
洗い損失量(%)	2.00	1.80	0.55	1.50	0.50	2.30	0.80
有機系不純物(%)	0.60	1.10	0.30	3.30	0.80	2.20	0.03
4W引張強度(kgf/cm <sup>2</sup> )	15.9	19.3	22.2	17.1	23.1	19.4	26.1
1W圧縮強度(kgf/cm <sup>2</sup> )	131	126	136	131	175	125	169
4W圧縮強度(kgf/cm <sup>2</sup> )	200	196	241	188	275	172	274
4Wヤング率×10 <sup>5</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )	2.27	2.71	2.86	2.52	2.93	3.04	2.73

参考文献 1)平成6年度建設副産物実態調査集計解析業務報告書 建設省東北地方建設局 (株)日本能率協会総合研究所  
2)平成6年度建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発 建設省 (株)国土開発技術研究センター

(1996年8月14日受付 9月27日受理)