

## コンクリート塊から再生骨材Hを製造する際に発生する微粉末の 土質改良材としての適用性について

コンクリート塊 再生骨材 微粉末 (CP)

(株) アイコ 正会員 ○ 鶴田 稔  
(一社) 泥土リサイクル協会 正会員 野口 真一  
愛知工業大学 国際会員 中村 吉男  
宮城大学 北辻 政文

### 1. はじめに

コンクリート塊の再資源化率は高い値で推移しており、その利用用途は大部分が再生骨材となっているが、近年、都市部では需給バランスが崩れ滞留が顕在化している。一方、コンクリート用骨材は資源の枯渇や環境保全の関係から、天然骨材はもとより人工骨材である砕石や砕砂も年々その確保が困難になってきている。こうした背景もあり、コンクリート塊の新たな利用用途とコンクリート用骨材代替品確保を目的として、再生骨材製造技術に関する研究開発が進められ、実用の途についてを受け、2005～2007年にかけて再生骨材とそれを用いたコンクリートの規格が JIS 化された。しかし、再生骨材はその品質を高めれば高めるほど微粉末 (CP ; crushing powder) が多量に発生し、その用途が確立されていない現状では、廃棄物として処分することを余儀なくされており、これが再生骨材の普及を阻害する一要因となっている。そこで本研究では、コンクリート塊の新たな利用用途確立と、建設汚泥をはじめとする高含水比泥土の再資源化率向上を目的として、CPの土質改良材としての適用性について検討したのでその結果を報告する。

### 2. 再生骨材と CP

再生骨材とは、コンクリート塊を原料として、破碎・磨砕・分級等の処理を行って製造したコンクリート用骨材で、その品質によって「再生骨材 H (高品質)」、「再生骨材 M (中品質)」、「再生骨材 L (低品質)」の3種類に分類される。再生骨材のうち、最も活用が期待されるのは、レディーミクストコンクリートに使用することができる再生骨材 H であるが、2012年度における再生骨材 H を使用したコンクリートの利用実績は、全国の生コン出荷量の 0.03mass% にも満たない<sup>1),2)</sup>。その理由として、①再生品に対する忌避感、②再生骨材は再生砕石や通常のコンクリート用骨材に比べて製造コストが高い、③再生骨材の副産品である CP の処分費が発生する、ことなどが挙げられる。CP とは、コンクリート塊から再生骨材 H を製造する際に副次的に得られる微粉末で、原コンクリート (再生骨材を製造するための原料となるコンクリート塊) の配合や材齢、また、再生骨材 H の製造方法にもよるが、原コンクリートの 20～60mass% 発生するといわれている。再生骨材 H の普及のためには CP の利用用途を確立することが重要であることは共通認識されており、コンクリートの混和材や地盤改良材としての研究も進められているが、実用には至っていない。

### 3. CP の特性

土質改良材としての適用性評価を行う CP は、残コン・戻りコンを加熱すりもみ方式 (破碎したコンクリート塊を 300℃で加熱してモルタルを脆弱化させたのち、すりもみすることで骨材から剥離させる処理方式) で再生骨材 H を製造する際に副産されたもので、その物理特性は図-1 に示すとおりである。密度は既往の研究と比べて平均的な値であるが、粉末度が大きく、高炉セメント B 種 (BB) やフライアッシュ II 種 (FAII) と比べても粒子が細かい。図-2 は JIS R 5201 (セメントの物理試験方法) に基づく CP の圧縮強さで、比較対象として BB のそれも併記している。材齢 28 日における CP の圧縮強度は BB の 1/40 程度であるが、強度増進モードは類似しており、別途実施した安定性試験の結果と併せると、CP

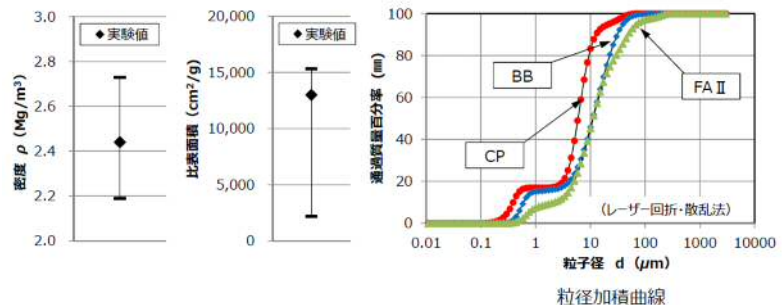


図-1 CPの物理特性

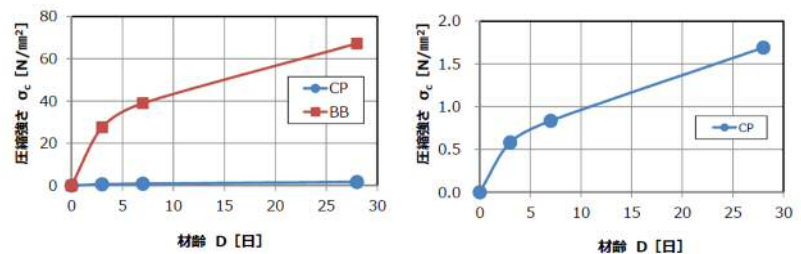


図-2 CPの圧縮強さ

Applicability as Soil Improver of Fine Powder Generated when  
Recycling Aggregate classH is Produced from Concrete Block .

Minoru TOKITA, AICO Co.,Ltd.  
Shin-ichi NOGUCHI, Mud Recycling Association  
Yoshio NAKAMURA, Aichi Institute of Technology  
Masafumi KITATSUJI, Miyagi University

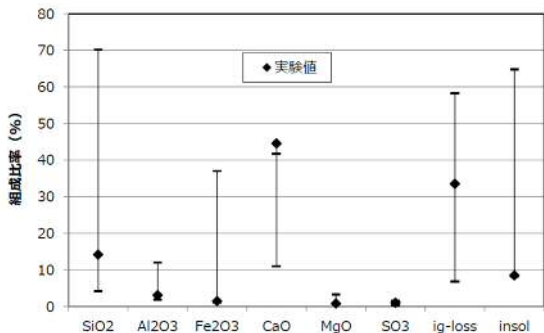


図-3 CPの化学組成

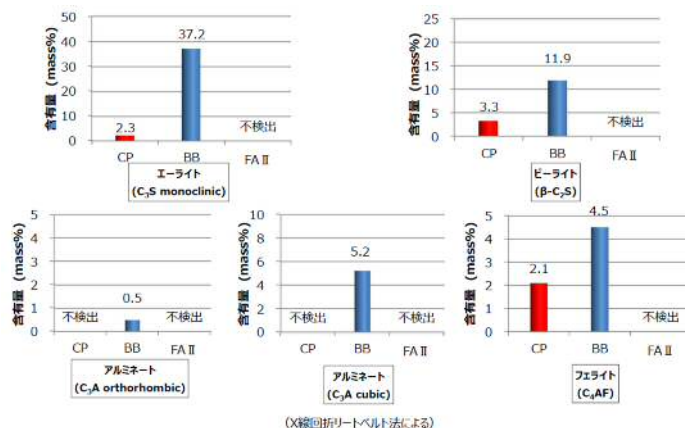


図-4 CPのクリンカー鉱物組成

に硬化する特性があることが確認された。この硬化特性要因を解明するために、CPの化学試験を実施した。図-3はJIS R 5202（セメントの化学分析法）に基づくCPの化学組成で、一般的な骨材の主要成分であるSiO<sub>2</sub>が少なく、セメントの主原料であるCaOが多いことが分かり、原コンクリートの粗骨材が石灰石骨材であることに起因すると考えられる。化学組成はその材料の成分を知る意味で重要な意味があるが、それだけではCPの硬化が水和反応とは特定できないため、セメントの構成物質であるクリンカー組成化合物を調べた。図-4はX線回折（リートベルト法）によるCPのクリンカー鉱物組成を示す。早期及び長期強度の発現に関与するC<sub>3</sub>S、C<sub>2</sub>Sが確認され、CPの水和反応が示唆されたが、初期強度の発現に関与するC<sub>3</sub>Aは検出されず、図-3に示す化学組成でAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有量が少なかったこととの関連性が伺える。

#### 4. 配合試験

表-1は改良対象である原泥の物理・化学特性を示す。原泥は、宮城県で採取した浚渫土で、細粒分含有率がF<sub>c</sub>=81.1%、高含水比で有機物含有量も多いことから、改良条件としては厳しい部類に入る。配合試験は、建設汚泥処理土利用技術基準に基づき、品質区分判定のコーン指数試験及び環境安全性試験のほか、水浸・吸水による改良土の性状変化を確認する軟化・再泥化試験を行った。図-5は改良土のコーン指数(q<sub>c</sub>)を示す。CP添加量の増加、材齢の経過とともにq<sub>c</sub>が増加し、原泥1m<sup>3</sup>当たりCPをp≧400kg/m<sup>3</sup>添加することで、材齢3日で第2種処理土(q<sub>c</sub>≧800kN/m<sup>2</sup>)に改良できることが確認された。CP添加量がp≦300kg/m<sup>3</sup>とp≧400kg/m<sup>3</sup>とでq<sub>c</sub>の変化に明らかな違いがあることから、p=100kg/m<sup>3</sup>とp=400kg/m<sup>3</sup>の改良土を対象に、電子プローブマイクロアナライザー（EPMA）を用いて分析を行った。その結果、X線スペクトルからp=400kg/m<sup>3</sup>の方がCaの含有量が3倍程度多いことが確認されたが、SEM画像では水和化合物の生成状況について明確な差異は認められなかった。また、改良土の環境安全性に関して土壌溶出量

表-1 原泥の物理・化学特性

項目	記号・単位	値
土粒子の密度	ρ <sub>s</sub> Mg/m <sup>3</sup>	2.696
自然含水比	w %	112.5
湿潤密度	ρ <sub>t</sub> Mg/m <sup>3</sup>	1.414
細粒分含有率	F <sub>c</sub> %	81.1
分類名	—	粘土 (高液性限界)
分類記号	—	[CH]
フロー値	FL mm	85
強熱減量	ig-loss %	9.3

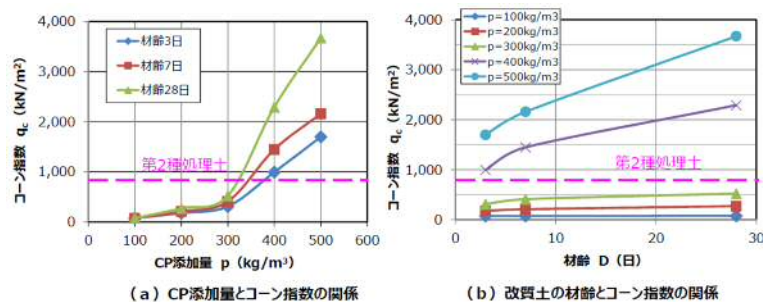


図-5 改良土のコーン指数

（JLT-46）、土壌含有量（JLT-19）を調べたが、いずれも基準値以内であった。なお、最も条件の厳しいCP添加量p=100kg/m<sup>3</sup>、材齢3日の改良土をJGS 2124（岩石のスレーキング試験方法）を参考に24時間水浸させて経過観察したが、供試体の崩壊はもとより、肌落ち、亀裂、軟化等の変状は認められなかった。

#### 5. おわりに

各種実験の結果、CPに土質改良材としての適用性があり、それは含水比や粒度調整などの物理的作用による改良効果だけでなく、水和反応も期待できることが示唆された。しかし、CPの特性は原コンクリートの特性（解体コンクリート or 残コン・戻りコン、材齢、配合、等）や再生骨材の製造方法（加熱すりもみ方式、機械すりもみ方式、偏心ローター方式、等）に影響されることが想定されることから、今後データを蓄積していくことが重要となる。

なお、本研究は、（一財）先端建設技術センターの研究開発助成（助成番号：2801）を受けて実施したものである。

#### 【参考文献】

- 国土交通省：平成24年度建設副産物実態調査，平成26年3月27日。
- 全国生コンクリート工業連合会・全国生コンクリート協同組合連合会：生コンクリート製造業の概要