

コンクリートがれきを用いたセメント固化体の災害廃棄物処理工事への適用

大成建設 (株) 土木技術研究所 正会員 ○堀口 賢一
 大成建設 (株) 東北支店 正会員 山本 哲
 大成建設 (株) 東北支店 非会員 萩原 純一

1. はじめに

筆者らは、東日本大震災で発生した大量のコンクリートがれきを建設資材として有効に活用する方法として、粗く破碎して粒度調整を行っていないコンクリートがれきとセメント、水とを混合し、転圧締固めにより施工するセメント固化体の製造・施工技術、ならびに品質管理方法を確立している^{1),2),3)}。セメント固化体の製造・施工は、(1) 津波堆積物を含む状態のコンクリートがれきの破碎、(2) 破碎したコンクリートがれきとセメント・水との混合、(3) 振動ローラーによる転圧締固めの手順で行われる。この工程で特徴的なことは、①破碎したコンクリートがれきの粒度調整を基本的に行わない、②変動する粒度に合わせて単位セメント量と単位水量を適宜調整することで、転圧締固めに適した配合に修正する、③圧縮強度が 15N/mm² 程度以下の範囲で、安定した品質のセメント固化体を提供できるといった点にある。

本稿では、室内実験、実機実験を通じて開発した本技術を、東日本大震災で発生した災害廃棄物の処理作業所内で適用した事例について報告する。

2. 実施内容

写真-1 にコンクリートがれきのセメント固化体の適用位置を示す。これは、宮城県気仙沼市の災害廃棄物処理作業所内における、焼却炉解体用大型仮設テントの基礎部分である。このテントは、焼却炉解体時にダイオキシン類等の汚染物質が一般大気に飛散するのを防止するために3ヶ月間程度必要なものであり、使用後は速やかに解体・撤去されるものであった。また、必要な圧縮強度が十分な余裕を見ても 1N/mm² 程度であったことから、基礎コンクリートの代替材料として本技術によるセメント固化体を適用した。適用した面積は 500m²、厚さは 0.10~0.20m で、合計 68m³ を施工した。



写真-1 セメント固化体の適用位置

表-1 に破碎したコンクリートがれきの物性測定結果を示す。測定項目はそれぞれ、JIS で定めるコンクリート用骨材の試験方法に従って測定した。ただし、作業現場で直ちに測定結果を得る必要があったことから、現地計測では破碎したコンクリートがれきをガスコンロとフライパンを用いて強制的に乾燥させて試料を作製した。一方、室内計測では乾燥炉で乾燥させて試料を作製した。現地計測と室内計測のデータについて比較すると、粗骨材相当(粒径 5mm 超)についてはほとんど差がないが、細骨材相当(粒径 5mm 以下)については、室内計測の単位容積質量と、表乾密度、絶乾密度がやや小さいことから、乾燥方法の違いが影響したと考えられる。

表-1 破碎したコンクリートがれきの物性測定結果

測定項目	現地計測		室内計測	
	G (5mm超)	S (5mm以下)	G (5mm超)	S (5mm以下)
単位容積質量 (kg/l)	1.51	1.44	1.48	1.30
含水率 (%)	3.63	13.3	3.76	13.0
吸水率 (%)	2.67	10.3	2.64	12.0
表乾密度 (g/cm ³)	2.59	2.40	2.58	2.29
絶乾密度 (g/cm ³)	2.52	2.18	2.51	2.04
微粒分量 (%)	—	—	3.05	23.9

計測値は2回の測定の平均

キーワード 東日本大震災, コンクリートがれき, セメント固化体, リサイクル

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 (株) 土木技術研究所土木構工法研究室 TEL045-814-7228

表-2 にセメント固化体の配合と圧縮強度を示す。転圧締固めの施工には、2種類の配合を試した。いずれも水セメント比は105%、細骨材質量率 (S/A) は 20.4%で、単位セメント量が 150kg/m³の配合 1 と、100kg/m³の配合 2 である。既往の実験での知見によれば、加振締固め性の観点から、破碎したコンクリートがれきの S/A ごとに必要最小単位ペースト量が存在することがわかっている^{1),3)}。また、充填性や材料分離抵抗性の観点から、これらに関する指標 α 、 β (表-2 脚注に説明) にも適切な範囲が存在することもわかっており、その範囲は $1.0 \leq \alpha \leq 1.4$ 、 $1.3 \leq \beta \leq 1.7$ である¹⁾。なお、ここでの加振締固めは、テーブルバイブレータ上で加振しながら鋼製型枠へ試料を充填する方法である。今回使用した破碎後のコンクリートがれきの S/A は 20.4%であるので、加振締固めで完全充填するのに必要な単位ペースト量は、既往の知見から 277kg/m³ (W/C=105%のとき C=135 kg/m³、W=142kg/m³) となるが、このとき $\alpha = 1.62$ 、 $\beta = 0.80$ となり、 α が過大で β が過小であった。このような場合は、粒径 5mm 以下の細骨材相当の成分として津波堆積物を混合し、S/A を 30%程度まで高めることが有効であるが、作業所内での設備の都合からこれが困難であったため、加振締固めに加えてタンピングによる締固めを併用する方法を採った。本技術でのセメント混合物の締固め性は、土木学会規準 JSCE-F508「超硬練りコンクリートの締固め性試験方法(案)」の充填率で評価することを基本としている。しかしこの試験方法で良好な充填率を得るためには、単位セメント量が比較的多い富配合となる。そのため、今回のように必要な圧縮強度が 1N/mm²程度と低く、貧配合でよい場合にはこの評価方法では十分に締固め性を評価できないため、このような場合はタンピングによる締固め充填で評価することとしている。このようなことから、配合 1 は加振締固めのみで可能な限り充填率を高くすることを目的に選定した配合で、配合 2 は単位セメント量を可能な限り低減させることを目的とし、テーブルバイブレータによる加振に加えて、人によるタンピングを行って締固め充填した配合である。この結果、配合 2 の 2 回の計測の平均充填率は 81.2%と、配合 1 の 96.0%に比べて充填率は低いものの、圧縮強度は平均 10.6N/mm²と十分な強度が得られた。また、転圧締固めにおいて、配合 1 は振動ローラーにモルタルが付着し、締固めがやや困難であったのに対し、配合 2 はモルタルの付着のない良好な締固めが行えた。

表-2 セメント固化体の配合と圧縮強度

配合 No.	W/C (%)	S/A (%)	単体量 (kg/m ³)				α	β	充填率 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
			C	W	S	G				
No.1	105	20.4	150	158	404	1578	1.85	0.86	96.0	13.3
No.2-1	105	20.4	100	105	440	1719	1.13	0.68	83.9	10.6
No.2-2									78.4	10.5

α : 粒径5mm以下の細骨材相当のがれきの実積率から求まる間隙体積とそれを充填するのに必要なセメントペースト量の比率
 β : 粒径5mmを超える粗骨材相当のがれきの実積率から求まる間隙体積とそれを充填するのに必要なモルタル量の比率
 充填率: 配合1はテーブルバイブレータ上での加振のみによるもの。配合2はテーブルバイブレータ上での加振に加え、人によるタンピングを行ったもの。

3. まとめ

テント基礎に使用したセメント固化体は、仮設テントの使用後に解体され、再度、破碎処理して建設資材として活用された。この流れは図-1 に示すとおりであり、コンクリートがれきの集積、破碎、セメント混合、転圧施工、解体が循環している。セメント固化体として利用後に再び破碎して、再セメント固化体としても活用できることから、本技術はコンクリートがれきのリサイクル技術、骨材資源の循環・省資源化技術としても有望と考えられる。



図-1 セメント固化体のリサイクル利用

参考文献

- 1) 松元淳一, 堀口賢一, 片山三郎, 丸屋剛: コンクリートがれきを用いたセメント硬化体の配合選定に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1597-1602, 2013.07
- 2) 古田敦, 堀口賢一, 松元淳一, 丸屋剛: コンクリートがれきを用いたセメント硬化体の物性および施工性の評価, コンクリート工学, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1603-1608, 2013.07
- 3) 松元淳一, 堀口賢一, 坂本淳, 丸屋剛: コンクリートがれきを用いたセメント硬化体の配合選定方法について, 土木学会第 68 回年次学術講演会, CS5-012, pp.23-24, 2013.09