

## 温度変化の影響によるアップサイクルブロックの長期耐久性検討

|         |        |        |                |     |      |
|---------|--------|--------|----------------|-----|------|
| (株)大林組  | 正会員    | ○高坂 理紗 | (一財)先端建設技術センター | 正会員 | 加納敏行 |
| 鹿島建設(株) | フェロー会員 | 五十嵐 寛昌 | (株)熊谷組         | 非会員 | 吉村丈晴 |
| 清水建設(株) | 正会員    | 久野 達彦  | 大成建設(株)        | 正会員 | 長峰春夫 |

## 1. はじめに

震災で発生した災害廃棄物は中間処理施設で破砕・選別処理され、コンクリートガラやタイヤなどはリサイクルされ、可燃物は焼却される。最後に残るリサイクルできない不燃混合廃棄物（以下、がれき残渣と称す）は、最終処分場にて埋立て処分される。筆者らは、このがれき残渣を有効活用するために、がれき残渣とセメントペーストを混練してブロック化するアップサイクルブロック（以下、UCB と称す）なる技術を開発した（既報<sup>1)</sup>）。

UCB の性能と適用条件を表-1 に、想定される利用箇所を図-1 に示す。実際の UCB 利用環境下で圧縮強度を維持するために、圧縮強度に影響を及ぼす劣化要因について考えた。表-1 に示す適用条件下において、通常のコンクリート構造物の劣化要因となる、中性化や塩害、化学的浸食は回避することができる。またアルカリ骨材反応については、セメントに高炉セメント B 種を使用することで回避することができる。

しかし、がれき残渣には線膨張率の異なる物質が含まれているため、気温変化に伴う地中温度変化の繰り返しによる劣化は避けられない。そこで、本報文では温度変化を繰り返し与えた UCB 供試体で一軸圧縮試験を行い、圧縮強度の低下度合いから UCB の長期耐久性（圧縮強度の維持）を確認した結果を報告する。なお、本報文では供試体に温度変化を繰り返し与える一連の作業を温度サイクル試験と称す。

## 2. UCB 供試体

UCB の使用材料は、がれき残渣、セメント（高炉セメント B 種）、水である。がれき残渣は、仙台市若林区荒浜搬入場で採取されたもの（かさ密度：0.9kg/L）を使用した（写真-1、図-2）。本がれき残渣は、津波堆積土砂を分級機で 2 段階分級して、土砂分を除去したもので、粒径が 25mm～150mm に調整されている。

φ 100mm×H200mm の供試体を準備するために、W750mm×H750mm×H850mm の UCB を製造した。配合を表-2 に示す。製造した UCB からコア抜きを行い、供試体を 20 本作製し、①温度変化を与える供試体群 10 本と②与えない供試体群 10 本に仕分けた。混入するがれき残渣の密度、すなわち供試体の密度が圧縮強度に影響すると判断し、供試体仕分けの際、両供試体群間の密度の差が小さくなるよう留意した（表-3）。

表-1 UCB 性能と適用条件

|      | 内容                                                 |
|------|----------------------------------------------------|
| 性能   | ・材齢 28 日で 1.0N/mm <sup>2</sup> 以上<br>・重金属等の溶出抑制効果  |
| 適用条件 | ・地下水で浅く使用する。<br>・酸性土壌地帯では使用しない。<br>・覆土を 50cm 以上行う。 |

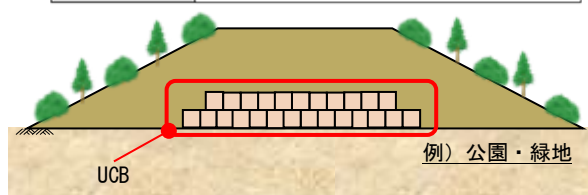


図-1 想定される利用箇所

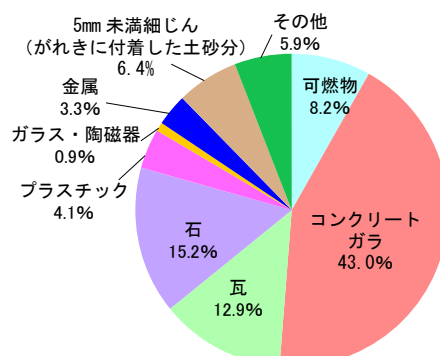
写真-1 がれき残渣  
(仙台市若林区荒浜搬入場)図-2 がれき残渣の組成  
(仙台市若林区荒浜搬入場)

表-2 配合表

| 水セメント比 (%) | 単位水量 (kg/m <sup>3</sup> ) | 質量(kg/m <sup>3</sup> ) |       |
|------------|---------------------------|------------------------|-------|
|            |                           | 高炉セメント B 種             | がれき残渣 |
| 60         | 223                       | 372                    | 1,381 |

キーワード がれき、アップサイクル、耐久性、一軸圧縮強度

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL:03-5769-1302 FAX:03-5769-1547

### 3. 温度サイクル試験

UCB は 50cm 以上の覆土を行う．そこで，繰り返し与える温度変動は，地中の深度 0.5m の年間温度変化に相当する 3～30℃と設定した．試験では，恒温恒湿器を用いて温度変化を与えた．なお，試験方法は，「JIS A 1148 コンクリートの凍結融解試験方法」のうち水中凍結融解試験方法（A 法）を参考とした．

温度変化を与える供試体において，温度 20℃で湿度 80%RH の条件で 24 時間以上養生した後，湿度を 80%RH 一定とした恒温恒湿器にて 30 分で 3℃から 30℃に上昇，30℃で 1 時間保持，30 分で 30℃から 3℃に降下，3℃で 1 時間保持させることを 1 サイクル（図-3）として，温度変化を 300 サイクル繰り返し与えた．一方，温度変化を与えない供試体については，温度サイクル試験が終了するまで，温度 20℃で湿度 80%RH の条件で養生した．

### 4. 一軸圧縮試験

300 サイクル終了後，温度変化を与えた供試体と与えない供試体全てにおいて一軸圧縮試験を実施した．一軸圧縮試験における軸ひずみ速度は 1%/min とした．なお，一軸圧縮試験は「JIS A 1216 土の一軸圧縮試験」に準拠した．

### 5. 試験結果

温度変化を与えたことにより，供試体内のがれき残渣の線膨張率の違いによって，表面にひび割れが生じると想定していたが，すべての供試体で外観に変化はみられなかった．供試体の外観例を写真-2 に示す．

全供試体の一軸圧縮試験結果を表-3 に示す．温度変化を与えた供試体でも，一軸圧縮強度が 2.2～9.3N/mm<sup>2</sup> で，1.0N/mm<sup>2</sup> を十分上回る結果となり，UCB の耐久性を確認することができた．

また，①温度変化を与えた供試体群と②与えない供試体群の一軸圧縮強度の平均値の差異はわずか 0.17N/mm<sup>2</sup> で，全 20 本の供試体の標準偏差  $\sigma$  (2.45N/mm<sup>2</sup>) のわずか 7%にすぎない．温度変化の有無による有意な差が強度にみられなかったため，UCB に耐久性があるといえる．

一方，各供試体間には圧縮強度のばらつきがある．供試体の破壊状況を観察した結果，そのばらつきは混入するがれき残渣の物質や向き，剛性によるものであると判断された．破壊状況の代表例を写真-3 に示す．全供試体をとおして，供試体 A のように木片や金属片，プラスチックなどががれき残渣とセメントペーストとの界面に沿って亀裂が入っているケースが多く，比較的強度が大きかった．一方，供試体 B のように水平方向に木片などの圧縮性の高いがれき残渣で圧壊しているケースでは比較的強度が小さい傾向にあった．

### 6. まとめ

本試験結果から，UCB に 3～30℃の温度変化を繰り返し与えても圧縮強度の低下は無く，UCB の長期耐久性を確認することができた．

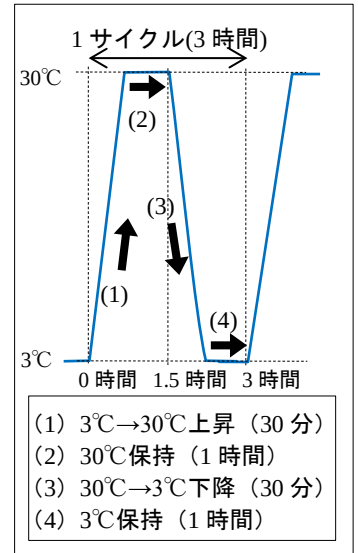


図-3 1 サイクルの考え方



供試体 A 供試体 B  
写真-2 供試体の外観例

表-3 一軸圧縮試験結果一覧

|               | 温度変化を与えた供試体                    |                            | 温度変化を与えない供試体                   |                            |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|               | 一軸圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 一軸圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
| No.1          | 7.01                           | 2.03                       | 5.58                           | 1.99                       |
| No.2          | 9.27                           | 1.97                       | 7.12                           | 1.95                       |
| No.3          | 5.09                           | 1.96                       | 8.95                           | 1.94                       |
| No.4          | 8.47                           | 1.93                       | 10.41                          | 1.92                       |
| No.5          | 5.89                           | 1.92                       | 5.79                           | 1.90                       |
| No.6          | 4.69                           | 1.85                       | 2.46                           | 1.83                       |
| No.7          | 2.20                           | 1.82                       | 7.80                           | 1.80                       |
| No.8          | 4.25                           | 1.79                       | 3.98                           | 1.77                       |
| No.9          | 4.03                           | 1.67                       | 2.70                           | 1.73                       |
| No.10         | 4.87                           | 1.66                       | 2.74                           | 1.57                       |
| 平均値           | 5.58                           | 1.86                       | 5.75                           | 1.84                       |
| 標準偏差 $\sigma$ | 2.03                           | —                          | 2.65                           | —                          |



供試体 A 供試体 B  
写真-3 破壊状況の代表例

参考文献 1) 岡本章太, 加納敏行, 五十嵐寛昌, 吉村文晴, 坂本俊一, 井尻裕二: 「がれき残渣の有効活用によるアップサイクルブロックの開発」, 土木学会平成25年度全国大会第68回年次学術講演概要集, CS5-011, pp. 21～22, 2013