

# コンクリート廃材を用いた有孔コンクリートブロックの試作

遠藤典男\* 松岡保正\*\*

## Trial Production of Porus Concrete Blocks Using for recycling Waste Concrete

ENDO H Norio and MASTUOKA Yasumasa

Part of waste concrete using as based coarse materials, but part of them are thrown away buried among in mid-mountains. Facilities for disposal of waste are shortage, and structuring recycle system is desired society. In order to use waste concrete, porus concrete(POC) is useful, which is able to mix in much waste concrete as coarse aggregate, compared with standerd concrete. POC are expected to apply planet, clean up water, and absorption of noise. In this report, trial production of POC blocks mixed to waste concrete, and varification to material. Next step, POC block put in rivers as a fetal rock, and observation to state of vegetation and animal propaties.

**キーワード**：コンクリート廃棄物，再生骨材，ポーラスコンクリート，偽岩

### 1. はじめに

コンクリート廃棄物は、道路建設時の路盤材料として使用されることも多いが、中山間地などへの埋め立て処分されることも少なくない。昨今では建設される道路の絶対量が減少しているとともに廃棄物量の増加と相俟って、処理場不足が深刻化している。

一方循環型社会システムの構築に対する社会的ニーズから廃棄物再利用の機運が高まっており、コンクリート廃棄物に対しても再利用への試みがなされている。コンクリート廃棄物を再利用する場合には、廃棄コンクリートを20～40mm程度の小片に粉碎し、振るい分けした後、一般的なコンクリートに配合される粗骨材として適用（再生骨材）されることになるが、近年空隙が非常に多いポーラスコンクリートに配合する試みが盛んになっている。ポーラスコンクリート（以下POCと記す）とは、一般的なコンクリートの配合に較べ極めて多量の粗骨材を配合し、僅かな高強度のセメントペーストで粗骨材同士を接着したものである。このため多くの空隙を有するコンクリートであり、その空隙を利用し種々の分野への適用が期待される。本来、コンクリートは2～5%

程度の空隙を有する多孔質体であるが、空隙が微小かつ少量のため、構造部材として適用される場合において設計上意識されることはない。しかしながらPOCは10～30%程度と多くの空隙を有しており、空隙の多さを利用して植生・水質浄化・吸音材料として適用が考えられ、一部は既に実用化されている。

本研究では、水中の動植物の生息空間を確保するための偽岩として、有孔コンクリートブロックを河床中に配置するが、このような有孔コンクリートブロックをPOCにより試作することを目的とする。本来人為的な行がない河川では、大小の自然石がランダムな状態に散らばり、岩、礫、土砂とが接する場所には空隙が存在し動植物の生息空間となっていた。三面コンクリートばりの河川改修は動植物の生息空間が確保できず、昨今の動植物が生息する豊かな自然空間に対する要望の高まりとともに、建設が減少、あるいは建設されたものが撤去されている。このような社会的背景により岩、礫、土砂による近自然型の河川改修が普及しつつあり、これに伴い19世紀以前の河川改修工法が見なおされつつある。このため、木工沈床（河床中に四角形や三角形の木枠を組み、中規模の岩を入れ川の流れを変えることにより、主として護岸保護を目的とする一写真1参照）の中に、POC製のブロックを配置することによる擬岩としての効果が期待できるほかに、POCの空

\* 環境都市工学科助教授

\*\* 環境都市工学科教授

原稿受付 2003年5月20日

隙、およびPOCブロックと木枠、POCブロック同士の接する個所に生じる空間を動植物の生息空間となるか否かを検証する。このため、まず本文ではPOC製ブロックの試作を試み、主として力学的特性を考察する。

## 2. POCブロックの配置効果

昭和40年から50年代にかけて、圃場整備事業の一環として、あるいは中山間地において災害防止のための沢筋整備により河川改修も実施されたが、三面コンクリートばりの改修も多く、改修前に比し河川に生息していた動植物が減少した。近年になり、生活空間の一部に豊かな自然を求める社会的要望が多く、コンクリート護岸に代り土や木などの材料を多用した護岸も増加する傾向にある。この背景には、小動物や植物が生息する豊かな近自然空間に対する社会的要望が高まってきたためである。

一方、河床などでは水質浄化のために葦などの水生植物を生育させることも多くなっているが、その周辺部分が遮光され、動物性、植物性プランクトンの生育が阻害されるとの報告もあり、日照射量確保のためPOCブロックの設置も有効である。さらには、砂質分が多いような河川では、礫や岩の量が著しく少ないことに起因し、水生生物の生息空間としての空隙が少ない。このような河川にPOCブロックを配置することによる種々な効果が期待できると考えられる。

また木工沈床の中へは、通常最大粒径200mm～500mm程度の自然石を配置するが、自然石に代えてPOCブロックを配置することにより、木工沈床本来の効果に加え、POCの空隙、およびPOCブロックと木枠、POCブロック同士の接する個所に生じる空隙が水生生物の生息空間として期待できる。

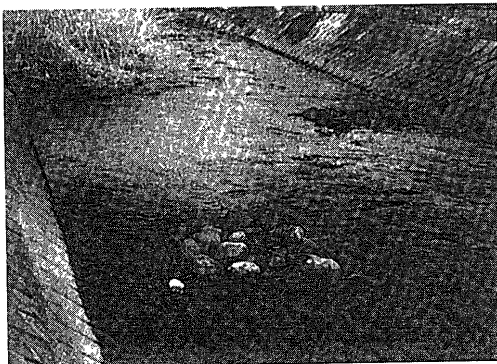


写真1 河床に設置された木工沈床

さらには、活火山より流出する硫黄の含有量が多いような河川では、水質が酸性となるため河床中に生息する貝類の生育が阻害されることになる。このような場所へPOCブロックを配置することにより、水生生物の生息空間確保に加え、セメントのアルカリ性溶出物による中和効果、並びにセメントを構成するCa化合物の溶出による貝類の成長補助効果が期待できると考えられる。

## 3. POCブロックの試作

### 3-1 粗骨材として使用した廃コンクリート片

本研究では、通常のコンクリートで粗骨材として川砂利、碎石などを配合する代りに、10mm～40mm程度に粉砕した廃コンクリート片を配合する。このため、廃コンクリートの再利用が可能となる。さらに廃コンクリートに含有される細骨材、粗骨材は、時間の経過に伴いPOCおよび粗骨材として配合する廃コンクリート片のセメントペーストが分解され、原骨材が河床へ供給されることによる、骨材の循環システムが期待できると考える。なお、粗骨材として使用した廃コンクリート片は、学生実験で打設したコンクリートテストピースを所定の大きさに砕いたものであり、物理諸量を表1に示す。

### 3-2 配合

まず結合材について考察する。河床に設置し、セメントペーストの溶出に伴うアルカリ性水和物の溶出を低レベルに保ち、水生生物に対する影響を少なくすべく、結合材は普通ポルトランドセメント50%、高炉スラグ微粉末50%（質量比）とした（高炉セメントB種に相当）。同様の理由から、POCでは配合しないかあるいは少量のみ配合する細骨材を、セメ

表1 粗骨材として使用したコンクリート片の物理諸量

配合	F.M	吸水率	実績率
①	9.00	5.5%	49.5%
②	7.85	5.5%	57.8%

表2 物理諸量

セメント 密度 [kg/cm <sup>3</sup> ]	高炉スラグ 密度 [kg/cm <sup>3</sup> ]	粗骨材 絶乾密度 [kg/cm <sup>3</sup> ]	細骨材 絶乾密度 [kg/cm <sup>3</sup> ]
3.16	2.90	2.30	2.60

表 3 配合 (単位量) [kg]

配合	W/(結合剤)	C [kg]	SL*1 [kg]	W [kg]	P/G [wt]*2	a/V [Vol]*3	a/V [Vol]*4	s [kg]	G [kg]	AE 剤 [kg]
①	25%	130	130	65	40%	30%	45%	130	1146	4
②	25%	90	90	45	40%	20%	24%	312	1342	3

\*1 SLは高炉スラグ微粉末を示す。

\*2 P (セメントペースト: C+SL+W+s) と G の重量百分率を示す。

\*3 \*4 a/V は空隙率 (空隙: a と全体積: V の体積百分率), 3 は配合時(仮定), 4 は硬化後の空隙空隙率(実測)。



写真 2 配合①による供試体

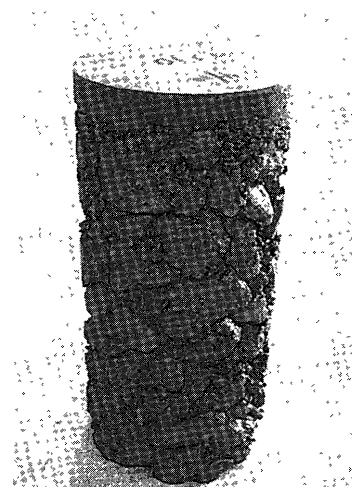


写真 3 配合②による供試体

ントペーストに対するセメントの割合を減少させるため適量混合する。ここで、高炉スラグはアルカリ抑制に対しては有効であるが、短機関での圧縮強度発現が小さいため十分な養生が必要である。

つぎに、POC の特徴である空隙率に関して考察する。一般的に空隙が多いほど強度が低下することになるため、セメントペーストの接着力が強度に影響するため、POC では、20~30%程度の水-結合材比のセメントペーストを適用する。また、空隙は主として粗骨材の粗粒率(F.M.)と実績率に依存するところが大きく、以下でこれらを変化させた場合のPOC テストピースを作成し比較検討した。表 2 に使用した材料の物理諸量を、表 3 に配合を示す。なお、混和剤として㈱竹本油脂社製チューポール SSP を使用した。

写真 2 は F.M.=9.00, 実績率: 49.5%のコンクリート片を使用し、目標強度を 5 [N/mm<sup>2</sup>] として配合①により作成した供試体である。50mm ふるいを通過し、40mm ふるいに留まるもののみ使用したため、実績率が一般的なコンクリートに配合する粗骨材に較べ小さい値である。配合時の空隙率は約 30%

とした。また、ペーストが柔らかくコンシステンシーが大きかったため、写真でも確認できるように供試体下部にペーストの沈殿が見られ、粗骨材への十分な接着効果が得られなかった。このため、硬化後の空隙が 45% (ペースト沈殿部分を除いた空隙率) と配合時に設定した空隙を大きく上回る空隙となってしまった。強度に関しても脱型に伴う僅かな衝撃により、粗骨材の剥離が数多く生じ、圧縮強度測定ができないほど脆弱なものになってしまった。

これらのことを鑑みて、写真 3 は配合②により作成した供試体である。なお、本配合でも目標強度を 5 [N/mm<sup>2</sup>] としている。使用した粗骨材は 40mm ふるいを全て通過し、10mm ふるいに残留するものであり F.M.=7.85, 実績率: 57.8%であり、配合①に較べセメントペースト中の細骨材量を増やすことによりペーストの軟度を小さくするとともに、配合時の空隙率を 20%とした。また、ペーストに細骨材を増加させたことによるコンシステンシーの低下に伴い、供試体下部へのペーストの沈殿は解消された。なお、写真 3 上部のセメントペーストは、ペーストキャッピングである。なお、本研究では細骨材とし



写真4 POCブロック

て川砂を使用しているが、廃コンクリート粉碎時のセメントペースト微粉末を使用することにより、廃コンクリートの再利用率が上がることになるが、水生生物に対する影響を検討した後、配合するか否かを判断する。

### 3-3 圧縮強度

配合②により作成した供試体の圧縮強度は、14日強度で  $2.1[\text{N}/\text{mm}^2]$  と目標強度の  $5[\text{N}/\text{mm}^2]$  には達していないが、結合材として高炉スラグ微粉末を50%混入しているため、打設後1年間は時間経過とともに強度増大が期待できる。また、POCブロックの設置場所では送流力以外の荷重が作用しないことを勘案すると、河床に設置するブロックとして使用に耐え得る性能を有していると考えられる。なお、配合したペーストのみの圧縮強度は  $69.9[\text{N}/\text{mm}^2]$  であった。

### 3-4 POCブロックの試作

写真4に本研究で試作したPOCブロックを示す。市販の炊事用ボール（半球状よりも円柱形に近い形状）を型枠として用いた。形状は底部の直径330mm、上部の高さ220mm、高さ140mm、容積約  $10\text{L}$  であり配合②のPOCを打設した。河床中に設置し、水流による送流力に抵抗できるよう、ブロック下部（打設時には上部）での断面が大きく、上部の断面が小さな断面となるようにした。打設後2日で脱型した際、ブロック下部で多少粗骨材の剥離があったが、概ね粗骨材の接着は良好であり、空隙を実測した結果22%であった。また、写真4でも確認できるようにブロック上部でのペーストの沈殿が僅かにあったが、ブロックの設置場所を考えると問題になる状態ではない。十分な養生後（1～2ヶ月程度）所定の河川へ配置する予定である。

## 4. おわりに

廃コンクリートを再生骨材として使用しポーラスコンクリート製ブロック（偽岩）を作成した。セメントペーストのコンシステンシーが空隙および強度に大きく依存するため、十分な管理が必要となる。結合材として普通ポルトランドセメントと高炉スラグ微粉末を同量ずつ配合したが、高炉スラグ微粉末の硬化時間が長いので、十分な養生が必要である。粗骨材の吸水率が川砂利、碎石に比し大きく、表面水がペーストの付着に多大な影響を及ぼすため、一般のコンクリートに較べ十分な粗骨材表面の水分管理が必要である。ポーラスコンクリートは空隙が通常のコンクリートよりも大きいので、比表面積が大きく、このためセメント中のアルカリ溶出も大きくなると考えられるため、今後アルカリ溶出量の測定とPOCブロックを河床に設置した際の生態系に対する影響を検討する予定である。最後に、水生生物の生息空間確保という観点からは配合①のほうが②より適していると考えられるため、ペーストの配合、骨材の寸法を変化させるなどして、空隙率が大きくかつ実用可能な強度を有するブロックの作成を今後の課題としたい。

## 参考文献

- 1) 月岡・牧：再生骨材の緑化コンクリートへの利用に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24, No.1, pp.1125～1130, 2002.
- 2) リサイクル資材のコンクリートへの活用技術の標準化調査研究員会：リサイクル資材のコンクリートへの活用技術の標準化，コンクリート工学，Vol.39, No.10, pp.98～101, 日本コンクリート工学協会（2001.10）.
- 3) 財団法人先端建設技術センター 編：総合的建設副産物対策，建設副産物リサイクル広報推進会議（2000）.
- 4) 紫桃・吉澤・古賀：資源の有効利用を考慮したコンクリート材料，コンクリート工学，Vol. 39, No. 11, pp. 55～58, 日本コンクリート工学協会（2001. 11）
- 5) 石井一郎 編著：建設副産物—建設廃棄物の処理とリサイクル—，森北出版（1997）.
- 6) W. チェルニン（徳根吉郎 訳）：建設技術者のためのセメント・コンクリート化学，技報堂出版（1969）.