

多自然型コンクリートに関する調査研究

湯浅 幸久* , 村上 和美* , 前川 明弘*

Researches for Eco - concrete

by Yukihiisa Y U A S A , Kazumi M U R A K A M I
and Akihiro M A E G A W A

〔要 旨〕

県内河川の現地調査を行い、多自然型コンクリートに求められる特性に関するデータの収集を行うとともに、自然との共生が有望視されているポーラスコンクリートの多自然工法への応用の可能性について検討した。

その結果、現地調査では、河川改修の必要性、覆土の流出等による緑化の遅れ、木工沈床および空石積み工法の有効性などが確認できた。また、可能性試験では、セメント粒子の分散状態および粗骨材周辺のペースト量が圧縮強度に影響を与えることがわかった。

1. はじめに

平成8年9月3日、官報速報に『自然を生かした川づくり』を大テーマとする、河川行政の転機ともなる計画が打ち出された、これにより、河川におけるコンクリートのあり方が抜本的に見直されることとなった。現在、種々の検討がなされている^{1) - 3)}が、コストパフォーマンスの観点からコンクリートを上回るものはなく、自然環境への適応性並びに護岸としての機能を両立させた多自然型コンクリート製品の開発が求められている。また、本県は西に鈴鹿山脈、東に伊勢湾が位置しており比較的河床勾配の急な河川が多いため、自然環境及び自然条件に合わせた河川づくりを行う必要もある。

そこで今回は、当県工業技術センターを始め、農業技術センター、林業技術センター、水産技術センター内水面分場、環境科学センターの5機関で、県内河川の現地調査を行い、さらに、当工業技術センターでは、多自然型コンクリートに求められる特性に関するデータの収集を行うとともに、自然との共生が有望視されているポーラスコンクリート^{4) - 5)}の多自然工法への応用の可能性について検討した。

2. 調 査

平成9年8月12日および19日の両日にわたり、一級河川宮川水系大内山川において現地調査を行った。調査方法は写真撮影を中心に行い、あわせて水の採取、水温の測定を行った。

2.1 現地調査結果

大内山川での調査地点を図1に、調査地点における河川改修状況を図2に示す。

コンクリートブロックあるいは巨石による空積みであっても、空間部分に土による目詰めを施し、柳類を植栽したものでは、水分が充分補われる水際付近で緑化の効果が見られた。しかしながら、中上段部では覆土の流出・保水性の不足による緑化の遅れや停止などが多く見うけられた(図2 - A)。次に、木工沈床および空石積みを組み合わせた水際あるいは水中では魚類の寄り付きが確認でき、有効な工法であることがわかった(図2 - B)。また、回収後、比較的早期の増水により、覆土が流失し、植生環境を喪失している箇所が見うけられる、河川改修の必要性も確認できた(図2 - C)。

* 研究指導室応用材料チーム

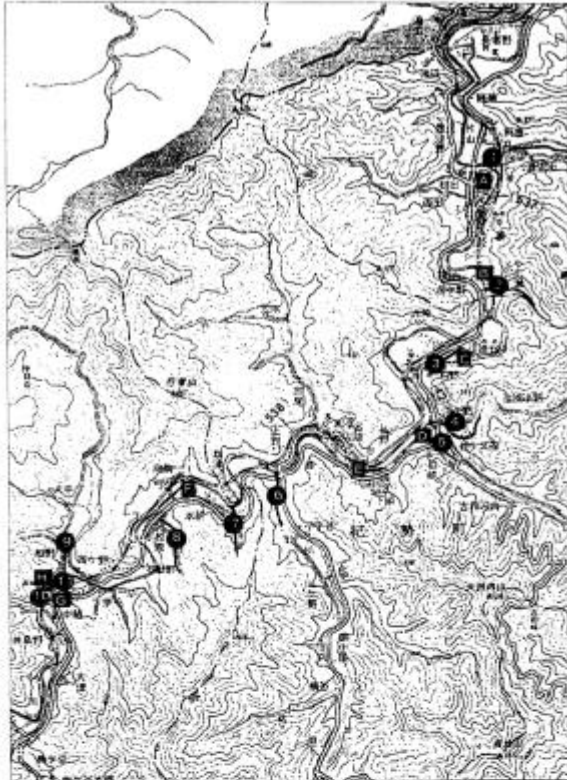


図1 一級河川宮川水系大内山川での現地調査地点

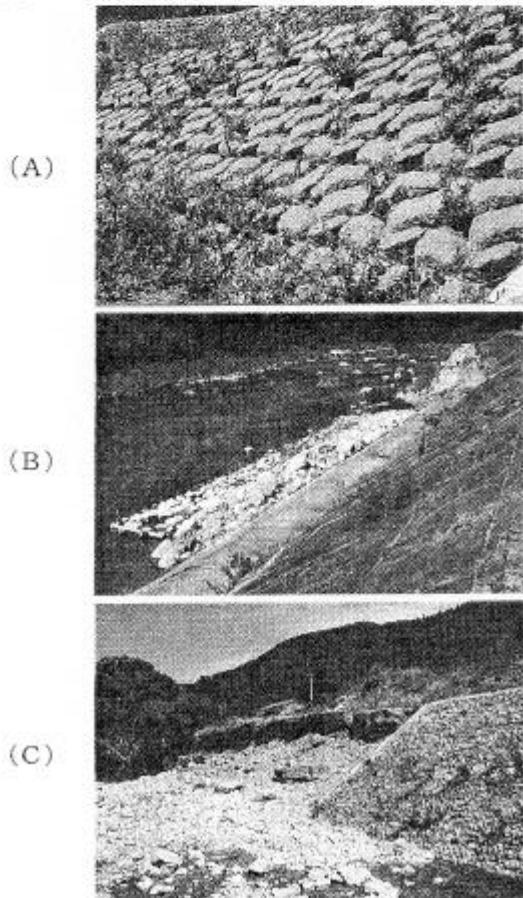


図2 現地調査地点における河川改修状況
(A)阿曾工区, (B)崎工区, (C)藤ヶ野工区

2.2 水質調査結果

大内山川本川7地点と流入支川等11地点を対象に、全窒素、全リンおよびその他の項目（pH、COD、塩化物イオン）について水質調査を実施した。それらの結果を表1に示す。

表1 大内山川水質調査結果

地点名	水温(℃)	pH	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	SS(mg/l)	全窒素(mg/l)	全リン(mg/l)	Cl(mg/l)
阿曾工区 A	24.0	7.1	0.5	0.8	1	0.15	0.019	4
藤ヶ野工区 B	23.5	6.9	—	0.8	—	0.16	0.009	5
柏野工区 C	23.9	6.9	—	0.8	—	0.15	0.013	4
崎工区 D	24.1	7.0	<0.5	0.8	1	0.11	0.023	4
崎工区 E	24.0	7.1	—	0.8	—	0.13	0.016	4
駒工区 F	25.6	7.1	—	0.8	—	0.10	0.019	4
車瀬工区 GH	25.5	7.2	0.6	0.9	1	0.11	0.017	4
奥河内川 No.1	20.0	7.3	<0.5	0.7	<1	0.06	0.192	3
小広瀬川 No.2	20.5	7.5	<0.5	0.5	<1	0.14	0.024	4
柏野工区C付近 No.3	25.6	6.9	—	5.0	—	1.20	0.130	7
佐瀬小路川 No.4	22.6	7.5	0.6	1.2	<1	0.13	0.008	6
古河内川 No.5	21.0	7.0	0.5	0.9	1	0.12	0.015	5
三ヶ野川 No.6	20.3	7.2	<0.5	0.8	1	0.19	0.012	5
本駒地内小河川 No.7	20.5	7.2	0.6	1.2	2	1.20	0.470	6
松原地内小河川 No.8	19.5	7.3	<0.5	0.8	1	0.05	0.026	4
庵子川 No.9	19.5	7.4	<0.5	1.1	<1	0.13	0.027	4
ホテル水路流入 No.10	24.0	7.1	—	1.4	—	0.14	0.030	4
ホテル水路流出 No.11	26.0	7.2	—	1.4	—	0.07	0.023	4

本川の全窒素濃度は0.10~0.16mg/l(平均0.13mg/l)であり、全流域でほとんど変化が見られなかった。一方、支川等については0.05~1.2mg/l(平均0.31mg/l)であり、No.3柏野工区C付近水路とNo.7本駒地内小河川で1.2mg/lと他に比べて高い値を示した。この2地点を除いた9地点では、0.06~0.19mg/l(平均0.11mg/l)であり本川の値と同程度であった。また、全リンについても全窒素とほぼ同様の傾向が見られた。本川的全リン濃度は0.009~0.023mg/l(平均0.016mg/l)であまり変化が見られなかったが、支川等については0.012~0.47mg/l(平均0.087mg/l)であり、No.1、No.3およびNo.7でそれぞれ0.19、0.13、0.47mg/lと他に比べて高い値を示した。この3地点を除いた8地点では、0.008~0.030mg/l(平均0.020mg/l)で本川の値と同程度であった。支川等の数地点において値が高くなった原因は、No.1とNo.3では上流部集落からの生活排水の流入、またNo.7については付近の養鶏場、牛舎等の影響によるものと考えられる。

3. 可能性試験

3.1 実験1

3.1.1 試料

(1) 原材料

結合材 普通ポルトランドセメント (NPC)

比重: 3.13

シリカフューム (SF) 比重: 2.2

粗骨材 道路用碎石 (5・6・7号碎石)

表乾比重: 2.70 (加太山産)

混和剤 透水コンクリート用混和剤,

高性能AE減水剤 + 増粘剤

3.1.2 実験方法

(1) 配合

配合は表2に示す。シリカフュームはセメント量の内割りりで10%混入した。

表2 ポーラスコンクリート配合表 (実験1)

試料名	水結合材比(w%)	結合材	ペースト粗骨材比(v%)	粗骨材(mm)	混和剤	増粘剤
1-1	25	NPC	30	20	透水性	なし
1-2				13		
1-3				5		
1-4	25	NPC+SF	30	20	高性能	使用
1-5				13		
1-6				5		

(2) 混練および評価方法

パン型ミキサーにより練り混ぜを行い、1バッチの練り混ぜ量は40lとした。通常の混練ではセメントペーストがボール状になるため、粗骨材およびセメントの空練りを行った後、水を投入した。また、締め固めはVBコンシステンシーメーター(篠原製作所)を用いた。圧縮強度試験は、万能試験機(JTトーチYU2000S)を用い、直径100mm高さ200mmの円柱試体で行った。キャッピングには石膏を用いた。また、コンクリートの空隙率測定は、日本コンクリート工学協会エココンクリート研究委員会『ポーラスコンクリートの空隙率測定方法(案)』に準じて行った。

3.2 実験2

3.2.1 試料

(1) 原材料

結合材 普通ポルトランドセメント (NPC)

比重: 3.15

シリカフューム (SF) 比重: 2.2

粗骨材 コンクリート用碎石 (20mm)

表乾比重: 2.65 (櫛田川流域産)

混和剤 高性能AE減水剤

3.2.2 実験方法

(1) 配合

配合は表3に示す。

表3 ポーラスコンクリート配合表 (実験2)

試料名	水結合材比(w%)	結合材	ペースト粗骨材比(v%)	粗骨材(mm)	混和剤	増粘剤
2-1	25	NPC	40	20	高性能	なし
2-2	22	NPC	30	20	高性能	なし

(2) 混練および評価方法

従来のパン型ミキサーによる練り混ぜでは、セメント粒子の分散が良くないため、セメントペースト先練りの2段型(上段パン型、下段強制2軸)ミキサーにより練り混ぜを行った。セメントペースト先練り用の上段パン型ミキサーは攪拌ブレードの形状が従来のパン型ミキサーとは異なっており、さらに高速で攪拌できるため水結合材比を22%まで下げることができた。1バッチの練り混ぜ量は30lとした。締め固めは突き棒で行った。評価方法は実験1と同様とした。

3.3 実験結果【実験1, 2】

3.3.1 コンクリートの圧縮強度試験(JIS A 1108)

圧縮強度試験の結果を図3に示す。

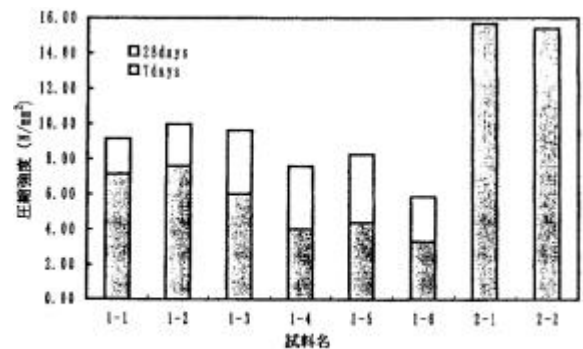


図3 ポーラスコンクリートの圧縮試験

いずれの圧縮強度とも、20N/mm²以下であった(ただし、試料名2-1, 2-2は7日強度のみ)。

この図から、試料名2-1および2-2の圧縮強度が他の試料と比較して高いことがわかる。このことは、ペースト先練りの効果によりセメント粒子の分散が良くなり、水和反応が助長されたのではないかと考えられる。

次に、シリカフュームを添加した試料(試料名1-4, 1-5, 1-6)は、添加しなかった試料(試料名1-1, 1-2, 1-3)とそれぞれ比較して、どの粒径の粗骨材においても圧縮強度は高くなることがわかった。シリカフュームによるマイクロフィラー効果およびポゾラン反応の効果で圧縮強度は高くなる報告⁶⁾もあるが、今回の実験範囲内においてはこれらの効果は得られなかった。

最後に、粗骨材粒径13mmの試料(試料名1-2, 1

- 5) の圧縮強度は、5mm (試料名 1-3, 1-6) および 20mm (試料名 1-1, 1-4) の試料よりもそれぞれ高くなることがわかった。通常、粗骨材粒径は小さいほど圧縮強度は高いと考えられている⁷⁾。しかしながら、今回の実験では 5mm の試料の方が 13mm よりも低くなった。このことは、ペースト粗骨材比 30% では、粗骨材の表面積が大きい 5mm の試料においては粗骨材周辺のセメントペースト量が不足しているのではないかと考えられる。

3.3.2 コンクリートの空隙率

コンクリートの空隙率測定結果を図 4 に示す。

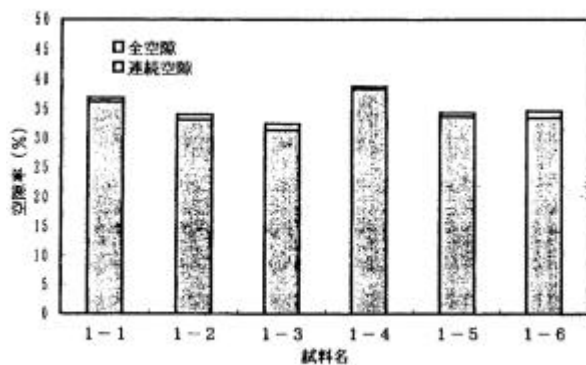


図 4 ポーラスコンクリートの空隙

この図から、粗骨材粒径 20mm (試料名 1-1, 1-4) の空隙率が他の試料よりも高く、コンクリート内に空隙が多いことがわかる。このことから、必要な圧縮強度が確保できれば、粗骨材粒径は大きいほど植生には適しているものと考えられる。すべての試料とも植生の目標とされている空隙率 30% 以上^{8)・9)}であり、植生は充分可能であると考えられる。

4. まとめ

今回の実験では、セメント粒子の分散状態が圧縮強

度に大きく寄与することがわかった。あわせて、粗骨材周辺のペースト量も圧縮強度に影響を与えることもわかった。そのため、必要とされる圧縮強度を満たすためには、セメント粒子の分散状態を良くし、さらに粗骨材の形状に応じたペースト粗骨材比を選択する必要がある。空隙率については、各試料とも植生の目標とされる 30% 以上であり、植生が充分可能である。

最後に、今回の調査・研究結果をもとに、県公設試を中心とする研究体制により、自然環境と調和した河岸保護および生態系の保全を目的とした護岸工法について検討する予定である。

参考文献

- 1) 小池達雄：土木技術，Vol.153, No.5, p96(199)
- 2) 岸田秀樹：セメント・コンクリート，No.610, p44(1997)
- 3) 佐伯昇，板倉忠興：セメント・コンクリート，No.590, p18(1996)
- 4) 岡本享久，安田昇，増井直樹，佐藤文則：コンクリート工学，Vol36, No.3, p52(1998)
- 5) 柳橋邦生：コンクリート工学，Vol.16, No.3, p28(1998)
- 6) 三井健朗，米沢敏男，横田勉，手塚正道：コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16, No.1, p289(1996)
- 7) 中澤隆雄，Abderrazak Zouachi，今井富士夫：第50回セメント技術大会講演要旨集，p156(1996)
- 8) 松川徹，玉井元治：土木学会第51回年次学術講演会要旨集，p458(1997)
- 9) 桑原豊：NIKKEI ARCHITECTURE, p110(1996)