

河川護岸に適用し10年を経過した緑化コンクリートの長期強度

(株)竹中土木 正会員○安藤慎一郎 山田 敏昭 正会員 和田 直也
 (株)竹中工務店 正会員 柳橋 邦生 正会員 佐久間 護 正会員 米澤 敏男
 日本植生(株) 正会員 中村 勝衛 豊原 大介

1. まえがき

近年、地球環境への関心が高まりをみせており、河川護岸においても生態系への影響や景観に配慮した多自然型河川護岸の採用が増えつつある。河川護岸として厳しい環境下に置かれる緑化コンクリートにとって耐久性能の検討は重要である。

著者らは、コンクリート構造物に緑を取り入れる技術のひとつとして「緑化コンクリート」を開発し¹⁾、河川護岸への適用性について検討を進めてきた。このたび信濃川の低水護岸において10年間の長期暴露した試験体の強度を確認する機会を得たので、その結果について報告する。

2. 緑化コンクリートを適用した河川護岸の概要

2.1 概要

緑化コンクリートを適用した河川護岸は、新潟県小千谷市内の信濃川中流部において施工した低水護岸（施工面積 644m²、平均法長 9.2m、延長 70m）である。施工は 1994 年 9～10 月に行った。図 1 に緑化コンクリート施工部の標準断面、表 1 に因子と水準を示す。緑化コンクリートは法覆工として用い、根固めには木工沈床、法留めには巨石を用いた。緑化コンクリート施工部には起伏を形成し、より自然な景観となるよう配慮している。

2.2 施工方法

法覆工となる緑化コンクリート部分の施工は、1)ポーラスコンクリート打設、2)充填材注入、3)表層基盤吹付けの順で行った。ポーラスコンクリートの打設は場所打ちである。表 2、表 3 に使用材料、配合を示す。生コン工場にて製造したポーラスコンクリートはダンプトラックにて打設場所まで運搬し、バックホウにて敷き均して締め固めた。養生は通常のコンクリートと同様にマットを用いて 1 週間行なった。充填材は粘性を調整したスラリーとし、ポーラスコンクリート表面から連続空隙内に注入した。表層基盤は種子を混入して基盤材を吹付け施工した。

3. 護岸の法覆工に用いたポーラスコンクリートの長期強度

3.1 試験方法

長期暴露試験は、図 2 に示す孔あきポーラスコンクリート版を護岸法覆工上部に設置し、この孔内に施工時採取のφ15cm×30cm 試験体（以下、暴露強度試験体という）を挿入して行なった。暴露強度試験体をポーラス

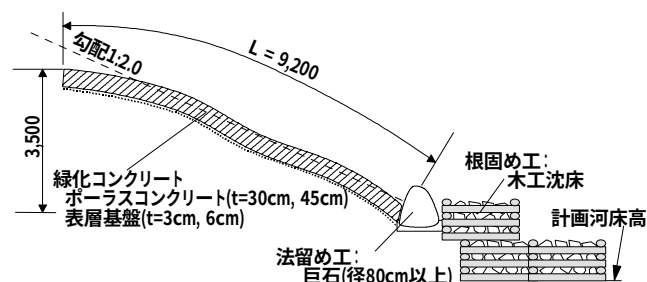


図 1 緑化コンクリート施工部の標準断面

表 1 緑化コンクリート施工部の因子と水準

因子	水準
使用骨材	5号砕石、混合(5号砕石:川砂利=2:1)
ポーラスコンクリート厚み	30cm, 45cm

表 2 ポーラスコンクリートの使用材料

材料	仕様
セメント	高炉セメント C 種 比重 2.98、比表面積 4150cm ² /g
粗骨材	信濃川産川砂利 粒径 25～40mm、表乾比重 2.72
	5号砕石 粒径 13～20mm、表乾比重 2.76

表 3 ポーラスコンクリートの配合

配合	骨材最大寸法	P/G * (%)	W/C (%)	混和剤 (Cx%)	単位量(kg/m ³)			
					水	セメント	5号砕石	川砂利
A	20mm	25	25	0.85	60.5	250	1617	0
B	40mm	25	25	0.825	64.3	257	1078	579

*セメントペースト/粗骨材体積比

キーワード：ポーラスコンクリート、長期強度、河川護岸、耐久性、緑化、芝
 連絡先：東京都江東区新砂 1-1-1 Tel:03-6810-6307 Fax:03-6660-6304

ンクリート版に挿入後、施工時と同様に1週間の養生期間を経て保水材充填、表層基盤施工（芝種子入り）を行っている。今回は材齢10年として暴露強度試験体3本を取り出し、硫黄キャッピングを行った後、JIS A 1108に準拠して圧縮強度試験を行った。なお、コア採取を行わずこのような試験方法としたのは圧縮強度が低く、コア採取が圧縮強度に及ぼす影響が大きいと判断したためである。

3.2 試験結果

暴露強度試験体の外観を写真1に、圧縮強度試験結果をまとめて表4、図3に示す。材齢10年の暴露試験体圧縮強度は、これまでに確認した材齢6ヶ月、9ヶ月、3年における暴露試験体圧縮強度と同様、目標とした 10N/mm^2 以上を確保できた。

表5に示す標準養生試験体と暴露試験体の圧縮強度には、若干の差が認められる。これは初期には主として、施工条件や養生条件等の影響、長期では根酸やフミン酸（充填材に含まれるピートモスの分解生成物）による侵食や、凍結融解作用を含む温度変化等が影響している可能性があったが、長期強度は増進する傾向にあり、その影響は小さいと考えられる。

4. 地震による影響

写真2は2004年10月23日に発生した新潟県中越地震後の緑化コンクリートおよび隣接する接続ブロックの護岸外観を示す。河川の低水護岸として施工した緑化コンクリート部には、当初から表層基盤に混入した洋芝および根鉢を設けて植栽した木本類が生育している。また毎年の融雪出水や洪水等により在来植物等が周囲から入り込み現在の植生を形成している。地震によって接続ブロックは大きなずれを生じたが、緑化コンクリートには木本類の根鉢部分でひび割れを発生したものの、特に大きな被害は認められなかった。

5. あとがき

緑化コンクリートの「多自然型護岸用素材としての可能性」を検討するには、河川護岸原位置でのポ-ラスコンクリートの長期的な耐久性を確認することが必要である。ポ-ラスコンクリートの原位置での構造体強度は、打設時の締固めや養生等の施工条件、外気温の変化など環境条件、さらに植物の根から供給される根酸によって、標準養生を行った試験体から得られる強度とは異なると推測されてきた。

今回、河川護岸に適用し10年間を経た緑化コンクリートを調査した結果、植生を持っても圧縮強度 10N/mm^2 を確保できること、大きな地震を受けても安定であることを確認できた。すでに流水に対しても抵抗性を有すること²⁾を確認しており、緑化コンクリートの多自然型護岸への適用性拡大に向けて、一定の評価ができたものとする。

謝辞：本調査に当たっては国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所、同越路出張所のご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を称します。

参考文献：1) 柳橋他，緑化コンクリートの河川護岸への適用，コンクリート工学年次論文報告集，Vo1.18，No.1，1996

2) 山田他，河川護岸における緑化コンクリートの施工，土木学会大会要旨集，II，1997

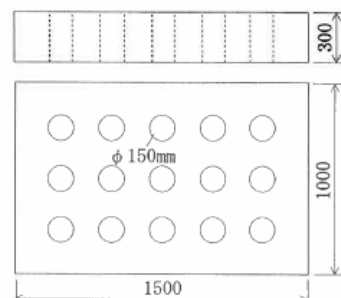


図2 耐久性確認用暴露試験体

表4 ポ-ラスコンクリートの圧縮強度（暴露試験体）

配合	材 齢			
	6ヶ月	9ヶ月	3年	10年
A	14.3	14.4	12.6	13.3
B	15.1	17.0	16.7	18.4

表5 ポ-ラスコンクリートの圧縮強度（標準養生試験体）

No.	配合	空 隙 率	圧縮強度(N/mm^2)	
			材齢1週	材齢4週(平均)
1	A	28.0%	8.88	14.4
2		28.0%	10.7	14.9
3		28.1%	9.49	11.4
4	B	26.0%	9.69	14.3
5		24.7%	15.0	18.3

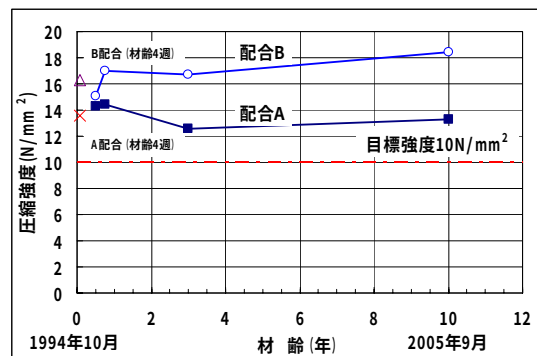


図3 ポ-ラスコンクリート圧縮強度の経時変化



写真1 材齢10年ポ-ラスコンクリート強度試験体の外観



写真2 新潟県中越地震後の河川護岸の外観
緑化コンクリート 接続ブロック（隣接工区）