

環境共生のための木片ポーラスコンクリートの製造に関する基礎研究

日大生産工 川 村 政 史 日大生産工(院) 三 輪 久 美
日大生産工 湯 浅 昇 元日大生産工 笠 井 芳 夫

1. はじめに

本研究は環境共生の観点から、屋上を緑化することにより、比較的暑い季節のコンクリート構造物の高温化防止を目指し、屋上緑化のための基盤材を製造するための実験研究であり、木片チップを使用すること。ポーラスであること。保水性を有すること。軽量であること。ある程度の強度を有することなどを満足する基盤材を製造することを目標としたものである。

2. 実験方法

2.1 使用材料

木片チップは柱、梁などを一次破碎したものでアスペクト比3~25程度のものを使用した。ALCは軽量で且つ30%程度の吸水率を有することから保水性を確保する目的で使用した。市販のALC板を径20mm程度に破碎したものをを使用した。セメントは研究用の普通ポルトランドセメント、水は上水道水、その他に減水剤として木片用特殊減水剤を使用した。図-1に木片、ALCの粒度分布および物理性状を示した。

2.2 配合

配合は表1によった。木片チップ/ALCの混合割合を内割りで1.0/0, 0.75/0.25, 0.5/0.5, 0.25/0.75および0/1.0とした。水/セメント比は35, 40および45%とした。

2.3 木片ポーラスコンクリートの製造

木片ポーラスコンクリートの練り混ぜにはアイリッヒ型のミキサーを用いた。はじめに、セメントに(水+減水剤)を投入し1分間攪拌してセメントペーストを作製した。次にそのペーストの中に木片チップおよびALCを加えて2分間練り混ぜた。

一軸圧縮試験用および密度試験用の試験体は鋼製型枠φ100×h200(mm)を用いて打ち込んだ。打ち

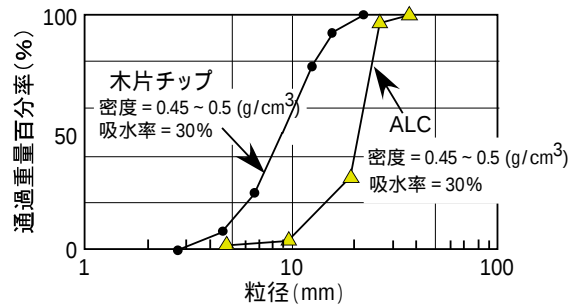


図-1 使用材料の粒度分布

図-2 配合表

図2 配合表

(kg/m³)

木片チップ/ALC	セメント	木片チップ	ALC	水	W/C (%)	減水剤 (C×Wt%)
1.0/0	490	327	0	170	35	1.5
0.75/0.25		241	161			
0.5/0.5		176	222	196	40	
0.25/0.75		86	336	220	45	
0/1.0		0	438			

込みは3層とし、供試体を各3本ずつ作製した。吸水・保水試験用の試験体には鋼製型枠φ50×h100(mm)を用いた。供試体は脱型後、強度試験時まで20-R.H.60%の恒温恒湿室に静置し、空气中養生した。

2.4 強度試験

強度試験はアムスラー型10t万能試験機を使用し、材齢3日、7日、28日および91日で行った。密度は3日脱型時にノギスを用いて試験した。

2.5 吸水・保水試験

吸水・保水試験はJIS A 1110に準拠して行った。保水試験は24時間吸水後、空气中養生で恒量になるまで経過時間毎の質量変化を測定した。

2.6 植生実験

植生はまず、縦×横×深さが900×1200×120(mm)のコンクリート練り混ぜ用の船を用い、その中に厚さ100mmの基盤材を打ち込んで作製し、基盤材の表面に0, 30, 50(mm)の土を盛り芝生を植えつけた。

Manufacture of wood-chip porous concrete for environmental symbiosis

Masashi KAWAMURA, Kumi MIWA, Noboru YUASA and Yoshio KASAI

芝は生命力が強く、枯れにくい高麗芝を用いた。植生実験の期間を10ヶ月とし、発育状況を観測により評価した。10ヵ月後、芝草、土および基盤材の断面を切断して芝の発育状況、土の厚さによる根の成育状況を観察した。

3. 結果と考察

材齢28日圧縮強度試験の結果を表-2に示した。強度は0.39~1.28(N/mm²)、変動係数0~0.21、密度は0.547~0.804(g/cm³)、変動係数0.01~0.09となり、強度、密度共に極めて低い値を示した。しかし、この基盤材は大きな強度は必要とせず、密度は人が持って作業できる程度の重量を確保できれば十分満足されるために、この程度の強度、密度で十分に条件を満足していると言える。

3.1 材齢と圧縮強度との関係

図-2に材齢と一軸圧縮強度との関係を木片チップ/ALCの混合割合別にW/C=40%の場合を示した。木片チップ/ALCの混合割合に関係なく材齢が大きくなると強度は若干大きくなる程度であった。

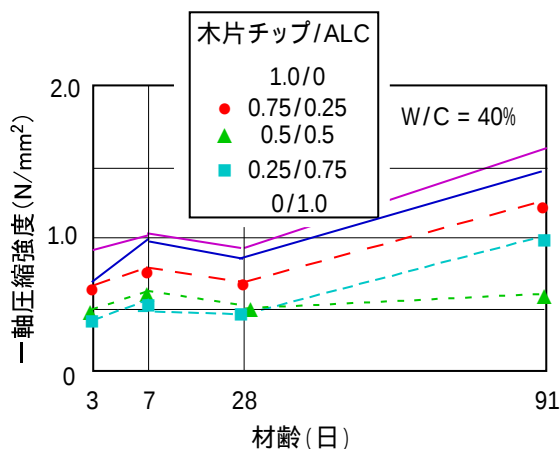


図-2 材齢と一軸圧縮強度との関係

3.2 混合割合と圧縮強度との関係

図-3に木片チップ/ALCの混合割合と一軸圧縮強度との関係を示した。各W/Cでバラツキが見られ、木片チップ/ALCの混合割合において、W/C=45%の場合はALCの混入が多くなると僅かな強度増大が見られたが、W/C=35~40%では逆に強度が下がる傾向が見られ、一概に結論は出しにくく、従って混合割合の違いによる強度変化は見られないと言える。

3.3 W/Cと圧縮強度との関係

図-4にW/Cと一軸圧縮強度との関係を木片チップ

表-2 圧縮強度・密度一覧(材齢28日)

木片チップ/ALC	W/C (%)	圧縮強度(N/mm ²)		密度(g/cm ³)	
		平均値(N/mm ²)	変動係数	平均値(g/cm ³)	変動係数
1.0/0	35	0.83	0.10	0.560	0.03
0.75/0.25		0.82	0.04	0.569	0.02
0.5/0.5		0.39	0.05	0.570	0.06
0.25/0.75		0.59	0	0.647	0.09
0/1.0		0.70	0	0.664	0.06
1.0/0	40	0.82	0.15	0.547	0.01
0.75/0.25		0.72	0.13	0.579	0.10
0.5/0.5		0.73	0.07	0.623	0.05
0.25/0.75		0.50	0.06	0.642	0.03
0/1.0		0.65	0.08	0.665	0.01
1.0/0	45	0.75	0.10	0.549	0.04
0.75/0.25		0.58	0.20	0.588	0.04
0.5/0.5		0.71	0.21	0.616	0.01
0.25/0.75		0.91	0.15	0.659	0.04
0/1.0		1.28	0.19	0.804	0.02

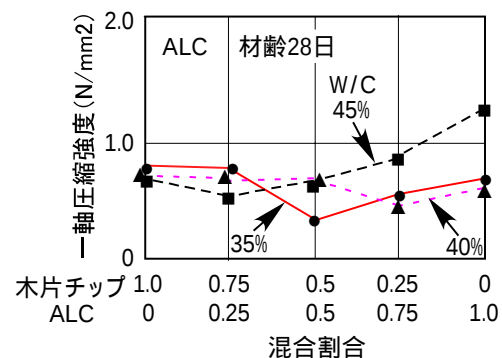


図-3 混合割合と一軸圧縮強度との関係

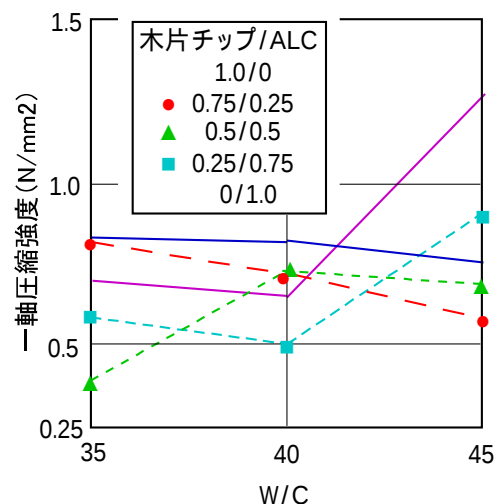


図-4 W/Cと一軸圧縮強度との関係

/ALCの混合割合別に示した。図より木片チップの混入割合が多い場合はW/Cが大きくなると強度は低下する。混合割合が0.5/0.5と同じ場合はW/Cが35から40%の場合は強度が大きくなるが、W/Cが45%では40%の強度とほぼ同じ値を示した。木片チップ

の混合割合が少ない0.25/0.75 および ALC 単体では W/C が 35～40%の場合には強度が下がるが、40～45%では大きくなる。以上のように3パターンに分類された。いずれにしても強度が0.4～0.8 (N/mm²) を目標とする木片チップ/ALC のポーラスコンクリート基盤材を製造する場合はW/Cが35～45%で十分可能と言える。

3.4 圧縮応力—ひずみ曲線

図-5に材齢28日、W/C=40%の場合の木片ポーラスコンクリートの圧縮応力—ひずみ曲線を示した。木片チップ/ALC=0/1.0(即ち ALC 単体)の場合は最大強度までに直線的に増大し、ピークを過ぎると急激に強度が低下する。また、木片チップ/ALC = 1.0/0(即ち木片チップ単体) の場合は ALC 単体の場合に比し、緩やかな傾きを持って強度が増大し、ひずみが9%を過ぎてもピークが現れてこない。木片チップ/ALC=0.25/0.75 と ALC が木片チップに比して多く混入している場合は ALC 単体の場合ほどの弾性定数を示す傾きは大きくないが ALC 単体と同じような経緯の応力—ひずみ曲線となった。木片チップ/ALC=0.5/0.5 および 0.75/0.25 と同一混合割合または木片チップが多く混入する場合はピークを過ぎても強度は低下せず一定の強度を維持する応力—ひずみ曲線となった。

3.5 圧縮強度と密度との関係

図-6 は一軸圧縮強度と密度との関係を木片チップ/ALC の混合割合別に色分けして示した。バラツキが大きい密度が大きくなるにしたがって圧縮強度も大きくなり、 $y = 2.1x - 0.4$ の一次式で示された。

3.6 吸水性・保水性

図-7 は吸水・保水性を評価する材齢と含水率との関係を示した。図より吸水開始時の 初期含水率は木片ポーラスコンクリートが有する含水率である。それぞれ混合割合の違いで含水率は異なっている。その時点から木片ポーラスコンクリートを水中に浸漬して吸水させると 24 時間後の含水率は上昇し の位置になる。即ち吸水量を示す値となる。 から 20 -RH60%の恒温恒湿室で乾燥させる。恒量になるまで経過時間(日数)と質量を測定し になるまで続ける。その後、105 の乾燥炉に入れ、 絶乾状態にする。

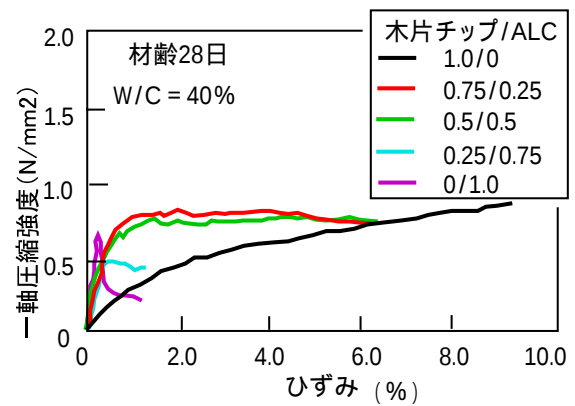


図-5 応力 - ひずみ曲線

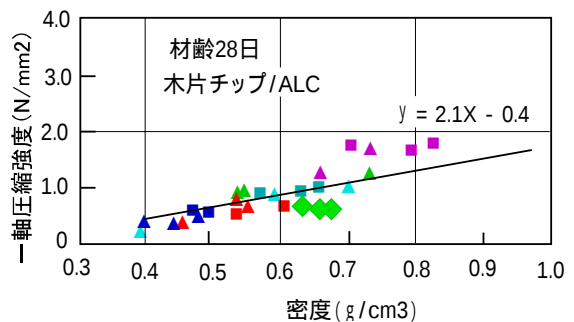


図-6 密度と一軸圧縮強度との関係

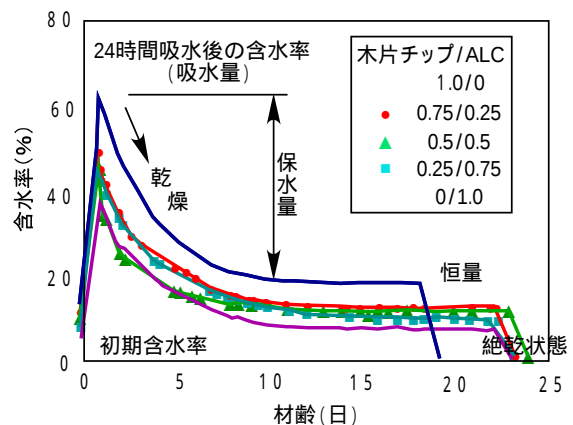


図-7 吸水・保水性試験結果

表-3 吸水・保水性一覧

木片チップ/ALC	初期含水率 (%)	吸水率 (%)	保水期間 (Day)	保水率 (%)
1.0/0	15.0	48.0	9	41.0
0.75/0.25	12.0	40.0	10～11	38.0
0.5/0.5	9.5	38.5	9～10	31.0
0.25/0.75	7.0	37.0	12～13	33.0
0/1.0	5.0	34.0	10	28.0

この様にしてまとめたものが表-3 である。保水時間、保水量はそれぞれ木片チップ/ALC の混合割合によって異なり、木片ポーラスコンクリートの吸水率は

平均 38.5%、保水期間は 9～13（日）であり、保水率は平均 34%であった。

3.7 空隙率と圧縮強度との関係

図-8 に木片チップ/ALC の混合割合と空隙率との関係を示した。図より混合割合の違いによる空隙率の違いはほとんど見られず 45～52%の空隙率を示した。即ち木片のみの場合は約 52%の空隙率となり、ALC のみの場合は 45%の空隙率である。

図 9 に空隙率と一軸圧縮強度との関係を示した。空隙率と一軸圧縮強度との関係にそれほどの違いは見られなかったが極わずかであるが空隙率が大きくなると強度は低下する傾向を示した。これは図 8 に示したように木片チップ/ALC の混合割合の違いによる空隙率の変化が極わずかであるためであると考えられる。

3.8 植生

写真 1 および写真 2 は木片ポーラスコンクリートの基盤の上部に芝草を植え、芝草の発育状況および 10 ヶ月後に根の成育状況を観察するために断面を切断したものである。写真 1 より基盤材の上部に敷き詰めた土がある場合は土の厚さに関係なく芝草が発育しているが、敷き詰めた土がない場合には発育が少なく、一部はげているのが観察された。また、根の成育状況を示す写真 2 では敷き詰めた土が基盤材の隙間に入り込みその部分に芝草の根が張っているのが観察された。

4. まとめ

今回の実験の範囲内で以下のことが言える。

- (1) ALC を用いた木片ポーラスコンクリート基盤材の強度は 0.39～1.28 (N/mm²) であった。また、密度は 0.547～0.804 (g/cm³) と極めて低い値を示したが、基盤材としては満足のいくものであった。
- (2) W/C は 35～45%で満足いく強度が得られた。
- (3) 木片ポーラスコンクリートの吸水率は約 38.5%、保水性は 9～13 日間で十分な吸水・保水が確保できた。
- (3) 本実験で製造した木片ポーラスコンクリートは植性の基盤材として有効であることが分かった。また、基盤材の上部には土を敷き詰めることにより生育を促進させることが可能であることが分かった。更に研究を続けたい。

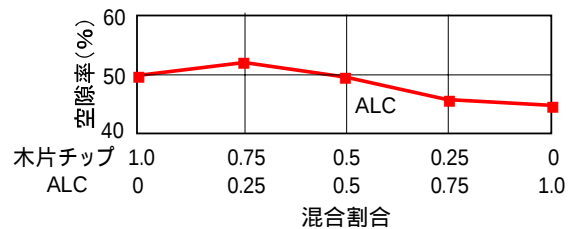


図-8 混合割合と空隙率との関係

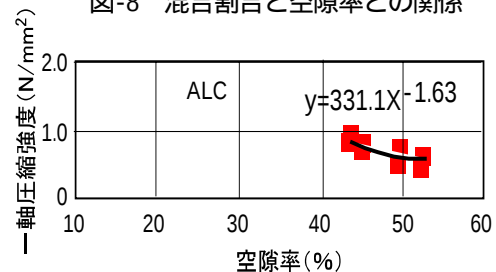


図-9 空隙率と一軸圧縮強度との関係



写真-1 芝生の植生状況（3 ヶ月）



写真-2 植性の断面（10 ヶ月）

参考文献

- (1) 三輪久美、川村政史、植性のための木片ポーラスコンクリート基盤材の製造方法に関する実験研究、日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）構造、pp.425～426、2006.9
- (2) 三輪久美、川村政史、笠井芳夫、植性のための木片ポーラスコンクリート基盤材の強度・密度に関する実験研究、第 50 回日本学術会議材料工学連合講演会講演集、pp.171～172、2006.11