

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 30 日現在

機関番号：17601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658205

研究課題名(和文)新燃岳火山灰を活用した環境修復ブロックの開発に関する基礎研究

研究課題名(英文)A basic study on the development of interlocking concrete block using Shinmoedake volcanic ash for an environmental improvement

研究代表者

細川 吉晴 (Hosokawa, Yoshiharu)

宮崎大学・農学部・教授

研究者番号：40146337

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：2011年1月下旬に噴火した新燃岳の火山灰は吸水率が高いので、環境修復の保水性ブロックに活用できると考えて桜島火山灰と比較した結果、曲げ強度の基準値3.0 MPa以上を満足する火山灰容積混入率の上限は新燃岳が30%、桜島が20%であり、細粒な桜島火山灰が多いほど曲げ強度が低く保水量が高まる傾向があった。次に、両者の火山灰混入率を容積で20、30、40%とし、その中で新燃岳と桜島の火山灰容積比を3:7、5:5、7:3として検討したところ、新燃岳：桜島の容積比が5:5の30%火山灰混入率であれば曲げ強度基準とブロック機能を満足する保水性インターロッキングコンクリートブロックの製造が可能と判断した。

研究成果の概要(英文)：The volcanic ash, from Shinmoedake erupted in the last of January, 2011, kept high absorption as concrete aggregate. The experiment was done to clear the upper limit volume rate of mixing with the ash into the retentive interlocking concrete block for an environmental improvement, comparing with Sakurajima's volcanic ash. The rate indicating the bending strength of above 3.0 MPa was 30% for Shinmoedake's ash and 20% for Sakurajima's ash respectively, and increasing Sakurajima's ash led to make the bending strength small and the retentive rate large because of its fine ash. Furthermore, using ash of 3:7, 5:5, and 7:3 of blending volume rate with the former ash vs the latter one in the ash-mixing volume rate of 20, 30, and 40% was tested. The 5:5 blending volume rate in 30% ash-mixing volume rate was recommended to keep enough bending stress and required block functions for retentive interlocking concrete block.

研究分野：農学部

科研費の分科・細目：農業工学 農業土木学・農村計画学

キーワード：火山灰 環境修復ブロック 保水性インターロッキングブロック 曲げ強度 保水量 火山灰混入率

1. 研究開始当初の背景

平成 23 年 1 月末に大噴火した新燃岳からの降灰は、宮崎県都城市周辺に降り注ぎ、とくに約 5cm 厚の降灰によって農作物の被害は甚大であった。同時に都城市とその周辺では市民生活を苦しめた降灰の処理作業も進められた。集積した火山灰はフレコンバッグに詰めて、溪流からの火砕流出防止“土のう”として災害対策用に設置しているほか、地元コンクリート会社による火山灰ブロック製造のニュースが流れた程度で、その火山灰の有効活用に向けた取り組みは思いつきの製品製造に見られた程度である。火山灰をただ集積させるのではなく、火山と地域との共生を考え、この火山灰の有効活用を図るべく、災害復旧工事等に優先的に使用できる環境修復ブロックの開発の可能性を検討することが急務と考えた。

2. 研究の目的

火山灰の有効活用を図るには、思いつきで各種製品製造に使用するのではなく、科学的に火山灰の特性を分析し、その特徴を活かす方向で考える必要がある。

研究は大別して 3 つある。1 つは新燃岳火山灰の特徴を明らかにすることである。2 つ目は、新燃岳火山灰の高い吸水率に着目し環境修復が期待できる保水性インターロッキングブロック (以下、ブロックと略) に適用できるかを桜島火山灰と比較して検討する。3 つ目が新燃岳と桜島の火山灰の混合利用で強度や保水・吸水性能を満足する配合を検討することである。

3. 研究の方法

(1) 新燃岳火山灰の諸特性の解明

降灰地から火山灰を採取し、それらの物理的性質を JIS に基づいて pH 試験や骨材試験などを行ない、火山灰の分布やその特徴を明らかにする。

(2) 1 配合で 3 個の試験ブロックを製造できる加圧振動機を保有しているブロック工場に、新燃岳 (都城市高城町堆積場) と桜島 (鹿児島市吉野町最終処分場) の火山灰を送り、火山灰無混入ブロックを対照とし、火山灰の単味混入率を容積で 10、20、30、50% として試験ブロックを製造した (写真 1)。保水性ブロックは歩道対象の 10cm×20cm×厚さ 6cm の大きさで、JIS A 5371 にある品質規格では、曲げ強度が 3.0 MPa 以上、保水性能として保水量が 0.15g/cm³ 以上、吸水性能として吸上げ高さが 70% 以上である。透水係数の規格はないが試験を行なった。材齢 7 日の試験値の比較で上記の基準を満足し、堆積灰量の減容上、火山灰の多い配合を選定した。

(3) 火山灰無混入ブロックを対照とし、新燃岳と桜島の火山灰容積比を 3:7、5:5、7:3 とし、それぞれを混合した火山灰混入率を容積 20、30、40% として試験ブロックを製造した。上記 (2) と同様に、JIS A 5371 にある品質規格を満足する配合を判定することにした。

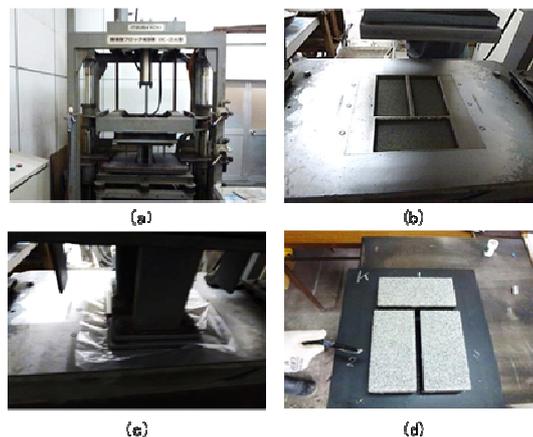


写真 1 試験ブロックの製造工程

- (a) 加圧振動機によるブロック成形機
- (b) 火山灰混入後の基礎コンクリート表面
- (c) 表面コンクリートが硬化した後の加圧振動機
- (d) 取り出し直後の試験ブロック

4. 研究成果

(1) 新燃岳火山灰の分布や特徴の解明

降灰地から火山灰を採取し、それらの物理的性質を JIS に基づいて骨材試験などを行なった。図 1 から新燃岳の火口から遠ざかるほど火山灰は細粒になる傾向が強かった ($P < 0.01$)。しかし、火山灰の pH 値には火口からの距離と相関はなかった。すなわち、降灰の際に二酸化硫黄 (SO₂) が火山灰粒に含有されていて、それが酸性を呈するので露地野菜へ直接影響したといえる。噴火から採取するまでの間に火山灰の雨水との接触度合いは明らかでないが、火口から距離が近いほど pH 値が小さく酸性を示すものではなかった。表 1 の諸特性からコンクリートブロックにそのまま使用できる火山灰はないが、堆積量減容上、良質骨材に混入する方法がある。

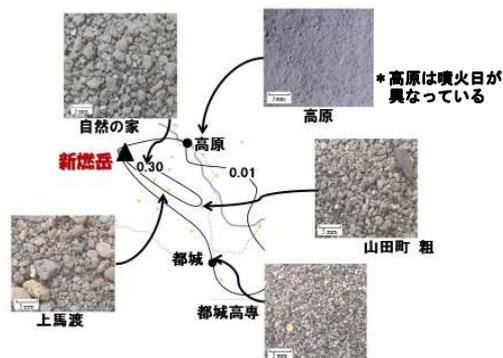


図 1 新燃岳からの距離別の火山灰粒度の差異

表 1 火山灰の諸特性

No.	採取地	pH	密度(g/cm ³)		吸水率 (%)	単位容積 実積率 (%)	微粒分量 (%)	骨材 利用率
			粗粒率	表乾 絶乾				
1	御池	5.7						—
2	自然の家	6.0	3.17	2.16 2.08	3.78	1.36	65.7	11.5
3	高原	4.7	0.81	2.57 2.52	1.77	1.66	65.5	34.6
4	上馬渡	6.6	2.90	2.08 1.95	6.97	1.32	68.2	1.7
5	山田町粗	4.9	2.91	2.15 2.01	6.75	1.15	57.4	1.0
6	都城高専	4.9	2.03	2.27 2.19	3.84	1.23	56.1	3.0
7	高木町	6.7	2.10	2.32 2.21	5.07	1.27	57.6	8.1
8	都北町	5.6	2.03	2.29 2.20	3.97	1.33	60.3	6.7

採取月日: No.3とNo.7は2011/3/3, それ以外は4/16

(2) 新燃岳と桜島の火山灰を単味混合して製造した試験ブロックの各種試験結果とし

て、曲げ強度は図2に、各種機能性を図3に示した。火山灰混入率が大きいほど曲げ強度は低下する傾向があり、桜島灰の低下が顕著であった。これには、火山灰の粒子が細かく0.6mm未満の均一粒がブロック内部に分布し、それが影響していると思われる。

保水性ブロックの品質規格上、曲げ強度が3.0 MPa以上、保水性能として保水量が0.15g/cm³以上、吸水性として吸上げ高さが70%以上を満足するのは、新燃岳灰は30%、桜島灰は20%が上限の混入率といえる。

保水性ブロックのJIS基準にはない透水係数を見ると、桜島灰が極めて小さく、混入率が大きいほどその傾向が強かった。これは新燃岳灰と異なり、細粒が多くブロック中に配合されて密実になり、透水する隙間間隔が小さすぎて毛管現象が低めに発現したことがうかがえる。すなわち、細かな桜島灰を多く混入するほど透水性は低くなるが、保水性を高める効果があるといえる。

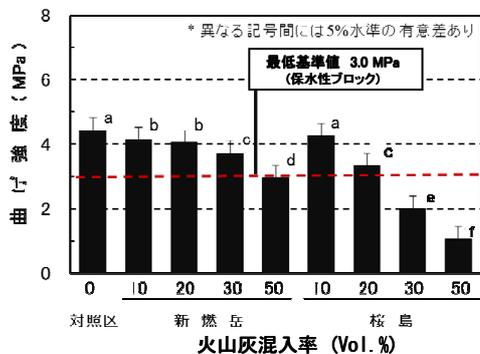


図2 火山灰混入率別曲げ強度の比較

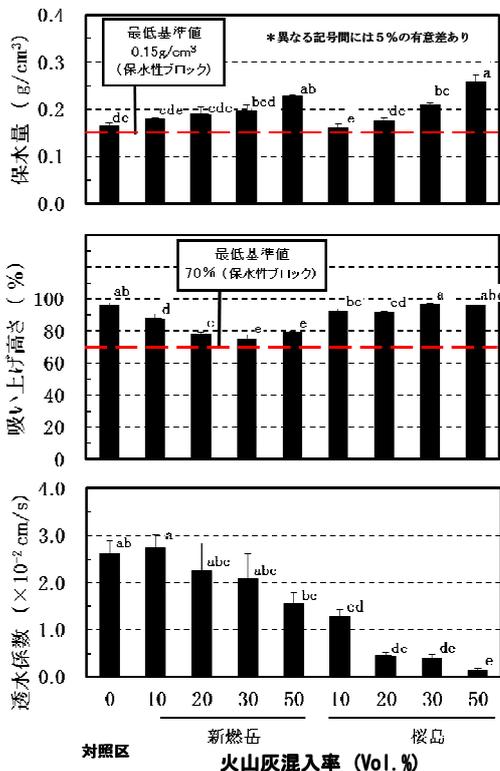


図3 火山灰混入率別機能性の比較

(3)火山灰無混入ブロックを対照とし、新燃岳と桜島の火山灰容積比(T:S比)を3:7, 5:5, 7:3とし、それぞれを混合した火山灰混入率を容積20, 30, 40%で製造した試験ブロックの曲げ強度は図4に示すとおりである。

曲げ強度は、平均的に見ると、火山灰混入率が大きくなるにつれて徐々に低下し、とくにそれが30%と40%では桜島灰量の多い3:7比のものほど低く発現した。

図5から保水性や吸水性は火山灰無混入ブロックよりもやや大きく出ているが、透水性では火山灰無混入ブロックと比較し極端に低く発現し、桜島灰の多いものほど低い透水係数となった。

ここで、曲げ強度が3.0MPa以上である中位の火山灰混入率30%で新燃岳・桜島の火山灰容積比が5:5の配合が、全体的にみて火山灰混入の保水性ブロックに選定してよいと思われる。

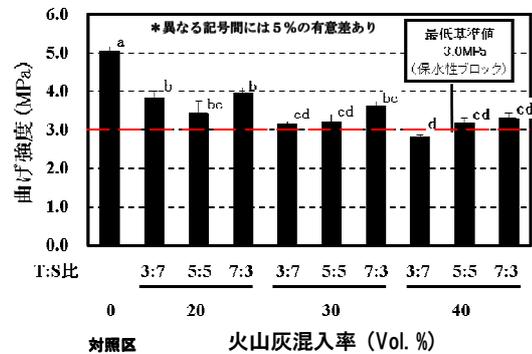


図4 火山灰混入率別曲げ強度の比較

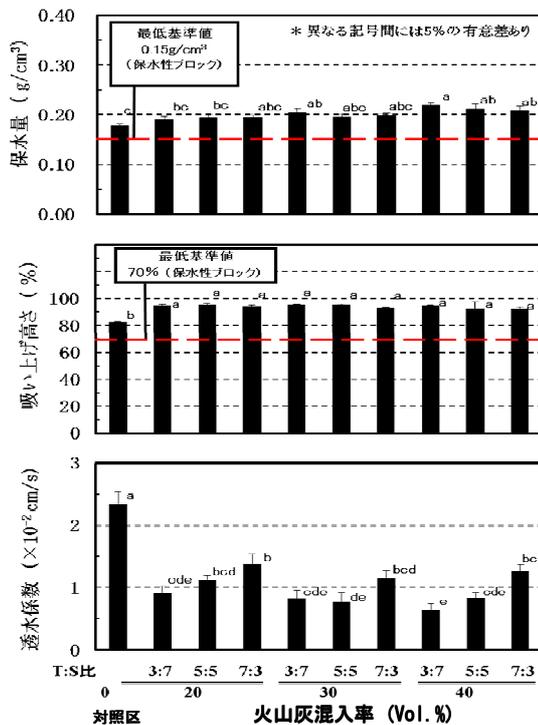


図5 火山灰混入率別機能性の比較

この配合による保水性ブロックと火山灰無混入の保水性ブロック、普通のブロック、芝生、および、アスファルト舗装の5種類で、1 m²あたり10Lを散水して以降、高さ1.0m, 0.5m, 0.2m, 表面、ブロック内部で環境温度を測定したところ、高さで1.0~0.2mの高さでは攪乱により温度の差異は認められなかった。暑熱の時間帯では、ブロックの表面や内部に温度の差異が認められ、保水性ブロックは芝生とともにやや低めに発現した。

以上のように、火山灰混入率を変えた試験ブロックの域を出ていないが、ヒートアイランド現象緩和機能を持つ環境修復ブロックの開発が期待できる。とくに、粘土と混合して火山灰を多用できる瓦やレンガは、製造時に1000~1200℃で5~10時間の高温焼成を行うためCO₂排出が多すぎるのに対し、今回のようにブロックへの活用では配合するセメントの製造時CO₂排出以外は低いものとなる。

確かに迷惑な火山灰ではあるが、捨てる(堆積処分)発想より、地球からの贈り物として、火山と地域とが共生するしかないので、地産地消型の機能性ブロックへの活用が効果的であることが本研究から示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- (1) 細川吉晴：新燃岳の噴火に伴う降灰等による宮崎県の農業被害、農業農村工学会誌、査読あり、Vol. 81, No. 7 : 515-518, 2013. 7
- (2) Hosokawa, Y. and Onoue, K. : Basic Study on Effective Utilization of Newly Volcanic Ash from Mt. Shinmoedake into Concrete, Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies, (Kyoto, Japan), CD-ROM, e408: pp. 1-10, 2013. 8 (REFEREED PAPERS)
- (3) 細川吉晴・千賀年浩・安部明彦介：南九州に産する火山灰を混入したインターロッキングブロックの特性、セメント・コンクリート論文集、査読あり、Vol. 67: 304-310, 2013. 12

[学会発表] (計10件)

- (1) 細川吉晴・尾上幸造・霧村雅昭：新燃岳火山灰の農工面における有効利用－宮崎大農工連携における研究取組例として－、宮崎大学産学・地域連携センター第19回技術・研究発表交流会、2012. 07. 24, 宮崎市
- (2) 細川吉晴・河野俊介・霧村雅昭・尾上幸造：新燃岳火山灰の農地土壌への影響とコンクリート用材料への適用性、平成24年度農業農村工学会九州支部大会講演会、2012. 11. 01, 長崎市
- (3) 河野俊介・細川吉晴・尾上幸造・霧村雅昭：新燃岳火山灰の諸特性とその有効利用－火山灰のpH変化と細骨材としての粒度特性－、平成24年度農業農村工学会九州支部大会講演会、2012. 11. 01, 長崎市

- (4) 細川吉晴・千賀年浩・安部明彦・河野俊介：南九州に産する火山灰を混入したインターロッキングブロックの特性、第67回セメント技術大会、2013. 05. 15, 東京・ホテルメトロポリタン
- (5) 細川吉晴・霧村雅昭・関戸知雄：新燃岳の火山灰の農工面における有効利用－研究取組の2年目－、宮崎大学産学・地域連携センター第20回技術・研究発表交流会 2013. 08. 02, 宮崎市
- (6) Hosokawa, Y. and Onoue, K. : Basic Study on Effective Utilization of Newly Volcanic Ash from Mt. Shinmoedake into Concrete, The 3rd Intern. Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies, 2013. 08. 19, Kyoto, Japan
- (7) 細川吉晴：新燃岳火山灰のコンクリート用細骨材への適性、平成25年度農業農村工学会全国大会講演会、2013. 09. 05, 東京・東京農業大学
- (8) 細川吉晴・関戸知雄・中山泰弘：新燃岳火山灰のポゾラン活性を古代ローマ遺跡片等と比較検討する、第68回農業農村工学会中国四国支部講演会講演会、2013. 10. 17, 高松市
- (9) 細川吉晴：新燃岳と桜島の火山灰を混入した歩道用インターロッキングブロックの性質、平成25年度農業農村工学会九州支部大会講演会、2013. 11. 06, 宮崎市
- (10) 細川吉晴：新燃岳火山灰の諸特性とその有効利用に関する研究－火山と都市との共生－、都市商工部工業振興課主催「新燃岳火山灰の諸特性とその有効利用に関する研究」報告会、2014. 03. 06, 宮崎県都市

6. 研究組織

- (1) 研究代表者：細川吉晴 (Yoshiharu Hosokawa), 宮崎大学・農学部・教授, 研究者番号：40146337