

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04956

研究課題名(和文) 災害で発生した流木材の高付加価値な用材利用技術の確立

研究課題名(英文) The establishment of application technology for high valued timber components using driftwoods results from disasters

研究代表者

渡辺 浩 (WATANABE, HIROSHI)

福岡大学・工学部・教授

研究者番号：60244109

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：豪雨災害の度に発生する流木について、有効利用の方法を検討した。まず、強度試験として、損傷度が異なると考えられる河川流下材、林内倒木材とダム漂着材のそれぞれを対象に曲げ破壊試験を実施した。その結果、目視である程度選別すれば強度的ダメージはほとんどないことがわかった。微細な砂が混入している問題は、切削加工時の刃物の傷みの原因や最悪の場合製材工場の火災の原因にもなる。これについては集塵機を備えない開放的な製材工場での加工する以外に有効な方法は見いだせなかった。需要先としては、発生源の至近である災害復旧現場での利用が好ましい。そこで、仮設落石防護工をモデルに利用法について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

流木材の強度試験を示すことで、流木材が用材として十分利用できるポテンシャルを持っていること、それは簡単な目視評価により選別が可能であることが明らかになった。製材における課題を解決することは困難であったが、最小限の加工により用材利用方法を示すことができた。本研究成果により、流木の劇的な用材利用が進むものではないが、高付加価値の利用法が示されることでその処理コスト全体が押し下げられることが期待される。また、それらが流木発生地ででもある被災地で利用されることで、復旧のシンボリックな存在になり得ること、他、現地での環境負荷の低減に資することも期待できる。

研究成果の概要(英文)：Effective utilization method of driftwoods were investigated. Destructive tests were carried out in order to estimate damage levels due to flowing down. Specimens were derived from flow down lumber, fallen tree in forest land and lumber drifting to dam. As a result, it was founded that strength deterioration was slightly to select in good condition visually. A little sand entering cracks is bring damaging saw blade and factory fire. Sawing driftwoods on an elementary mill without dust collector can only solved this problem. As abundant driftwoods are generated at one-time flood damage, it is desirable that a large demander is near a disaster recovery. Rock fall protection works using driftwood were examined.

研究分野：土木工学

キーワード：流木材 木材利用 災害復旧

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年多発している豪雨災害では大量の流木が発生することが多い。流木は被害そのものを拡大するだけでなく、それ自身の処理にも莫大な費用を要する。このため費用削減のための有効利用が叫ばれてはいるが、決して進んではない。平成 29 年 7 月九州北部豪雨においても、福岡県および大分県内の山間部でおびただしい量の流木が発生し、有効利用が意図されたが、結果としてバイオマス利用と焼却が大半を占めるに至った。しかしその流木の中にも伐採材と同等な性能を有しているものが存在していると考えられ、その一部でも用材利用がなされれば、環境的なメリットも得られる。

2. 研究の目的

流木は流下時に損傷を受けていたり土砂を含んでいたりするため製材は困難と言われている。また、伐採材と異なり寸法がまちまちであることから用材利用は難しいと考えられている。そこで、流木材の性能を調べる試験を行うこと、製材の可能性を探ること、具体的な用材利用法を検討することを目的とする。

3. 研究の方法

流木の製材は困難と考えられることから、なるべく加工せず利用可能である親杭横矢板工法の矢板材への利用を想定した。基準によると親杭間隔は最大で 2m とされている。そこで長さが 2m 以上で径が 20~30cm 程度のものを入手することを考えた。ところが、集積場に集められた流木材は分別されておらず、適切な寸法の試験材をある程度数入手することは困難であった。またそれらの履歴がわからないため、損傷度を類推することも困難であった。

そのような中で、以下の 3 箇所から試験材を譲受することができた。1 箇所目は、朝倉市内の筑後川河川内に溜まっていた流木材 23 本である。これらは、林地崩壊により支流を下ってきたものと推定され、樹皮は剥がれ外観からわかるほどの傷が生じていた。これを以下流木材という。2 箇所目は、東峰村内における倒木材 9 本である。倒木は通常流木と同等に処分されるものであるが、損傷が少ないと見られたことから、ある製材工場が林家から譲り受けたものである。外見からは目立った損傷は見られなかった。これを以下倒木材という。3 箇所目は佐賀県内のダムに漂着した材 13 本である。ダムへの漂着材は例年発生しているが、この年の発生量は通常よりも多く、翌春に回収されたものを管理者から譲受した。これを以下漂着材という。

これらの材から長さ 2.4m になるように切断し試験体とした。表-1 はそれらをまとめたものである。これらについて支間 2m の単純支持とし中央部に集中荷重を与える曲げ破壊試験を行い、荷重の大きさと支間中央部のたわみを測定した。

表-1 試験体の寸法と試験結果のまとめ

		比重	動ヤング係数 (kN/mm ²)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強さ (MPa)	含水率 (%)
流木材	平均値	0.50	8.0	4.7	32.4	28
	最大値	0.58	12.2	6.9	49.5	53
	最小値	0.39	5.3	2.3	12.8	18
	標準偏差	0.06	1.7	1.2	9.2	8
倒木材	平均値	1.00	9.2	5.9	36.8	26
	最大値	0.79	11.1	7.6	50	42
	最小値	0.40	5.2	3.5	17.1	20
	標準偏差	0.10	1.9	1.2	10.5	7
漂着材	平均値	0.55	7.1	10.1	42.4	26
	最大値	0.62	8.6	13.3	63.7	36
	最小値	0.45	5.6	22.9	30.4	21
	標準偏差	0.04	0.9	8.5	7.5	4

製材における課題については、製材工場へのヒアリングを行った。また具体的な用材利用の方法として、被災地における仮設道路で使用できる簡易な木橋への適用性を検討した。

4. 研究成果

試験では、いずれも丸太の破壊試験に見られるような粘り強い性状を有していた。両木口を円形と仮定し円周から径を求め、その平均から求めた断面係数で整理した曲げヤング係数と曲げ強さを表-1 に示す。縦振動法による動ヤング係数の結果もあわせて示しているが、曲げヤング係数は動的ヤング係数より一様に小さく、曲げ性能に関わる損傷が生じていたことがうかがわれた。

図-1 は各試験体の曲げ強さを示したものである。元の強度がわからないため評価が難しいが、スギ無等級材の基準強度 22.2N/mm^2 を基準に考えるとほとんどがそれを超えていた。設計で用いる許容応力度はこの $1/3$ であることも考慮すれば、大まかに選別するだけで実用上問題ない性能の材が入手できることがわかる。また、同じ災害被害木であっても発生源により健全度が異なることから、発生源により蓄積場を分けることだけで利用価値を向上させることができることがわかる。

これらの試験体について、試験前に簡単な外観目視評価を行った。全ての試験体の損傷具合を木口や側面を目視で評価し○、△、×に選別した。図-1 には、その外観目視による評価結果もあわせて示している。これによると流木材は目視レベルで評価が低いものが多いが、それでも強度性能が十分なものも多いことがわかる。またスギ無等級材の基準強度を下回る流木材 3 試験体と倒木材 1 試験体はいずれも×評価であることから、簡単な外観目視により選別が可能であることもわかる。

これらのことから、災害流木材の強度試験の結果を示した。その結果、流木材は損傷を受けているものの利用可能な性能を有しているものが大半であること、発生源で分別すれば利用価値を向上させることができること、簡単な目視評価により選別が可能であることがわかった。

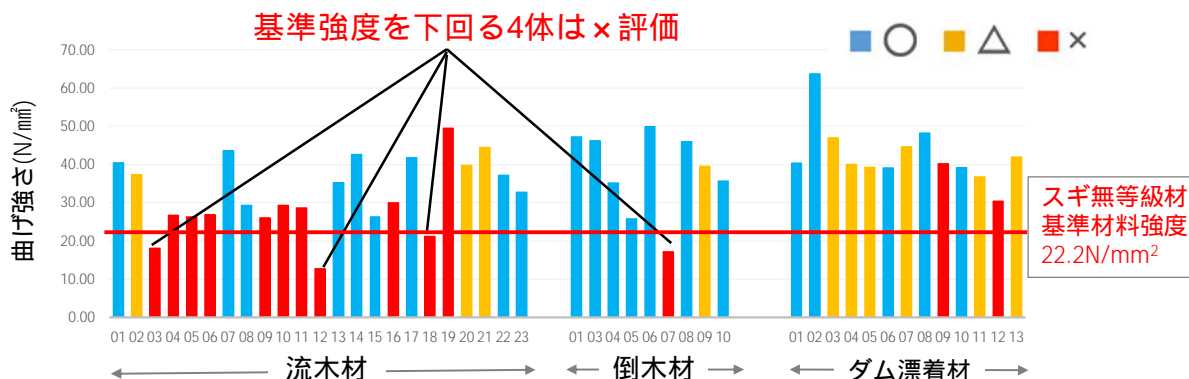


図-1 試験体の曲げ強さと外観目視評価

流木材の製材に関しては、有効な解決手段は見いだせなかった。上記の試験体の長さを揃えるための玉切りの際にも特に流木材においてチェーンソーの刃の傷みが感じられたという作業員の意見、倒木材を製材しようとしたものの砂の混入が感じられたため工場火災を防止するために中止したという製材工場主の意見が貴重であった。唯一、工場火災の原因は集塵装置に入り込む火花であることから、集塵装置を備えないごく小規模の製材工場であれば刃物の傷みの問題はあっても製材可能であるという意見はあった。しかしながら、そこまでして利用する価値があるのかという意見が大勢であり、長さを揃えるだけの加工で用材利用する方法が求められることがわかった。

被災地における仮設道路で使用できる簡易な木橋については、写真-1 のような事例を元に検討する。これは平成 29 年九州北部豪雨の被災地である朝倉市に実際に供用されていた流木による木橋である。

ここでは、強度試験の結果を考慮して材料強度を 22.2N/mm^2 とし、その $1/3$ を許容応力度として応力照査を行った。荷重は車両の輪荷重を想定するが、T 荷重 (100kN) の他に、小型車相当の 14kN の集中荷重と歩行者に相当する 2kN の検討も行った。表-2 は、その結果として安全と判定される支間と丸太径の範囲を示したものである。このように、大型車であっても大径材かつ単支間であれば可であり、また荷重を限ればさらに小径材による長支間の橋が可能であることがわかった。

このことから仮設木橋では、支間と材径により大型車も通行可能な橋が実現できる他、小型車対応や歩道等に限ればより小径な材の利用や長支間も可能であることがわかった。このように、災害で発生する流木の用材としての利用は十分に可能であることがわかった。



写真-1 流木材を使用した仮橋

表-2 曲げ応力度と許容応力度との比

		丸太径(mm ²)							
		100	200	300	400	500	600	700	800
支 間 (m)	2	Gray	Gray	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
	3	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange
	4	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange
	5	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange
	6	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange
	7	Gray	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Orange	Orange
	8	Gray	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	9	Gray	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	10	Gray	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
	11	Gray	Gray	Gray	Gray	Yellow	Yellow	Yellow	Orange



普通自動車可



普通・大型自動車可

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡辺 浩, 藤本 登留, 片桐 幸彦, 朝野 景, 廣田 篤彦
2. 発表標題 採取場所が流木材の性能に及ぼす影響
3. 学会等名 第70回日本木材学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 酒井 美奈, 渡辺 浩, 下妻 達也, 大隣 照作
2. 発表標題 豪雨災害で発生する流木材の強度を踏まえた用材利用法の検討
3. 学会等名 令和元年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------