

目次

はじめに

図・表・写真目次

第1章 流木の橋梁への集積に関する過去の研究のレビュー.....	1
第2章 流木集積の影響事例.....	6
第3章 実験による検討.....	15
3.1 流木集積の実験	15
3.2 流木集積による水位せきあげの検討実験	41
3.3 流木流下特性の実験	55
第4章 まとめ.....	65
4.1 これまでの研究成果より	65
4.2 流木集積の影響事例分析より	65
4.3 実験の検討結果より	66
おわりに.....	67
参考文献.....	68
資料編.....	69

図・表・写真目次

図 2.1	被災橋梁の最小径間長の分類	9
図 2.2	被災形態の分類	9
図 2.3	生木の比重	9
図 2.4	被災規模と橋梁及び河道特性との関連	10
表 2.1	被害橋梁諸元一覧	11
表 2.2	被災規模のランク分け	7
表 2.3	無被害橋梁諸元一覧	12
写真 2.1	被災規模 1：流木による河道閉塞、溢水有、(飯山橋)	13
写真 2.2	被災規模 2：高欄破損、河岸欠壊、大量溢水、(常磐橋)	13
写真 2.3	被災規模 3：橋桁流失、(露橋)	14
写真 2.4	被災規模 4：橋桁流失、橋脚流失、河岸欠壊、(荒平橋)	14
図 3.1	実験水路 (実験 I、実験 II)	23
図 3.2	橋梁模型詳細図 (橋脚 5 本、小判型橋脚の例)	24
図 3.3	流木投入方法 (実験 1-18 ~ 1-36)	25
図 3.4	流木投入方法 (実験 2-1、2-2)	25
図 3.5	流木投入方法 (実験 2-3 ~ 2-7、実験 3-2 ~ 3-4)	26
図 3.6	流木タイプ別の流木投入方向と集積率の関係 (実験 I の単独流下のケース)	26
図 3.7	橋脚形状別の流木投入方向と集積率の関係 (実験 I の単独流下のケース)	27
図 3.8	流木タイプ別の流木長径間長比と集積率の関係 (実験 I の単独流下のケース、小判型橋脚)	27
図 3.9	流木諸元別の橋脚本数と集積率の関係 (実験 I の単独流下、タイプ 1 流木、小判型橋脚)	28
図 3.10	橋脚形状と集積率の関係 (水深 22cm、実験 1-5)	28
図 3.11	橋脚形状と集積率の関係 (水深 11.5cm、実験 1-7)	29
図 3.12	河床勾配と集積率の関係 (実験 1-8、1-5、1-15、小判型橋脚)	29
図 3.13	桁下余裕高と集積率の関係 (実験 1-11、1-13、1-14、小判型橋脚)	30
図 3.14	流木諸元 (長さ L、太さ D) 別の流木長と集積率の関係 (水深 22cm、桁下余裕高 0 cm、実験 1-18 ~ 1-22)	31
図 3.15	流木本数別の γ と集積率の関係	32
図 3.16	γ 別の流木本数と集積率の関係	32
図 3.17	流木比重別の γ と集積率の関係 (実験 1-21、1-23)	32
図 3.18	桁下余裕高別の γ と集積率の関係 (水深 22cm、L : 40、D : 0.5,1.0、実験 1-21、1-24、1-25、1-33、1-34)	33
図 3.19	桁下余裕高別の γ と集積率の関係 (L : 30cm、D : 0.5,1.0、水深 22cm、実験 1-30 ~ 32)	34

図 3.20	流木長別の γ と集積率の関係 (水深 22cm、勾配 1/300、実験 1-21、1-28、1-30) ……	35
図 3.21	γ 別の投入流木本数と集積率の関係 (水深 22cm、L : 40、D : 0.5,1.0、100 本ずつ連続投入、実験 2-3、2-4) ……	35
図 3.22	桁下余裕高別の投入流木本数と集積率の関係 (γ : 0.83、実験 2-3、2-5) ……	36
図 3.23	可撓性流木の投入流木本数と集積率の関係 (桁下余裕高 0、実験 2-6、2-3) ……	36
図 3.24	可撓性流木の γ 別の投入流木本数と集積率の関係 (桁下余裕高 ∞ 、実験 2-6) ……	36
図 3.25	水路勾配及び γ 別の投入流木本数と集積率の関係 (水深 22cm、桁下余裕高 0、実験 2-3、3-2) ……	36
図 3.26	水深別の投入流木本数と集積率の関係 (桁下余裕高 0、水深 : 22cm と 10cm、実験 2-3、3-4、棒状流木 L : 40、D : 0.5,1.0) ……	37
表 3.1	実験 I ケース一覧 ……	38
写真 3.1	流木投入方法 (実験 1-18 ~ 1-36) ……	39
写真 3.2	流木投入方法 (実験 2-1、2-2) ……	39
写真 3.3	流木投入方法 (実験 2-3 ~ 2-7、実験 3-2 ~ 3-4) ……	39
写真 3.4	流木比重による集積状況の相違 ……	40
図 3.27	ピエゾ管設置位置 (実験 II -1) ……	46
図 3.28	阻害率と水位せきあげの関係 (実験値と計算値の比較、実験 1-1、1-4、円柱橋脚、Fr : 0.33、I : 1/1000、h : 33cm) ……	47
図 3.29	フルード数 Fr と水位せきあげの関係 (実験値と計算値の比較、実験 1-1、1-2、円柱橋脚、阻害率 5%) ……	47
図 3.30	橋脚周辺洗掘有無と水位せきあげの関係 (実験 1-1、1-2、1-3、1-5、円柱橋脚) ……	47
図 3.31	桁下余裕高別の集積率と水位せきあげの関係 (水深 22cm、L : 40、D : 0.5,1.0、200 本投入、小判型橋脚、実験 1-21、-24、-25、-33、-34) ……	48
図 3.32	集積率と水位せきあげの関係 (水深 22cm、L : 40、D : 0.5,1.0、200 本投入、小判型橋脚、実験 1-21、-24、-25、-33、-34) ……	48
図 3.33	流木及び水理条件別の集積流木阻害率 (r_0) と水位せきあげ ($\Delta h/h$) の関係 (実験 1-21、-24、-25、-26、-27、-30、-31、-33、-34、-35、-36) ……	48
図 3.34	集積流木阻害率 (r_0) と川幅縮小率 ($C \cdot b/B$) の関係 ……	48
図 3.35	集積流木阻害率 (r_0) と川幅縮小率 ($C \cdot b/B$) の関係 (r_0 大データ追加) ……	49
図 3.36	計算値と移動床実験値の水位せきあげの比較 (水深 16cm、I : 1/300、材料粒径 : 0.09cm、実験 II -3-3、-4) ……	49
図 3.37	河床変動を伴った場合の流木集積による水位縦断形 (実験 II -3-3、-4) ……	49
図 3.38	流木集積に伴う河床高の経時変化 (集積流木 200 本、桁下余裕高 0、水深 16cm、棒状流木、L : 40、D : 1.0,0.5、実験 II -3-3) ……	50
図 3.39	流木集積に伴う河床高の経時変化 (集積流木 400 本、桁下余裕高 0、水深 16cm、棒状流木、L : 40、0.5、1.0、実験 II -3-4) ……	50
図 3.40	推定式の適合性 ……	51

図 3.41	セグメント別の集積流木障害率 (r_0) と水位せきあげ (Δh) の関係	51
表 3.2	実験Ⅱケース一覧	52
表 3.3	セグメント別水理量	52
写真 3.5	河床変動を伴った場合の水位せきあげ実験状況 (実験Ⅱ -3-3)	53
写真 3.6	橋脚周辺の洗掘形状 (実験Ⅰ -2-7、Ⅱ -1-3)	54
図 3.42	最上川河道模型実験施設平面図	57
図 3.43	流木密度による流下特性比較	58
図 3.44	流木長、流木密度による流下特性比較	59
図 3.45	表面流速分布と流木流下位置 (実験Ⅲ -1-1)	60
図 3.46	表面流速分布と流木流下位置 (実験Ⅲ -1-6)	61
図 3.47	表面流速分布と流木流下位置 (実験Ⅲ -2-1)	62
図 3.48	表面流速分布と流木流下位置 (実験Ⅲ -2-2)	63
表 3.4	実験Ⅲケース一覧	64
参考写真 1	河床変動を伴った場合の水位せきあげ状況 (円柱橋脚 1 本)	69
参考写真 2	河床変動を伴った場合の水位せきあげ状況 (小判型橋脚 1 本)	70
参考写真 3	河床変動を伴った場合の水位せきあげ状況 (小判型橋脚 3 本)	71
参考写真 4	河床変動と流木集積を伴った場合の水位せきあげ状況 (小判型橋脚 3 本、桁無)	72
参考写真 5	河床変動と流木集積を伴った場合の水位せきあげ状況 (小判型橋脚 3 本、桁下余裕高 0 cm)	73
参考写真 6	河床変動と流木集積を伴った場合の水位せきあげ状況 (小判型橋脚 1 本、桁無)	74
参考写真 7	河床変動と流木集積を伴った場合の水位せきあげ状況 (円柱型橋脚 1 本、桁無)	75
参考写真 8	橋脚のみによる水位せきあげ状況 (円柱型橋脚 1 本)	76
参考写真 9	橋脚のみによる水位せきあげ状況 (小判型橋脚 1 本)	76
参考写真 10	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 1 本、桁下余裕高 0 cm)	77
参考写真 11	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 3 本、桁下余裕高 0 cm)	78
参考写真 12	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 5 本、桁下余裕高 0 cm)	79
参考写真 13	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 4 本、桁無)	80
参考写真 14	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 5 本、桁無)	81
参考写真 15	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 3 本、桁下余裕高 2 cm)	82
参考写真 16	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 3 本、桁下余裕高 4 cm)	83
参考写真 17	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 1 本、桁下余裕高 0 cm、可撓性流木)	84
参考写真 18	流木集積の経時変化状況 (小判型橋脚 3 本、桁無、可撓性流木)	85
参考写真 19	流木集積の経時変化状況 (円柱型橋脚 1 本、桁無、可撓性流木)	86
参考写真 20	流木集積の経時変化状況 (橋脚周辺洗掘、円柱型橋脚 1 本)	87