

間伐材柵工の耐久性 (II)

広域基幹林道「瀨川・氷ノ山線」における間伐材柵工の倒壊被害

島田忠雄・村上浩二*・田中義則

Tadao SHIMADA, Koji MURAKAMI* and Yoshinori TANAKA

Durability of wood fences in forest road made of thinning log (II)

—The fallen Damage of wood fences exposed to outdoor condition in Torokawa-Hyonosen road

要旨：島田忠雄 村上浩二 田中義則：間伐材柵工の耐久性 (II) 広域基幹林道「瀨川・氷ノ山線」における間伐材柵工の倒壊被害—兵庫森林技研第48号：15～19, 2000 広域基幹林道「瀨川・氷ノ山線」の倒壊した18箇所の被害要因を調査した。雪による被害が13箇所でもっとも多く、倒壊した調査区と被害のない対照区における植生や土性の違いは確認できなかった。倒壊箇所の多くは草本のみが僅かに生育するか、あるいは滑りやすい牧草が繁茂している場所であった。また、倒壊箇所の多くは杭の直径が8～9cmと細く、杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎたため、山側に雪溜まりが発生し被害を受けたと推察された。これらの倒壊を防ぐためには、できるだけ太い杭を使用するとともに、雪塊の落下や堆積による荷重を小さくするため、柵工の山側の地面を杭の頭と同じか、あるいはやや高めにする必要があると思われる。

I はじめに

平成元年度から4年度にかけて施工した広域基幹林道「瀨川・氷ノ山線」の間伐材柵工の腐朽被害について先に報告した(1)が、この調査では109箇所の調査定点のうち3箇所でも雪害がみられた。この路線は兵庫県北部の県内で最も寒冷多雨の地域で、その大半は海拔1,000m以上に位置し、冬季には積雪量が2mを超え、なだれの常習地とも言われており(2)、雪による倒壊被害が懸念される地域である。

ところで平成10年度に実施した木製林道施設の被害調査結果(3)によれば、倒壊被害は、腐朽による被害の次に多く調査箇所182箇所のうち23箇所で、そのうち18箇所が柵工の被害であった。

そこで、これらの倒壊箇所の被害要因について調査し、積雪地における間伐材柵工の倒壊原因を検討した。

本調査を実施するにあたり、調査資料の提供や調査方法について、御協力、御指導いただきました兵庫県治山課及び兵庫県但馬高原林道建設事務所の方々に、厚く御礼申し上げます。

II 調査方法

1 調査地の概要

広域基幹林道「瀨川・氷ノ山線」は、美方郡村岡町村岡から波賀町戸倉に至る国道9号線と国道29号線を結ぶ幅員4.0m延長45.4kmの兵庫県で最初に完成した広域基幹林道である。

この林道の標高の最も低い地点は村岡町の基点で268mで、逆に最も高い地点は波賀町氷ノ山地区の1,255mである。冬季の最深積雪量(昭和51年～平成3年における平均値)は、最も多い氷ノ山地区で271cm、最も少ない村岡地区でも149cmに達する豪雪地帯である(4)。

2 調査方法

調査地は平成元年度～4年度に施工された柵工105箇所のうち、平成10年度に実施した調査結果(2)を基に倒壊被害を受けた18箇所で、地区別内訳は村岡地区で5箇所、瀨川・ハチ地区で5箇所、氷ノ山地区8箇所であった。

調査地の被害部分(被害区)については、倒壊要因を、また被害部分に隣接する被害を受けていない部分を対照区として、法面の状況を調査した。図-1に示すとおり、法面の高さ、斜度、柵工から法面までの水平部の長さについて測定した。高さは目測で、傾斜は傾斜角測定器(DIAL SLANT RULES シンク測定株式会社製)で、

* 元兵庫県立森林・林業技術センター

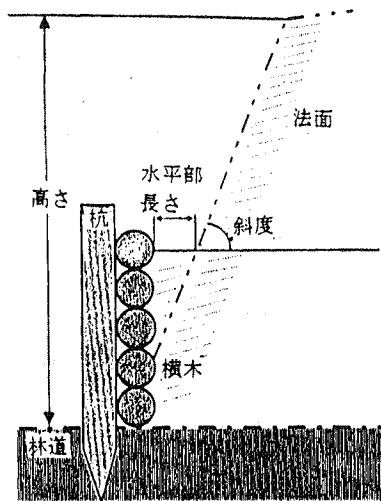


図-1 柵工の横断面

柵工の横木と法面までの水平部の長さは巻尺で測定した。さらに被害地周辺の土性については、林野土壤調査方法書によって、また植生については出現種を記録した。倒壊要因については、杭の折損・腐朽の有無、被害の発生場所及び被害状況について、表-1により原因を推定した。例えば、傾斜が急なガラ場で倒壊した柵工の付近に岩が散乱している場合には落石による被害(写真-1)とし、法面に樹木がなく牧草のみが繁茂し急な傾斜地の場合には雪の滑落(写真-2)とし、法面が急で杭の頭部が柵工の山側水平部より高かった場合には、杭の頭部が高すぎることを原因とした(写真-3)。

Ⅲ 結果および考察

1 法面状況、土性および植生

18箇所の調査における被害区及び対照区の法面の測定項目の違いは全くなく、法面の平均高さは9.3m(3~20m)、平均傾斜度は53.5°(35~60°)、柵工の山側水平部の長さは平均78cm(0~160cm)であった。また、土性についても被害区及び対照区の違いはなく、埴土が13箇所、壤土が4箇所、石礫が1箇所であった。さらに、植生について確認できた植物は、木本類が13種、草本類が20種、計33種で、被害区と対照区における植物の違いを殆ど確認できなかった。これらのうち、ユキヤナギ、オーチャードグラス、ススキは8箇所で、タニウツギは7箇所で、レンギョウは5箇所で、サイコクキツネヤナギ、ヨモギは4箇所で確認した。調査地は既に施工後、10年間近く経過しており、施工時に散布したユキヤナギやオーチャードグラスなどの草本類のほか、タニウツギやサイコクキツネヤナギなどの木本類もかなり生育していた。

このように被害区と対照区における法面の状況や土性、

表-1 柵工の倒壊の被害要因基準

原因	内容
落石	法面は傾斜が急なガラで、石礫が散乱
雪上車	柵工の横木の表面にキャタピラーの傷跡
雪の滑落	法面は急傾斜で、樹木はなく、牧草のみ繁茂
雪溜まり	柵工と法面の間は雪が溜まる凹み構造
杭の頭部が高い	杭の頭部が山側水平部よりも高く飛び出し
谷側に側溝なし	杭の片側はコンクリート製の側溝なし

植生の面からの違いはないことから、倒壊した要因は雪などの物理的な要因によって引き起こされていると考えられる。

2 柵工の倒壊の要因

柵工の倒壊部の長さや倒壊要因別の調査結果は、表-2に示すとおりである。倒壊した18箇所のうち、落石の直撃による倒壊が4箇所(22%)、雪上車による倒壊が1箇所、残りの13(72%)箇所が、雪害による倒壊と推定される。

(1) 落石による被害

落石により倒壊した柵工4箇所のうち、1箇所は石礫だけの所であり、これを除いた3箇所の法面の平均高さは7.6mと、調査地全体の平均値より低い。一方、3箇所の平均傾斜度は56°と、調査地の調査地全体の平均値よりも大きく、傾斜が急であった。このようなことから、急傾斜地では冬期間における地中水分の凍結の繰り返しにより、法面の土砂の緊結力が緩和され、その結果、土砂の滑落により落石が生じたと推定される。(写真-1)

(2) 雪による被害

倒壊した柵工のうち7割以上は、雪害によるものであった。表-2に示すように、雪害の要因はいくつか重なっており、一つの要因で起こるというよりも、2、3の要因が重なって引き起こされたものと言える。

雪害を主要因で見ると、雪の滑落、すなわち短期的な荷重によるものと、雪の堆積、つまり長期的な荷重によるものにわけられる。前者においては8箇所、後者においては2箇所であった。その他に主要因が特定できないものが3箇所、そのうち2箇所は雪の堆積と雪の滑落、すなわち短期的な荷重と長期的な荷重とが重なって引き起こされたものであり、残りの1箇所は雪の堆積によるものであった。長期的な荷重による被害には杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎることによるものが1箇所、谷側に側溝がないことによるものが1箇所、杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎることと雪溜まりとの複合によるものが1箇所みられた。

① 雪の滑落による倒壊

表-2 柵工の倒壊部の長さや倒壊被害の要因別の調査結果

番号	倒壊部の長さ(m)	雪 害						その他		備 考
		雪の滑落 (短期荷重)	雪の推積 (長期荷重)			状 況		落石	雪上車	
			杭の頭部 が高い	谷側に 側溝なし	雪溜まり	柵工端部の 崩壊	杭の折損			
1	9.5	◎	○	○		○			生育不良、ネット	
2	4.0(2+2)	○	○	○	○	○			良く繁茂	
3	2.0	○	○		○	○			良く繁茂	
4	7.5	○	◎			○				
5	70.0	◎	○			○			牧草繁茂	
6	15.5	◎	○			○			小石多、杭より柵全体被害、ネット	
7	18.5	◎				○			木本なし(牧草)、水平部の凹み	
8	13.0	○		◎					杭がさいていない、柵工180° 回転	
9	30.0	○	○			○	◎		コンクリート壁上に設置、石礫のみ	
10	31.0						◎		雪上車による機械的被害(スキー場)	
11	24(5+19)	◎	○						岩場(生育不良)	
12	9.0	◎			○				ガラ場、雪による被害	
13	1.5					○		◎	ガラ場、落石、樹木は被害なし	
14	1.0				○	○		◎	生育不良、落石、ネット、端部	
15	35.0	◎				○	○		法面上部はミゾソバのみ、腐れと雪崩	
16	11.0	◎				○	○		杭細く腐れ、雪と土圧による被害	
17	5.0	○						◎	ガラ場、中間部草本、落石の可能性大	
18	1.5		○		○	○			クマザサ、山側に空間、杭抜け	
計	261	8(6)	1(8)	1(-)	(7)	(5)	(13)	(2)	4 1	

(注) 1. 倒壊部の長さの () 書きは調査箇所における個々の倒壊長さ

2. ◎主要因 ○副次要因

3. 被害件数の実数は、主要因◎印の件数、() 内は副次要因○印の件数

雪の滑落による倒壊箇所の殆どの法面は、岩あるいはガラ場でネットで被覆されており、草本のみが僅かに生育するか、あるいは滑りやすい牧草のみが繁茂している場所であった。(写真-2)

②杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎるこ

とによって引き起こされる倒壊

杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎることによって、杭の頭に雪が堆積し、かなりの荷重が杭にかかり、その結果、柵工が倒壊するものと推定される。(写真-3)

③谷側に側溝がないために引き起こされる柵工の倒壊

法面の中腹にある柵工における杭の引き抜き抵抗力は、谷側にコンクリート製の側溝のある杭に比べ、雪荷重に対する抵抗力が弱く、杭が簡単に抜けるためと推定される。(写真-5)

④杭の腐朽

倒壊した柵工のうち2箇所では杭の腐れが見られたが、杭の直径は8~9cmであった。また被害区の多くは杭の直径が10cm以下と細く、18箇所のうち13箇所では杭折れが発生しており、腐朽のみによる倒壊というよりも、腐朽

と雪の滑落とが複合して倒壊したと考えられる。

⑤その他

その他の要因としては、柵工の山側の水平部が長かったり、凹みがあるため、そこに雪が溜まって杭に圧力が加かったことが原因と考えられる。

また、柵工の端部において山側がポケット状の空間になっていたため、雪が堆積しやすくなり、雪の荷重が大きくなって、杭が簡単に抜けたり、折れたりする結果、端部が崩壊すると推定される。(写真-4)

このように雪害による倒壊箇所では杭折れ、雪溜まりが見られるので、出きるだけ太い杭を使用するとともに、雪の堆積による荷重の増大を避けるため柵工の山側のレベルを杭の頭と同じあるいはやや高めにするなどの工夫が必要であると考えられる。

IV 摘 要

広域基幹林道「澗川・氷ノ山線」における倒壊被害を受けた18箇所について、倒壊した要因を調査した結果、次の内容が明らかになった。

1. 倒壊した調査地と対照区における植物や土性の違い

は殆ど確認できなかった。

2. 雪の滑落による倒壊の場合、その殆どの法面は岩あるいはガラ場でネットで被覆され、草本類が僅かに生育するか、あるいは滑りやすい牧草のみが繁茂している場所であった。

3. 柵工の端部では柵工の山側がポケット状の空間になっている場合が多く、雪の荷重が大きくなって杭が簡単に抜けたり、折れたりしやすい。

4. 杭の頭部が柵工の山側水平部より高すぎることは、雪の塊が落下した時、杭の頭に引っかかり、かなりの荷重が杭にかかりやすい。

5. 柵工の山側水平部が長かったり、凹みがあると、そこに雪が溜まって杭への荷重が大きくなる。

6. 倒壊した柵工では、その多くは杭折れが発生しており、杭の直径は8～9cmと細い。

7. 雪害による倒壊を防ぐためには、できるだけ太い杭を使用するとともに、雪塊の落下や堆積による長期荷重

を避けるため柵工の山側のレベルを杭の頭と同じあるいはやや高めにするなどの工夫が必要である。

V 引用文献

- (1) 島田忠雄・村上浩二・山田直也(1999) 間伐材柵工の耐久性-広域基幹林道「澗川・氷ノ山線」における間伐材柵工の腐朽被害. 兵庫森林技研47: 43-51
- (2) 兵庫県(1970) 林野土壌調査報告. 村岡 2
- (3) 島田忠雄・村上浩二・山田直也(1999) 平成10年度報告書「間伐材の治山, 林道等土木資材への活用技術の開発」
- (4) 矢野進治・乾 雅晴(1997) 兵庫県下の降積雪環境に関する研究 (IV) :51-52

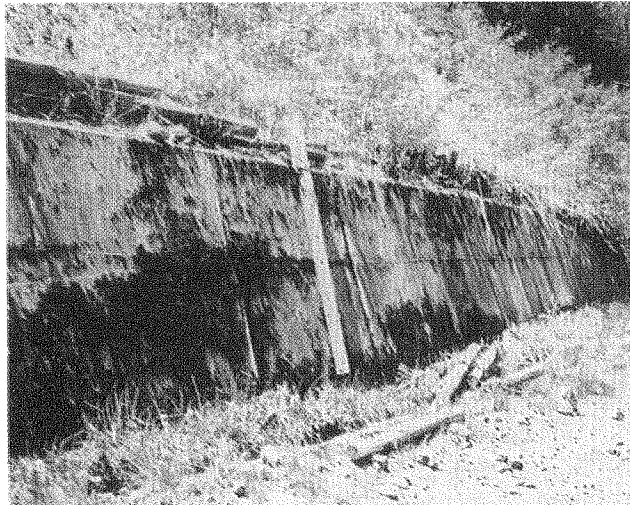


写真-1 落石により倒壊した柵工



写真-2 雪の滑落により倒壊した柵工

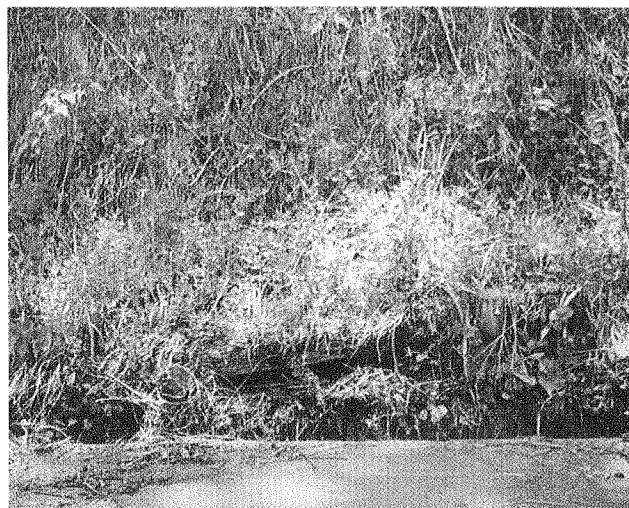


写真-3 杭の頭部が出すぎて倒壊した柵工

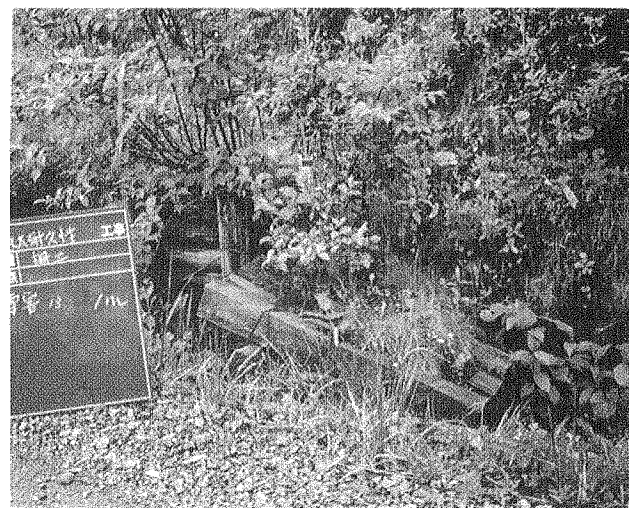


写真-4 倒壊した柵工の端部



法面上段の倒壊した柵工と倒壊しなかった下段の柵工

写真-5 雪の圧力によって杭が抜けたため倒壊した柵工