

岩大演習林における超高密度作業路網の構築

岩手大学 ○麻生臣太郎・高橋健保

1. はじめに

近年、高性能林業機械の導入による低コスト・高能率な作業体系を確立するため、林内への高密度な作業路網の整備が注目を浴びてきた。岩手大学演習林では現在、長伐期多間伐施業に対応できる恒久的な超高密度路網（250m/ha を目標）による間伐モデル林分の整備を進めている。この超高密度路網は、高知県四万十町で作設されている作業路を参考に、積雪寒冷地域の北東北に対応した作設技術を開発することを目指して進めているものである。本研究では、この作業路の作設工期を調査し、長伐期多間伐施業における超高密度路網整備の経済性を検討した。

2. 研究の方法

試験は岩手大学御明神演習林第7林班内の43年生スギ人工林で行った。平均林地傾斜は 21.4° 立木密度は1,528本/haだった。作業路の作設は 0.1 m^3 クラスのミニバックホウ（コマツPC35MR）で行った。ミニバックホウの作設工期を現地で直接時間観測し、作業工期を解析した。作設に当たって、伐根などを構造物として利用するため、盛土の表土ブロック積みや、伐根を掘起しそれを谷側に埋め土留めとして使用する、四万十式作業路を参考にした作設方法を採用した。

作業路は、登坂路幹線からほぼ等高線に沿って開設された。5~10mを1サイクルとして要素作業を時間観測した。

作業路設置基準

作業路は幅員3.0mを基準とし、切土高は最大1.5mまでとした。さらに、切土高が1.5mを超える箇所については幅員を2.8mまで縮減できるものとし、切土が1.5m未満の場合は幅員を3.5mまで拡幅可能とした。盛土はブロック積み工法を採用した。切土法勾配は垂直、盛土法勾配も仕上がり時でほぼ垂直に近い状態とした。その他、常水箇所には暗渠としてヒューム管や粗朶敷等、工作物として盛土が多くなる箇所には丸太土留工や丸太組工を設置した。



図-1 伐根土留工



図-2 丸太組工

作業路作設の要素作業

バックホウによる作業路作設の主要要素作業と作業の流れを図-2に示す。作業の手順は、始めに伐倒した支障木を移動させ（材処理）、地表面を覆っている枝条を取り除いた（枝条処理）。その後掘削しながら盛土部分を表土ブロック積みで作設した。出現した伐根や岩石類は盛土側に土留めとして使用した。さらに掘削土を敷きならし、バケットで押土転圧し、最後にバックホウを往復させて路面をクローラで締固めた。

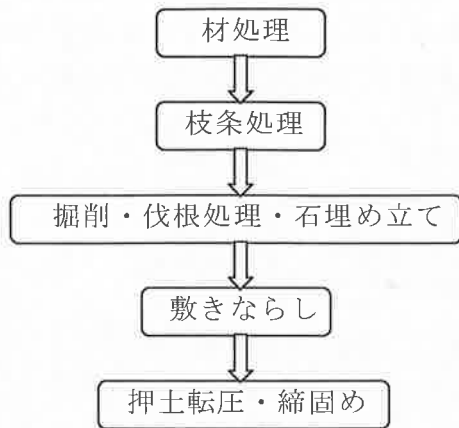


図-2 作業路作設の要素作業

伐根掘出作業

3. 研究の結果

時間観測は、作設距離 266.2m で 39 サイクル行った。平均全幅員は 3.3m、平均切土高は 1.0m、平均盛土高は 1.0m で、ほぼ設計通りであった。平均作設速度は 6.9m/時だった。伐根処理数は 141 個（平均伐根径 21.7cm）で 1 個当りの平均伐根処理時間が 4 分 3 秒、伐根密度は 0.18 個/m² であった。要素作業時間の割合は掘削・締固め・敷きならしの土工作業（41%）と伐根処理作業（23%）の割合が多かったことから、四万十式作業路作設法の特徴が表れている。



図-3 要素作業の時間割合

作設作業の要素作業時間に影響を与える条件因子を説明変数として作業路作設能率 y (m/時) の重回帰式を求めた。説明変数として林地傾斜 x_1 (°), 伐根密度 x_2 (個/m²), 幅員 x_3 (m) を用いた。

$$y = -0.2491 x_1 - 11.422 x_2 - 3.362 x_3 + 25.43 \quad (r=0.85)$$

上記の式に岩手県の一般的な25年生のスギ人工林(林地傾斜25°, 伐根密度0.1665個/m², 幅員3.0m)を想定したモデル林の値を当てはめると, 作業路の作設能率は7.2m/時となり, 作設単価は796円/mだった。

この作業路を125年伐期の森林経営モデル(表-1)に当てはめ路網費を算出した。路網費は作設費に路網を使用する期間の維持費を加えたものである。森林経営モデルは, 25年で保育間伐を行った後, 45年から20年ごとに収入間伐を行い, 125年で主伐となる。路網密度は250m/ha, 路網維持費を年間作設費の1%とした。25年の保育間伐時に作業路を作設し, 主伐までの100年間使用すると路網費は294円/m²となった(表-2)。

表-1 長伐期多間伐モデルの素材生産量(スギ・地位3級)

林齢年	作業種	間伐率(%)	間伐材積(m ³ /ha)	利用率(%)	素材材積(m ³ /ha)
25	保育間伐	-	-	-	-
45	間伐	25	128.2	75	96.2
65	間伐	25	173.5	75	130.1
85	間伐	25	201.6	80	161.3
105	間伐	25	218.6	85	185.8
125	主伐	皆伐	915.4	85	778.1
合計					1351.5

表-2 路網費概要

路網計画密度(m/ha)	路網作設費(円/m)	路網維持費	路網経費(円/ha)	素材材積(m ³ /ha)	路網費(円/m ²)
250	796	作設費の1%/年	398,000	1351.5	294

次に御明神演習林における伐出作業システムを例に, 45年生スギ人工林における超高密度路網を基盤とした伐出作業システム試験の労働生産性と伐出コストを示す。伐出システムは, 伐倒はチェーンソー, 木寄はハーベスタ付属のウィンチ, 造材はハーベスタとチェーンソー, 運搬はフォワーダ, 巻立はミニグラップルで行った。伐出労働生産性と伐出コストを表-3に示す。

表-3 伐出労働生産性と伐出コスト(45年生スギ人工林)

区分	列状間伐	定性間伐
伐倒 (m ³ /人・hr)	7.5	5.7
木寄 (m ³ /人・hr)	10.6	7.7
造材 (m ³ /人・hr)	5.3	6.6
運搬 (m ³ /人・hr)	7.1	7.1
巻立 (m ³ /人・hr)	13.1	13.1
総合労働生産性 (m ³ /人・hr)	1.58	1.48
総合労働生産性 (m ³ /人・日)	9.48	8.88
生産コスト (円/m ³)	5,040	5,157



間伐方法によって労働生産性に違いはあるものの、列状間伐、定性間伐ともに総合労働生産性は $9.48 \sim 8.88 \text{ m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$ 、伐出コストは $5,040 \sim 5,157 \text{ 円}/\text{m}^3$ となった。この伐出コストに路網費 ($294 \text{ 円}/\text{m}^3$) を上乗せした生産コストの内訳を図-4 に示す。

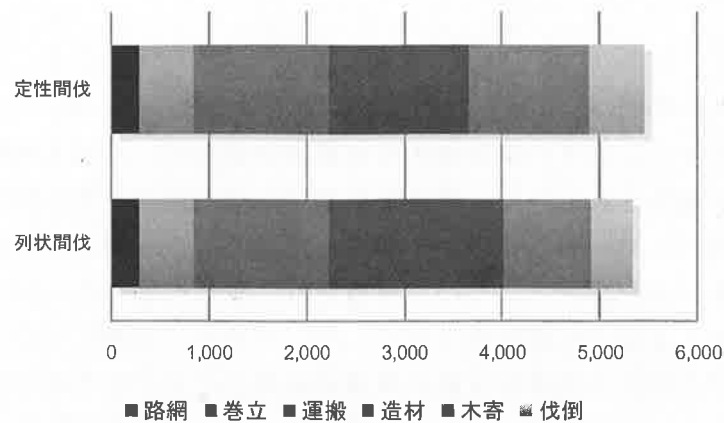


図-4 間伐方法別生産コストの内訳

生産コスト全体に締める路網費の割合は、定性間伐において 5.4%、列状間伐において 5.5%程度となり、僅かなものであった。

4. まとめ

作業路の作設速度は $7\text{m}/\text{時}$ 程度となり、林地傾斜や幅員、伐根密度で作設速度の予測が可能である。作業路網の経済的な負担は、長伐期多間伐モデルへの採用により $300 \text{ 円}/\text{m}^3$ 程度だったので、生産コストに占める路網費の割合は 45 年スギ人工林で 5%程度となった。超高密度路網整備により、高性能林業機械による多様な伐出システムの導入も図れることから、長伐期多間伐施業での経済効果は大きいと考えられる。