平成19年度全県プロジェクト（森林整備）チーム報告

壊れにくい作業道を開設するための手引書

― 森林所有者のために ―

災害に強い作業道

平成20年3月

兵庫県立農林水産技術総合センター
森林林業技術センター
社団法人　兵庫県治山林道協会　発行

は　じ　め　に

県内の民有林の人工林は、平成 19 年 3 月末現在、221 千 ha、人工林の蓄積は 68,433 千㎥であり、毎年 1,540 千㎥が増加しており、森林資源の充実が進んでいます。一方、森林の適正管理や木材生産を担う県内の林業労働者数は減少しています。また、素材の生産量は昭和 55 年には 403 千㎥でしたが、平成 18 年には 157 千㎥と大幅に減少しており、全体の蓄積量からみてもわずかであり、年間成長量の 1 割程度でしかありません。さらに木材価格は昭和 55 年をピークに下落に転じ、スギ･ヒノキの価格はピーク時のそれぞれ約 26%、34%の水準となっています。このことから、施業の団地化・集約化等による事業規模の拡大を図ることはもちろんのこと、使用する作業機械に応じて、作業効率が最も高くなるような路網整備を推進することが大切です。

しかしながら、これまで開設されてきた作業道は概ね、使用する作業機械に適したものは少なく、なおかつ、開設後も適正に管理されずに通行に支障があるものが多く見られます。そこで、今回、森林所有者向けに施業目的に応じた作業道開設の手引書を策定しました。

本手引書は、全国あるいは県内で開設された災害に強く、壊れなくて使い勝手のよい優良な既設作業道、特に、大阪府の指導林家である大橋慶三郎氏の考え方を基本に、県の実情を踏まえてアレンジしたものを掲載しています。最終的には、開設しようとするそれぞれの地形、地質等の条件から自分にあった工法を選んでいただくことが大切であり、また、開設作業には、森林所有者自らが行うことが理想だと考えています。いずれにしましても、山の地形を変えるため、土砂の流失等、災害が発生しないように配慮しなければなりません。そのためにも、慎重に路線を決定し、開設することが重要だと考えています。

なお、本手引書の策定は、平成 19 年度の林業普及指導の重点課題として林業専門技術員・森林林業専門員等で構成する「森林整備プロジェクトチーム」を編成して取りまとめたもので、本手引書が県内の路網整備の推進に貢献できれば幸いです。

また、本手引書の発刊にあたりましては、昨年 11 月に開催された「壊れない道づくり講習会」にもご協力頂きました（社）兵庫県治山林道協会にご支援・ご協力を頂きました。

末筆ながら、衷心より厚くお礼申し上げます。

平成 20 年 3 月

兵庫県立農林水産技術総合センター
森林林業技術センター所長
三尾　公男

（表紙の写真：山田林業／神崎郡神河町作畑）

目　　次

１　作業道開設の進め方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１

２　施工にあたって注意する工種・・・・・・・・・・・・・・・・３

３　作業道（路）損壊事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０

４　県外・県内の優良事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・１１

（参考資料）

平成 19 年度　全県プロジェクトチーム（森林整備）名簿

1　作業道開設の進め方

（1）開設目的

近年、作業道開設が盛んに行われるようになってきました。作業道開設の利点として、①現場まで車で行ける、②作業機械の稼働率が高まる、③伐採した木材の搬出ができる、等が挙げられます。しかし一方で、①大雨などの際に崩壊のきっかけとなる危険がある、②延長距離が伸びるにしたがって維持費がかさむことがある、③路線選定や施工法を施工業者等に任せきりになりがちで実際の森林管理に役立たない場合がある、など、注意しなければならないこともあります。

作業道の開設にあたっては、作業道の開設目的をしっかりと意識し、①森林管理に使用する機械、②必要な幅員、③開設する機械の規模、について下表 1-1 を参考にして充分な検討を行って下さい。

表 1-1　幅員・開設機械の決定

施業目的		皆伐・収入間伐		保育・見回り
作業機械（稼働機械）		プロセッサ スイングヤーダ グラップル等 （ベースマシン 0.45 ㎥、12t クラス）	プロセッサ スイングヤーダ （ベースマシン 6t と同等クラス） グラップル等 （ベースマシン 0.16 ㎥、5t クラス）	林内作業車 軽トラック等
作業道	幅員	3m程度	2.5m程度	2.0m程度
	開設機械	バックホウ （0.16～0.25 ㎥、5～7t クラス） ＊目安 「開設機械の幅＝道幅×0.7」	バックホウ （0.09～0.14 ㎥、3～4t クラス） ＊目安 「開設機械の幅＝道幅×0.7」	バックホウ （0.09 ㎥、3t クラス） ＊目安 「開設機械の幅＝道幅×0.7」
	写真			

＊開設機械が大きいと作業効率は上がる一方、幅員（伐開幅）及び法面高が大きくなります。

また、このことにより崩壊の危険が高くなります。反面、開設機械が小さいと作業効率は下がりますが、幅員及び法面高が小さくなり崩壊の危険が低くなります。（伐開から土工は出来る限り小さな機械で施工し、仕上げ段階で大きな機械に乗り換えて下さい。）

（２）開設経費

作業道の種類、使用する開設機械が決定すれば、次に使用する頻度から「どの程度の作業道に仕上げるのか」、また、「開設費用はいくらなのか」、といった経費の目安を把握する必要があります。下表 1-2 に開設経費の目安を示しました。

表 1-2　開設経費の目安

使用頻度	間伐等施業時のみ、10 年に 1 回程度	継続して利用
仕上げの程度	作業期間のみ通行が出来ればよい	しっかりと開設する
使用する資材	粗切りの簡易な道 ＊水処理は行う	栗石、丸太組、ふとん篭等
開設経費	500～1,000 円／m	2,500～8,000 円／m
写真	 切盛りだけの簡易な作業路 同　上	 コンクリート舗装された作業道 丸太組みで補強した作業道

（３）開設にあたって注意する事項

① 山をよく見る。(壊れない場所、潰れない箇所を選ぶ、危険な場所＜湧水地点、崩積土、破砕帯等＞を通らなければならない場合には、構造物を入れる。)

② 等高線間隔 10m の森林基本図(1/5,000)に計画路線(等高線の間隔が広い場所を選ぶ)を記入する。

③ 路線図を記入した森林基本図を持参し、現地踏査をしっかり行う。(森林基本図と現地は違っていることがある。)

④ トータルコストとしての経費意識を持ち、後々の修繕コストとのバランスを考慮し、現場の状況によっては、開設時に経費をかけてしっかりとした工法を採用するなど、適切な施工により経費の縮減と安全な通行、施業に配慮する。

２　施工にあたって注意する工種

施工時で一番重要なことは、「切土・盛土を最小限にする。」、「路面排水はこまめに決めた所に排水する。」であり、このことが開設後も壊れにくい作業道の条件を満たすことになりますが、以下の作業にも注意をして施工して下さい。なお、施工にあたって各種手続き、制限等がありますので、各農林（水産）振興事務所に配置している林業普及指導員に尋ねて下さい。（保安林の場合、特に慎重な対応が必要です。）

（１）伐　開

① 支障木の伐採は必要最小限とし、岩が出たときなどに線形の変更ができるように先行伐採は避け、土工と連携した作業とする。

② 切土法頭の立木は、状況を見ながら残すこととする。判断基準は、土壌の粘性などによる。なお、道下の立木は、車両の通行の安全面から残すのがよい。

土工と連携した支障木の伐採

法頭の立木は極力残す

（２）切　土

① 切土の高さは極力低く抑える。（概ね 1.4m 程度まで直切りとする。）

② 崩れ易い土質や、崩れ易い箇所には丸太組を施工する。

概ね 1.4m の直切り

切土面の補強（丸太組）

＜注意＞

（２）切土の①に（概ね、1.4m 程度まで直切りとする。）との記載がありますが、これは幅員 2.5m を念頭に置いたものです。

※地山の勾配にも関係しますが、幅員３m の作業道を 1.4mの直切りにすると、盛土が大きくなりすぎることから今後の検討課題です。

（３）盛　土

① 切土・捨土にならず、切土・盛土・転圧を基本とする。
② 切土と同じく盛土法高を出来るだけ低く抑える。（1 割 2 分～1 割 5 分を標準とする。）
③ 盛土に際して、盛土の基礎部分を掘削及び敷均しにより 0.6～1.0m 程度水平にし、盛土のすべり出し防止を図る。
④ 一層あたり 30cm 程度ごとに盛り立て、十分に転圧しながら積み上げ、きちんと締め固める。
⑤ 切取時に発生した表土部分は、多くの有機質や種子を含んでいることから、盛土法面に使用し、早期緑化を期待する。ただし、土質・土壌によっては緑化が期待できない場合があるので、注意が必要である。
⑥ 盛土法面が長くなる場合は丸太組みによる補強を行う。

十分な転圧を行う（厚さ 30 ㎝で均一に締固め）

法面への表土の貼り付けによる早期緑化

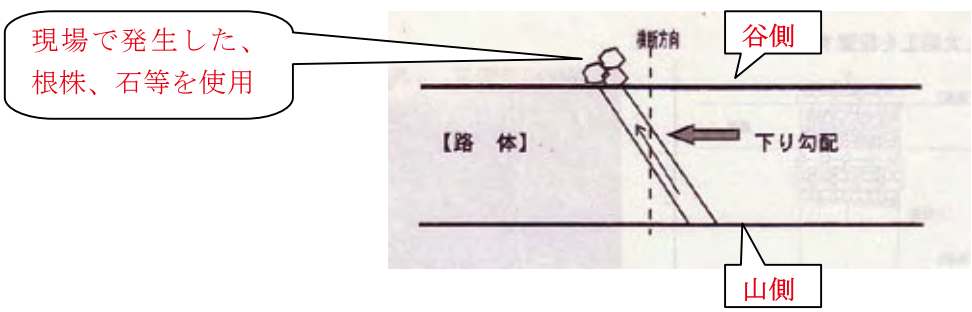
盛土側を丸太組みで補強

同　　左

（４）排水処理

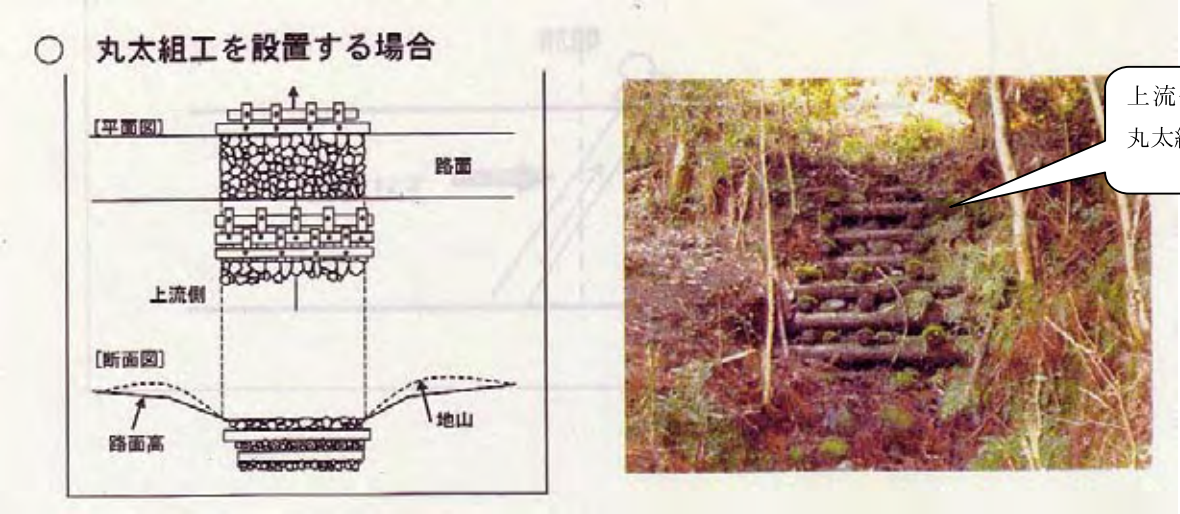
① 素堀側溝は、開設後数年で土砂等により埋まり、効果がなくなるどころか降雨が路面を流れることによって、洗掘等の損壊を受けることが多いため、側溝を設置しないことを原則とする。
② 横断溝を設置する場合は、横断方向に対して約 30～40 度斜めに 1 本丸太を設置し、流末部分は現場で発生した根株、石等を積み、洗掘防止に努める。

「平面図」



③ 路面排水は、縦断勾配を一定にせず、波型線形に施工してこまめに決めた所で排水し、かつ分散させる。

④ 沢部を横断する場合、ヒューム管等の管渠を埋設するケースが多くあるが、管渠による排水処理は、降雨時に流出した土砂等による呑口部の閉塞により、路体の損壊を招いている場合が多い。このことから、基本的には石積工（転石、丸太組工）を入れた、洗い越しにする。また、流量の多い沢では道を保護するために洗い越しの上・下側に構造物（ふとん篭）を設置する。



縦断勾配を波型線形とした

降雨時のみ水量のある沢の洗い越し

降雨時のみ水量のある沢の洗い越し

常時、水量のある沢の下流側にふとん篭を設置

（５）路面工

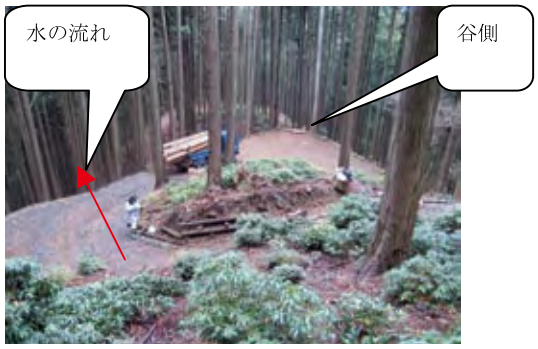
① 切土によって発生した岩砕、礫等をバックホウ等により走行転圧して路面の保全に努める。この場合、岩砕等は、雨水等で流出しないよう粒径の大きなもの（５～８cm）を使用し石畳のように締め固める。

② 幹線は、ある程度の縦断勾配があり浸食する恐れが高いことから、コンクリート舗装を行なえば防げる。この場合、谷側に少し傾けると路肩部で排水される。

丸太による路肩の補強、少し大きめの敷き砂利

表土は流れても、石畳のようになる

路面水は尾根部に分散排水



同　　左

幹線のコンクリート舗装

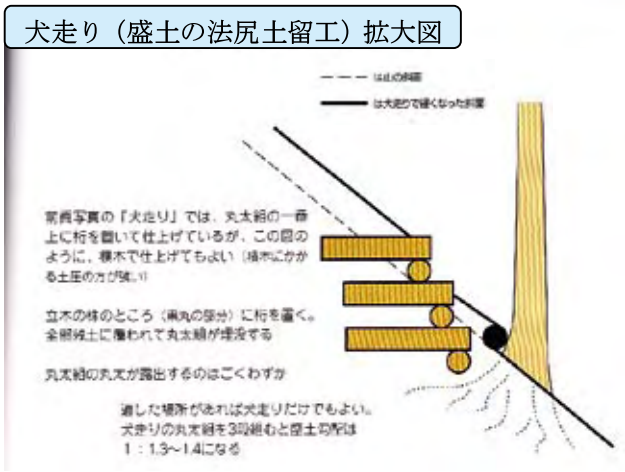
同　　左

（６）丸太組構造物

① 路面処理の丸太組構造物と盛土の法尻土留めの丸太組構造物の役割には違いがあり、前者は路肩の補強、路面栗石の安定化、ワダチの防止、後者は文字通り法尻の土を留めるために施工する。また、法尻土留めの丸太組構造物と路面処理の丸太組構造物は連続につながっておらず、必ず土部が存在する。つまり、法尻土留め、土部（勾配：1割2部、斜距離1.5～2m）、路面処理の順となる。
丸太で路体及び通行車体を支えるという考えではなく、土で支えるという考えから、丸太の直径は原則9～13cmを使用する。

② 丸太組構造物は、安定勾配を確保して丸太の腐朽とともに自然植生を回復させる目的に用いるもので、残土によって埋れるのが基本。よって、構造物が見える積み方は間違いである。
　設置箇所として、（ア）盛土が1割2分勾配ですりつかない場合は、法尻に丸太組工を使用する。この場合、法尻土留工の高さは80 cmまでを1段目と考え、80 cm以上の高

さとなる場合は、2 段目は多少控えて施工する。（イ）狭い道幅でトラックの車輪がメリ込むことなく通行できるようにする場合、また、クレーン車で集材のときアウトリガーを出して本体を支えることができるようにする場合等、路肩の強度が要求される時に設置する。



盛土の法尻土留工（竣工時には埋設させる）

大橋慶三郎+岡橋清元　作業道づくり

（２００７．１０全国林業改良普及協会発行）

（７）作業道開設の事例（山田林業の所有林内）

神崎郡神河町作畑の急な斜面に開設された作業道は幅員 2.5m（支線 1.5 m)、高密度路網（200m/ha）となっている。伐採された原木は、５ｔのグラップルで４輪駆動の 2t ダンプに積み込まれて搬出されている。

①開設前の現況

②掘削状況

③油圧ショベル（３ｔ）使用

④粗切りの状態

⑤横木の埋め込み用の掘削

⑥特殊釘（長さ 25cm）

⑦横木の埋設

⑧桁と横木を特殊釘で連結

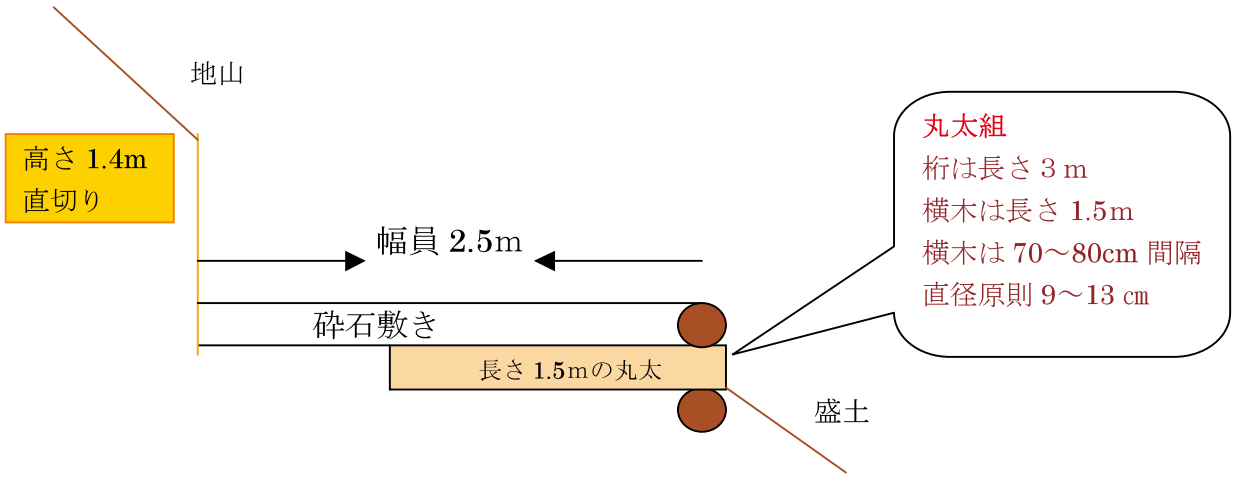
⑨路面処理工（丸太組完了）

⑩同　　左

⑪敷砂利（路面全体に敷均し）

⑫完了（切土面の丸太組による補強）

路面処理工（路肩の補強を丸太組で行う）の拡大図



作業道開設の標準的な経費（開設幅員 2.5m、路面処理工法使用）

２４m当りの開設費用

- 支障木伐採・粗切り ＝２人×1.5 日×15 千円＝45,000 円
- 丸太組（谷側、２段）＝２人×0.5×15 千円＝15,000 円
- 敷き砂利 ＝２人×0.5×15 千円＝15,000 円
- 丸太材料 ４本×24m／3m×350 円＝11,200 円
- 敷き砂利 約６㎥（厚さ 0.1m）×3,600 円＝21,600 円
- 機械償却費 3,700 千円×1/5 年×2.5/280 日≒6,600 円
- 燃料代 10ℓ×2.5 日×110 円＝2,750 円

合計 117,150 円

経費の内訳

人件費	５人×15,000＝75,000 円
材料代	＝32,800 円
燃料代	＝2,750 円
償却費	＝6,600 円

24m当りの開設経費 117,150 円

1m当り約 4,880 円で開設できる。

（注）森林林業技術センター普及部の聞き取り調査による経費です。

3　作業道（路）損壊事例（平成 18 年 7 月　林野庁調査による）

	・ 切土法面は 14m と高く、粘土分を多く含んだ礫交じり土の法面が降雨により崩壊 《切土法面》14.0m 《切土勾配》8 分 （対策） ・急斜面を避けるよう、ルート選定を慎重に行う ・切土の高さは極力低く抑える。（概ね 1.4m 程度まで直切りとする。） 〔P2、3 参照〕
	・ 融雪や大雨により法面上・中部の崩壊 《切土法面》14.0m 《切土勾配》8 分
	・ 盛土が長い区間（約 60m）続き、雨水により盛土法面及び路体が約 24m に渡り崩壊 《盛土法面》8.2m 《盛土勾配》1 割 2 分 《横断勾配》なし （対策） ・切土と同じく盛土法高を出来るだけ低く抑える。 ・盛土のすべり出し防止処理や締め固めを十分に行う。 ・盛土法面が長くなる場合は丸太組みによる補強を行う。 〔P2、4、6、7 参照〕

	・ 現地は急な縦断勾配が続く直線区間であり、素堀側溝を設置していたものの、土砂等により埋まってしまい、雨水が路面に流出した結果、路面が洗掘 《縦断勾配 14%》 （対策） ・素堀側溝を設置しないで、路面排水は縦断勾配を一定にせず、波型線形に施工してこまめに決めた所で排水し、かつ分散させる。 〔P2、4、5、6 参照〕
	・極地的な豪雨により、暗渠（ヒューム管）が土石等で閉塞し、路体ごと浸食 （対策） ・基本的には石積工（転石、丸太組工）を入れた、洗い越しにする。 ・流量の多い沢では道を保護するために洗い越しの上・下側に構造物（ふとん篭）を設置する。 〔P2、5 参照〕

４　県外・県内の優良事例（敬称略）

―県　外―

事例（１）　大橋　慶三郎

１）所在地：大阪府南河内郡千早赤阪村

２）経営面積：100ha

３）路網密度：247m/ha

４）特　　徴：昭和 31 年から作業道開設に取り組み、現在の路網密度 247m／ha（昭和 43 年には 90%完成していた）。森林の傾斜は 45 度を越す箇所もあるが、４輪駆動の 2t トラックを利用して短い区間では道の勾配が 30%程度でも荷を積んで上り下りを可能にしている。

事例（２）　清光林業（株）岡橋清元

１）所在地：奈良県吉野郡川上村、東吉野村、上北山村

２）経営面積：1,900ha

３）特　　徴：日本で一番高い材価によりヘリコプター集材を行っていたが、そのヘリコプター集材に見合うだけの材価がつかなくなったことと、作業員の賃金が高いことから、大阪府の指導林家大橋慶三郎氏に学び、27 年間も作業道を付け続けている。

事例（３）　橋本光治

１）所在地：徳島県那賀郡那賀町白ケ谷字橋詰

２）経営面積：80ha

３）路網密度：330m/ha

４）特　　徴：大阪府の指導林家大橋慶三郎氏に学び、昭和 58 年から作業道を付け続けた。

事例（４）　日吉町森林組合

１）所在地：京都府南丹市日吉町

２）経営面積：9,348ha（「森林保全・管理業務保全委託契約」締結森林）

３）路網密度：約 36m/ha

４）特　　徴：「森林施業プラン」という独自の森林施業見積書を作成し、平成 14 年度以降本格的に作業路開設を進めてきた。このことから、路網密度は高くないが、現在も「壊れにくい作業路」の開設を進めており、低コスト間伐及び間伐材の搬出（10 ㎥／人・日）による循環型の安定した林業経営を目指している。

―県　内―

事例（１）　山田林業

１）所在地：神崎郡神河町作畑

２）経営面積：320ha

３）路網密度：131m/ha

４）特　　徴：試行錯誤の上、大阪府の指導林家大橋慶三郎氏に学び、平成 9 年から作業道を付け続け、林業を成り立たせている。

事例（２）　春名林業

１）所在地：宍粟市千種町七野

２）経営面積：139ha

３）路網密度：90m/ha

４）特　　徴：適地適木の考えから人工林率 41％と低い。作業道は長尺材（8,9m）を搬出することから極力、カーブを設けていない。また、維持管理面から幹線はコンクリート舗装されている。

事例（３）　小林林産

１）所在地：宍粟市一宮町生栖

２）経営面積：112ha

３）路網密度：110m/ha

４）特　　徴：皆伐は一切行わず、個人有林、生産森林組合、林業団体の山も含め、高密路網を整備して間伐による持続的な林業経営を行っている。

事例（４）　葛根生産森林組合

１）所在地：宍粟市山崎町葛根

２）経営面積：179ha

３）路網密度：131m/ha

４）特　　徴：「山には車で行き、作業は機械でする。」を合言葉に路網の整備を促進し、機械化の推進による低コスト林業を実践している。平成 17 年度に全国林業経営推奨行事「農林水産大臣賞」を受賞する。

引用文献

１）大橋慶三郎（２００１）　道づくりのすべて　（全国林業改良普及協会）
２）写真図解　作業道づくり（全国林業改良普及協会）
３）作業道作設の手引き　　平成 19 年 3 月（林野庁整備課）

写真協力をいただいた方々

北但東部森林組合
丹波市森林組合
春名善樹氏
山田新也氏
小林　温氏
八木数也氏
岡本良文氏

原稿責任者：森林林業技術センター
普及部　林業専門技術員　春名　貞夫

編　集　後　記

私たちは、平成19年度林業普及指導事業として「災害に強い森づくり技術の普及」のなかの一課題「作業道開設マニュアルの作成」として、下記のメンバーで、全県プロジェクトチーム（森林整備）を編成し検討を進めてまいりました。

特に、本年度は、作業道に係る開設技術研修会、現地検討会、先進事例調査、また、壊れない道づくり講習会など多様な取組をするなかで、「壊れにくい作業道を開設するための手引書」として取りまとめました。

本手引書の作成にあたりましては、資料や写真並びに事例の提供などご指導・ご協力を頂きました関係各位に対し、心から厚くお礼申し上げます。

今後、本手引書を県下の森林所有者、関係各市町、森林組合に配布するとともに、林業関係者と林業普及担当職員が一丸となって「壊れにくい作業道」の開設を進めていきます。

なお、本誌は（社）兵庫県治山林道協会に印刷・発行して頂きましたが、研修会等で多数必要となった場合は、事務局あてご協議下さい。

全県プロジェクトチーム（森林整備）名簿

（平成１９年度）

所　　属	職　名	氏　　名
社農林振興事務所	森林林業課長	小　川　　文　明
姫路農林水産振興事務所	森林林業専門員	坪　田　　豊
上郡農林水産振興事務所	森林林業専門員	平　野　　孝　幸
龍野農林振興事務所	森林林業専門員	永　井　　英　司
豊岡農林振興事務所	森林林業専門員	瀬　尾　　裕　久
和田山農林振興事務所	森林林業専門員	小野山　　直　樹
柏原農林振興事務所	森林林業専門員	皆　木　　三　郎
林　　務　　課	林業専門技術員	竹　谷　　泉　治
〃	課長補佐兼 構造改善係長	築　山　　佳　永
兵庫森林管理署	流域管理調整官	為　本　　晴　人
〃	販売係長	山　本　　尊　士
京都大学大学院農学研究科 森林利用学研究室	助　教	長谷川　　尚　史
京都大学大学院農学研究科	博士課程１年	大　塚　　和　美
京都大学大学院農学研究科	修士２年	杉　本　　和　也
京都大学農学部	学部４回生	別　府　　慎　介
森林林業技術センター	所　　長	三　尾　　公　男
〃	主任研究員	乾　　雅　晴
〃	主任研究員	藤　堂　　千　景
〃	普及部長	赤　座　　健
〃	林業専門技術員	川　西　　孝　行
〃	林業専門技術員	春　名　　貞　夫
〃	林業専門技術員	井　脇　　健
〃	主　　任	平　野　　修　之

〔事務局〕県立農林水産技術総合センター

森林林業技術センター　普及部
〒671-2525　兵庫県宍粟市山崎町五十波字尾崎430
TEL　　０７９０－６２－２１１８
FAX　　０７９０－６２－９３９０