土木分野における木材利用の LCA
～木製ガードレールの CO_2 収支を対象として～

国立環境研究所　正会員　○加用 千裕
立命館大学　正会員　橋本 征二
長野県林業総合センター　正会員　柴田 直明，山内 仁人
飛島建設　正会員　沼田 淳紀，坂﨑 友美
ハザマ　正会員　池田 穣

1. はじめに

土木分野における地球温暖化対策のひとつとして土木構造物への木材利用が注目されている．著者らは，土木分野への木材利用拡大の可能性とその温室効果ガス排出削減効果を定量的に提示することを目標として，様々な木製土木構造物のライフサイクルアセスメント(LCA)を進めている．本研究では，木製ガードレールを対象として，金属製ガードレールとの代替による CO_2 排出削減効果を検討するために，木製と金属製のライフサイクルを通した CO_2 収支を評価する．

2. 方法

CO_2 収支の評価対象は，化石燃料と石灰石(以下，化石燃料等)の消費による CO_2 排出および木材に関わる CO_2 収支(森林や木材における炭素固定，廃棄後の木材や林地・工場残材の焼却・分解による炭素排出，廃木材や残材の燃料代替利用による化石資源由来の炭素代替)とした．また，評価期間は，20 年および 100 年とした．

2.1. 化石燃料等の消費による CO_2 排出量

現地調査とヒアリングに基づく木製と金属製のガードレールの施工条件を表-1 に示した．ガードレールのビームと支柱に使用される材料の製造・輸送過程，ガードレール施工時の機械に使用される燃料(軽油)の製造・輸送・燃焼過程を対象とし，各過程における化石燃料等の消費量から CO_2 排出量を算定した．

2.2. 木材に関わる CO_2 収支

木製ガードレールの木材(直径 18 cm，8 齢級のカラマツ丸太 2 本)に関わる CO_2 収支については，評価のベースラインを現存する森林(以下，森林)および森林が存在する以前の更地(以下，更地)の 2 通り想定し，図-1 に示した．また，木材伐採後の再植林の有無，廃棄後の木材や林地・加工残材の燃料利用(石炭代替)の有無による木材シナリオを設定し，図-2 に示した．さらに，2 通りのベースラインにおける木材シナリオ

表-1 木製・金属製ガードレールの施工条件

		木製[1),2)]	金属製[3)]
機能		路側用C種の設置基準に合格するガードレール	
耐用年数		10 年	20 年
支柱間隔		2 m	4 m
機能単位		ガードレール 1 m	
ビームの材料	カラマツ丸太	0.051 m^3/m	-
	溶融亜鉛めっき鋼板	-	8.225 kg/m
支柱の材料	鉄筋コンクリート	60.500 kg/m	-
	溶接鋼管	-	6.525 kg/m
施工機械の燃料(軽油)		0.960 L/m	0.202 L/m

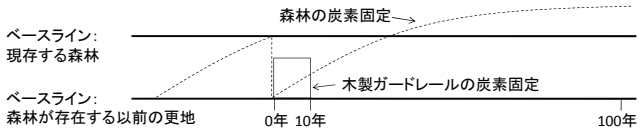

図-1 木材の CO_2 収支評価のベースライン

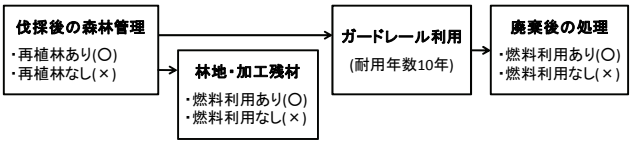

図-2 木材シナリオ

表-2 木材シナリオの CO_2 収支(炭素固定,炭素排出,炭素代替)

木材シナリオ				
再植林の有無	○	○	×	×
燃料利用の有無	○	×	○	×
ベースライン:森林が存在する以前の更地				
伐採後の森林管理	固定	固定	−	−
林地・加工残材	代替	−	代替	−
ガードレール利用	固定	固定	固定	固定
廃棄後の処理	代替	−	代替	−
ベースライン:現存する森林				
伐採後の森林管理	固定	固定	−	−
林地・加工残材	排出，代替	排出	排出，代替	排出
ガードレール利用	−	−	−	−
廃棄後の処理	排出，代替	排出	排出，代替	排出

キーワード　木製ガードレール，金属製ガードレール，LCA，CO_2 収支，再植林，燃料代替
連絡先　〒305-8506　茨城県つくば市小野川 16-2　(独)国立環境研究所　TEL: 029-850-2967

ごとの炭素固定，炭素排出，炭素代替を表-2 に示した．なお，森林の炭素固定については，10 年ごとに新規の木製ガードレールのために木材伐採を行い，その跡地へ再植林後，再度木材伐採は行わないと仮定した．net の CO_2 収支=炭素排出-炭素固定-炭素代替(CO_2 換算)と定義し，その収支を算出した．

3. 結果と考察

木製と金属製のガードレール 1m 当たりの net の CO_2 収支評価結果を図-3 に示した．化石燃料等の消費による CO_2 排出量に着目すると，施工時に木製は 19 kg/m，金属製は 25 kg/m となり，木製の排出量は金属製の 76%であった．しかし，両者の耐用年数(木製 10 年，金属製 20 年)を考慮すると，評価期間 20 年や 100 年において，木製の排出量は金属製の 1.5 倍となることが分かった．また，木製の木材に関わる net の CO_2 収支において，評価のベースラインが更地の場合，少なくとも再植林か燃料利用のどちらかを前提とすれば，炭素排出よりも炭素固定や炭素代替の効果が大きいことが確認された．そのため，木製の金属製代替により，評価期間 20 年において，最大(再植林○，燃料利用○)で 144 kg/m(=[木製の木材 156-木製の化石燃料等 37]+金属製の化石燃料等 25)，評価期間 100 年において，最大(再植林○，燃料利用○)で 1130 kg/m(=[木製の木材 1194-木製の化石燃料等 187]+金属製の化石燃料等 123)の CO_2 排出削減効果が得られることが分かった．一方，評価のベースラインが森林の場合，炭素排出よりも炭素固定や炭素代替の効果を大きくするためには，再植林と燃料利用のどちらも必須となることが分かった．木製の金属製代替により，評価期間 20 年において，最大(再植林○，燃料利用○)で 4 kg/m(=[木製の木材 16-木製の化石燃料等 37]+金属製の化石燃料等 25)，評価期間 100 年において，最大(再植林○，燃料利用○)で 431 kg/m(=[木製の木材 495-木製の化石燃料等 187]+金属製の化石燃料等 123)の CO_2 排出削減効果があることが明らかになった．なお，評価期間が長くなるほど削減効果が大きくなり，これは再植林後の炭素固定量が大きくなることが影響している．

4. まとめ

木製ガードレールの金属製代替において，木材伐採後の再植林と廃木材や残材の燃料利用を前提とすれば，評価期間 100 年で 1130 kg/m(ベースライン：更地)あるいは 431 kg/m(ベースライン：森林)の CO_2 排出削減効果が得られることが明らかになった．

謝辞

本調査ヒアリングにおいてお世話になった関係各位の方々に感謝の意を表する．

参考文献

1) 長野県, 信州型木製ガードレール 3 号型. 2) 柴田直明ら, 木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発, 長野県林業総合センター研究報告, 第 24 号, 2010. 3) JFE 建材株式会社, JFE 防護柵カタログ.

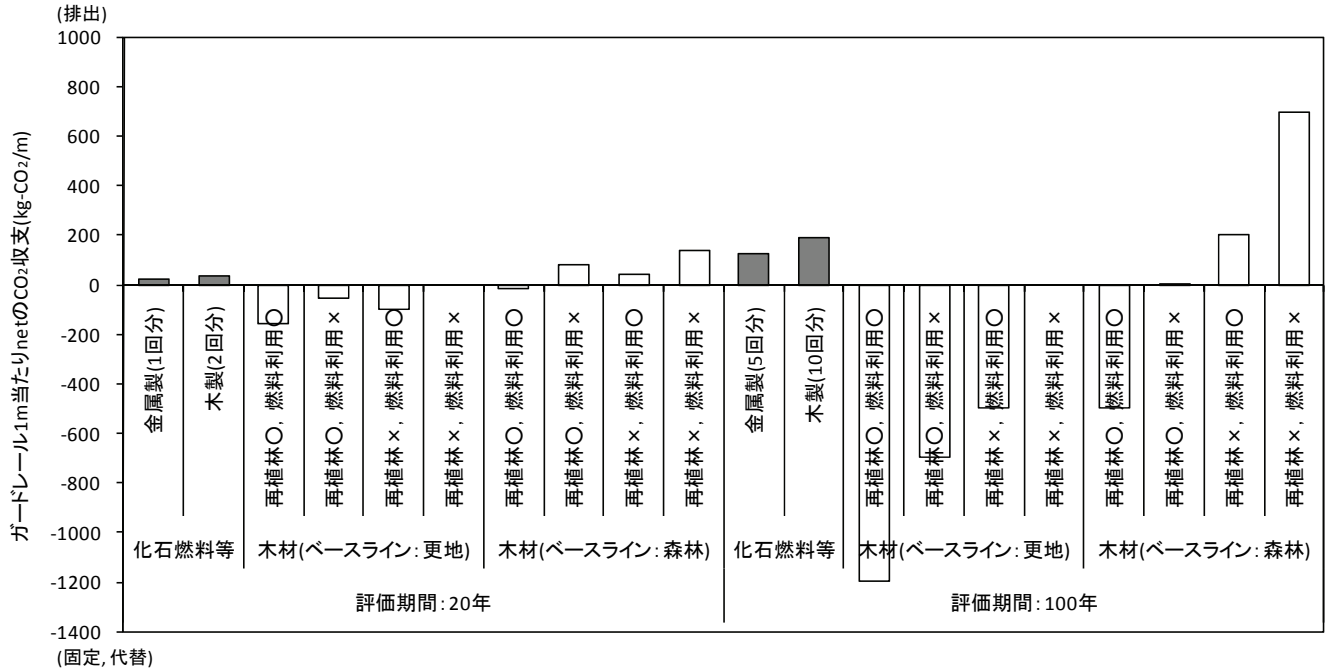

図-3 木製ガードレールと金属製ガードレール 1m 当たりの net の CO_2 収支評価結果