

丸太打設液状化対策実証実験における CO₂ 貯蔵効果

昭和マテリアル 正会員○池田浩明, 兼松日産農林 正会員 水谷羊介, 正会員 三村佳織
飛鳥建設 正会員 沼田淳紀, 正会員 三輪滋, 早稲田大学 学生会員 RIAZ Saima
高知大学 正会員 原 忠, 学生会員 坂部晃子

1. はじめに

丸太打設による液状化対策の実大施工実験について, 前報¹⁾に引き続き, 丸太に貯蔵された炭素量と工事によって排出された二酸化炭素排出量について述べる。

2. 計測方法

2.1 計測項目

丸太に貯蔵された炭素量と工事によって排出される二酸化炭素の収支は, 丸太打設による地盤改良体積が同じ区画 A(5D 間隔), 区画 C(4D 間隔), 区画 E(3D 間隔)について検討を行った。検討範囲は, 表-1 に示した 2 通りである。すなわち, 森林における地盤改良から工事完了まで考える Case1 と, 現場内の収支を求める Case2 である。

2.2 計算方法

(1) 貯蔵量の計算

丸太の炭素貯蔵量の二酸化炭素換算は, 式(1)より求めた。丸太材積は寸法計測した実測値を使用し, 末口二乗法より求めた。高止りによって切断した部分の材積は, 材積から差引いた。

$$S_{\text{LOG}} = V_{\text{LOG}} \times CC \times D \times K_{\text{CO}_2\text{C}} \quad (1)$$

ここで, S_{LOG} : 丸太に貯蔵された炭素量の二酸化炭素換算値 (kg-CO₂)

V_{LOG} : 現場で使用した丸太の材積 (m³) (末口二乗法)

CC : 木材の乾燥質量に対する炭素量の割合 ($CC=0.5$ (樹種によらず))

D : 使用した丸太の絶対密度 (kg/m³) (スギ: $D=380\text{kg/m}^3$)²⁾

$K_{\text{CO}_2\text{C}}$: 炭素を二酸化炭素に換算する係数 (44/12)

(2) 排出量の計算

各工程での二酸化炭素排出量は, 式(2)より求めた。式(2)で使用する係数を表-2 に示す。

$$EC = ec \times (A, V_{\text{LOG}}, V_{\text{LOG}} \cdot U_{\text{ave}} \text{ or } A \cdot T_{\text{ave}}) \quad (2)$$

ここで, EC : 各工程での二酸化炭素排出量 (kg-CO₂)

ec : 各工程での二酸化炭素排出係数 (kg-CO₂/ha, kg-CO₂/m³, kg-CO₂/km³, kg-CO₂/ha·km)

$A, V_{\text{LOG}}, U_{\text{ave}} \text{ or } T_{\text{ave}}$: 森林面積, 材積, 平均運材距離 or 平均通勤距離 (ha, m³, km, km)

森林面積 A は, 式(3)より求めた。平均運材距離 U_{ave} は, 山林から加工場までの距離 $U_{\text{ave1}}=31\text{km}$ ⁴⁾ と加工場から工事現場までの距離 $U_{\text{ave2}}=73.5\text{km}$ (君津→浦安, 市原→浦安) とし, 林業作業における平均通勤距離 T_{ave} は文献⁴⁾より $T_{\text{ave}}=16\text{km}$ とした。

$$A = V_{\text{LOG}} / V_{\text{ave}} \quad (3)$$

ここで, V_{ave} : 平均出材量 (m³/ha) (利用間伐: $V_{\text{ave}}=50\text{m}^3/\text{ha}$)³⁾

使用した重機, 発電機, 通勤車両の二酸化炭素排出量は, 式(4)より求めた。表-3 に使用燃料の二酸化炭素排出係数を示す。ここでは, 通勤車両の平均燃料消費率を $5.9\text{km}/\text{l}$ ³⁾ とし, 通勤距離から燃料使用量を求めた。

$$EC_{(W)} = (ec_G \text{ or } ec_L) \times U_{(F)} \quad (4)$$

ここで, $EC_{(W)}$: 使用機器での二酸化炭素排出量 (kg-CO₂)

表-1 CO₂ 排出検討範囲

項目	作業内容	通勤・運搬	検討対象	
			Case1	Case2
育林	地植え、植付け、下刈り 枝打ち、除伐	林業作業員通勤	○	×
伐採	利用間伐	林業作業員通勤	○	×
運材 1	-	山林～加工場	○	×
丸太加工	皮むき・先削り	-	○	×
運材 2	-	加工場～現場	○	×
施工現場	-	技術者通勤	○	×
	丸太打設重機 BA100 1台	-	○	○
	PD200 1台			
	0.7m ³ BH 1台			
	整地用重機 0.25m ³ BH 1台			
	0.45 m ³ BH 1台			
	発電機 型式:DCA-6LSX 1台			

表-2 各工程における CO₂ 排出係数

	地植え ～ 枝打ち	利用間伐	運材① (山林 ～ 加工場)	丸太加工	運材② (加工場 ～ 施工現場)
作業(面積当り) 単位: kg-CO ₂ /ha	$ec_G=365.1^{3)}$	-	-	-	-
作業(材積当り) 単位: kg-CO ₂ /m ³	-	$ec_{(W)}=17.5^{4)}$	-	$ec_{(G)}=7.6^{5)}$	-
作業 (距離・材積当り) 単位: kg-CO ₂ /km·m ³	-	-	$ec_{(U)}=0.0804^{4)}$	-	$ec_{(U)}=0.0804^{4)}$
通勤 (面積・距離当り) 単位: kg-CO ₂ /ha·km	$ec_{(T)}=25.41^{4)}$	$ec_{(KT)}=3.44^{4)}$	-	-	-

表-3 使用燃料の CO₂ 排出係数⁶⁾

	二酸化炭素排出係数
ガソリン	$ec_G=2.32 \text{ kg-CO}_2/\text{l}$
軽油	$ec_L=2.58 \text{ kg-CO}_2/\text{l}$

キーワード 液状化, 地盤改良, 丸太, 炭素貯蔵, 二酸化炭素, 地球温暖化

連絡先 〒003-0027 北海道札幌市白石区本通 20 丁目北 2-45 TEL 11-862-1917, FAX 011-863-6801

ec_G or ec_L : 使用燃料の二酸化炭素排出係数⁶⁾ (kg-CO₂/ℓ)

U_F : 燃料使用量 (ℓ)

なお、本検討は実験のため、実際の工事より施工に多くの時間を要しており、二酸化炭素排出量は実工事によるものよりもやや多めになっていると考えられる。

表-4 各区画における CO₂ 収支結果 (Case2)

	丸太による 炭素貯蔵量 CO ₂ 換算値 S_{LOG} 単位: kg-CO ₂	施工による CO ₂ 排出量 $EC_{(W)}$ 単位: kg-CO ₂	収支量 S_{LOG2} 単位: kg-CO ₂	改良地盤 1m ³ 当たり SG_{LOG} 単位: kg-CO ₂ /m ³	材積 1m ³ 当たり SL_{LOG} 単位: kg-CO ₂ /m ³
区画 A	+4,864	-410	+4,454	+22.7	+638
区画 C	+8,984	-521	+8,463	+42.0	+656
区画 E	+14,079	-635	+13,444	+67.2	+665

※貯蔵側をプラスとし、排出側をマイナスとした

3. 計測結果

図-1 に、区画 C での炭素貯蔵量と、地拵えから施工完了までの二酸化炭素排出量の収支結果を示す。

丸太による貯蔵量が 8,984kg-CO₂ に対し、育林から施工完了までの排出量は 1,367kg-CO₂ となり、二酸化炭素換算で合計 7,617kg-CO₂ の炭素を地中に固定した事となる。この結果より、二酸化炭素排出量を育林から考えても、丸太による炭素貯蔵量は施工に係わる二酸化炭素排出量を上回ることがわかる。

次に、施工現場内のみにおける収支を検討する。

表-4 に、各区画における炭素貯蔵量と二酸化炭素排出量、収支量、改良地盤 1m³ 当たりの収支および丸太 1m³ 当たりの収支を示す。図-2 に、改良率と収支量の関係を示す。改良率 a_s は、実測の丸太の平均末口径より、区画 A, C, E それぞれ $a_s=3.1\%(\approx 5D)$, $4.8\%(\approx 4D)$, $8.0\%(\approx 3D)$ である。丸太打設間隔が密になり改良率が上がるほど、施工で排出される二酸化炭素量も増加するが、工事効率が上がり、排出以上に丸太による貯蔵効果が相対的に大きくなり、収支は改良率にともない増加することがわかる。

4. まとめ

実大施工実験における二酸化炭素収支の検討より、以下が明らかになった。

- (1) 地拵えから全工程で排出量を考えた場合、丸太に貯蔵された炭素量は、一連の作業による二酸化炭素排出量を大きく上回り、丸太を使用する本工法の炭素貯蔵効果は大きい。
- (2) 打設間隔が密なほど、工事による二酸化炭素排出量が増加するが、工事効率が上がるため炭素貯蔵効果は打設間隔が密なほど大きくなる。

謝辞: 本実験は、「浦安市が管理する施設を利用した液状化対策工法の実証実験」により千葉県浦安市から実験場を提供して戴いた。また、実験の一部は、林野庁地域材供給倍増事業のうち木造住宅・木造公共建築物等の構造部材開発等支援事業の中の木造中高層建築物等の部材開発等支援事業の補助を得て実施した。ここに記して感謝申しあげます。

参考文献

- 1) 沼田淳紀, 筒井雅行, 水谷羊介, 三村佳織, 原忠, 坂部晃子, 池田浩明, RIAZ Saima: 丸太打設液状化対策実証実験の概要, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, 2013.9. (投稿中)
- 2) 森林総合研究所: 木材工業ハンドブック, 丸善出版, 2007.7.
- 3) 岩岡正博, 一二三雅透: 木材産業作業のエネルギー消費と二酸化炭素排出量 (前編), 機械化林業, №.654, pp.1-7, 2008.5.
- 4) 岩岡正博, 一二三雅透: 木材産業作業のエネルギー消費と二酸化炭素排出量 (後編), 機械化林業, №.655, pp.1-6, 2008.6.
- 5) 沼田淳紀, 外崎真理雄, 濱田政則, 久保光, 吉田雅穂, 野村崇, 本山寛: 丸太打設地盤改良による地球温暖化防止対策の可能性, 第 8 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 地盤工学学会, pp.399-404, 2009.7.
- 6) 環境省・経済産業省: 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル (Ver.3.3), 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧, 2012.5.

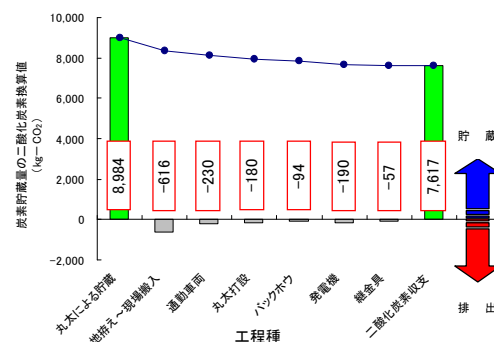


図-1 区画 C における CO₂ 収支 (Case1)

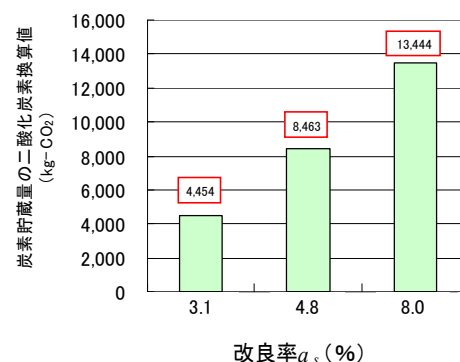


図-2 改良率と CO₂ 収支の関係 (Case2)