D･BOX 施工手順書

令和 6年 3月

パシフィックコンサルタンツ株式会社

目　　次

1　はじめに・・・

1　はじめに

1.1　　本マニュアルの適用範囲について

D･BOX はメトリー技術研究所株式会社により発明された製品で、軟弱地盤の補強対策、液状化対策、噴泥対策および振動対策に利用され、近年簡単に施工でき、環境に易しい工法として日本で広まりつつある。

本マニュアルは、D･BOX を用いた地盤補強対策を中心とした実証事業の結果に基づき林業用に作成したものであり、林業用作業道に特化したマニュアルを作成したものである。

図 1-1　林業用作業道での施工状況

表 1-1　本マニュアルによる適用範囲

D-Box使用場所	内訳	既存盛土部	新設盛土	既存平地	新設平地	説明
1.軟弱地盤対策	1)地盤補強	○	○	○	○	平板載荷試験およびFEM解析により提案した門田式により、D-Boxを用いた場合の極限地盤支持力と変位量の算出が可能
	2)斜面すべり対策	△	○	-	-	1)既往盛土部は、D-Box Damによる効果検証中(2018年の雨季の期間の状況を見て判断する) 2)新設の盛土については、上記の支持力算定式を用いてD-Boxを盛土底面に設置することによりすべり対策可能
2. 鉄道軌道の沈下対策	1)バラストの沈下、食い込みによる沈下対策	○	○	○	○	1年間のrailの天端高の沈下計測結果では、線路の沈下は3cm以内であり保線作業を定期的に行なうことにより、列車走行に問題は無いことを確認(一部13cmの沈下箇所があったが、既往盛土形成時の転圧不足等による沈下と想定される)。
	2)盛土部の圧密沈下対策	×	×	-	-	良質な地盤であったことから、圧密沈下抑制効果についてはLoad Test 結果では認められなかった。
3.噴泥対策		◎	◎	◎	◎	実証事業により噴泥の発生が無いことを確認(日本の鉄道JR西日本でも実績あり)
4.振動対策		○	○	○	○	現場測定により振動低減効果を確認中である。
5. D-Boxの製作		○	○	○	○	ミャンマー製のD-Boxの製作は80袋/日 D-Boxは＄20/袋であり、一個当りの製作費は中詰め砂を含め約33,000MMK/個
6. D-Boxの施工	1)D-Boxの中詰(砂)による経済性 12m/日	○	○	○	○	Chaungphyar siteの実績　192,000/m(D-Box4列)　D-Box1個あたりのChaungphyar siteでの工事費48,000MMK/bag
	2)手作業によるD-Box設置工法　(1日4m)	○	○	○	○	中詰砂代を含め1m当りの工事費約34,000MMK/m(D-Box2列配置:軌道のバラストはMR支給)

2　施工方法マニュアル

2.1　　林業におけるD・BOX工法の基本的な施工フロー

D・BOXの施工は図 2-1に示すように、現地の道付の線形調査後に準備工として、D・BOXの製作ヤードの確保、重機の整備を行う。その後、D・BOXの製作工を行い、D・BOX敷設工の順で作業を行なうことが基本となる。

なお、D・BOXの覆土工は、D・BOXを紫外線から守るために行なう目的と、林業重機（フォワーダーやハーベスター等）の通行時に，構造的に埋め戻しが必要な場合の 2つの目的がある。

図 2-1　D・BOXの施工フロー

2.2　　D・BOXの対象工事

林業関連でのD・BOXの対象となる工事は次の２項目である。

（1）　軟弱地盤対策

（2）　滞水発生箇所の地盤対策

Pacific Consultants

2.3　軟弱地盤対策

林業用作業道の用途としては、資材を山頂から山裾まで搬出するため、大型重機（フォワーダー等）が往復する作業路となる。路線上に粘性土地盤があると、雨が降らない状態であれば通行が容易であっても、降雨時は土壌に水が含まれると、重機や積荷の荷重によりぬかるみが発生するなどの不安定な状態となる。また、降雨翌日に一時的な補修を行ったり、翌年度に再度補修を行ったりしているのが現状である。

そのため、図 2-2 に示すように、作業路盤面に D・BOX を敷設する事により地盤の極限支持力を増大させることが可能となる。なお、粘土層に相当の層厚がある場合には、D・BOX 間をジョイントするように D・BOX 設置後に D・BOX 上面部全面に透水性のある土木用の補強シートを敷設すると良い。

図 2-2　軟弱地盤上への D・BOX の活用（支持力増大）

2.4　滞水発生箇所の地盤対策

沢部において縦断勾配をＶ型にした場合や、勾配変化点が透水性の悪い土質の場合は、盛土材の含水比が低い常に高い状態となりやすいことから、基本的には排水溝を設けるなどの対策が必要であるが、一時的な対策になる事が多い。

図 2-3　D・BOX の活用による地盤対策

Pacific Consultants

2.5　D・BOX の作成方法

◆D・BOX の制作時の留意点

D・BOX の作成方法としては、表 2-1 に示すように LS-100（1.0m×1.0m×0.25m）と LS-150（1.5m×1.5m×0.45m）の 2 種類を対象とする。

なお、D・BOX の要求性能を満足するメトリー技術研究所の製品を購入することを基本条件とする。

表 2-1　D・BOX　―　ＬＳシリーズ（吊上げ設置タイプ）

製　品	施工寸法	備　考
D・BOX－LS100	W1000×D1000×ｈ250	中詰材の投入容量　0.25m3
D・BOX－LS150	W1500×D1500×ｈ450	中詰材の投入容量　1.0m3

（出典：Ｄ・ＢＯＸ製品カタログより）

2.6　D・BOX の中詰め材料の規格

D・BOX の中詰め材は、土木分野での沈下抑制、振動低減、噴泥対策に使用する場合には、砕石や砂などの摩擦材量を使用する事を基本とするが、林業分野においては施工基準が明確に決まっていないため、現地発生土の使用を基本とする。したがって、林業における D・BOX の中詰め材は、表 2-2 の赤枠に示す規格と用途とする。

表 2-2　D・BOX の中詰め材料の規格と用途（対象は LS-100、LS-1500 とする）

用途	中詰材料	詳細	備考
・軌道部下の噴泥対策、 ・軟弱地盤対策、 ・振動対策	砂	粒径 0.075mm～2mm とし、粒径 0.075mm は 5%未満とする。	シルト分と粘土分が入らないもの
・軟弱地盤対策、 ・噴泥対策、 ・振動対策	バラスト	C40-0 C30-0 M-40	砂分が含まれていてもよい。 効果は砂よりも高い。
手作業のみによる既往路線の補強/復旧作業 噴泥対策	現地発生土	現場のバラストのみ使用	既往の軌道の下の地盤には、バラスト や砂等が含まれていることから、その材料を使用する。

現地発生土を基本とし、必要があれば砂利（RC-40 程度）を使用する。

（出典：D・BOX　設計/施工/品質管理/維持管理マニュアルより）

Pacific Consultants

2.7　D・BOX の製作ヤード

D・BOX の製作ヤード最小必要幅は、図 2-4 に示すように、5m×4m であるが、D・BOX の仮置数量は、9 個程度であり、仮置き数が多い場合には、面積を増やす必要がある。なお、バックホウのサイズは、LS-100 の場合には、重量が約 0.5 t であり、0.15～0.28m^3 バケット、LS-150 の場合には、重量が約 1.9 t あることから、バックホウのサイズは 0.28～0.5m^3 バケットが必要である。なお、基本的にヤードは平坦な場所とするが、林業分野においては作業路内での施工が基本となるため、この限りではない。

図 2-4　D・BOX の製作ヤードの最低必要面積（5m×4m）

Pacific Consultants

2.8　D・BOX の型枠

D・BOX の型枠は、内寸法を D・BOX の形状と同じとする。LS-100 と LS-150 の型枠形状を示す。

（1） LS-100

D・BOX　LS-100 の型枠（1000×1000×250mm）

図 2-5　LS-100 の型枠加工図と作成例（廃材を使用した例）

Pacific Consultants

（2） LS-150

D・BOX　LS-150 の型枠（1500×1500×450mm）

図 2-6　LS-150 の型枠加工図と作成例

Pacific Consultants

3　D・BOX の製作要領

・水平面に型枠をセットする
・型枠寸法を計測・確認する
・その後、型枠内にＤ・ＢＯＸ袋をひろげる

・対角トラスバンドを中央の位置に合わせる
・底面四隅、四辺で袋の丸みを取り除き、型枠に位置を合わせる

・吊りフックの位置は中央・垂直にセット
・2重の吊りフック単管や太めの垂木を貫通させる

・四隅は、袋を手で持ち上下させ、袋の丸みを伸ばして、よれないようにする

・中詰め材を投入する。基本的に現地発生土を用いるが、水分を多く含む場合には砂利や砕石を投入する

・Ｄ・ＢＯＸ袋がよれない様にこまめに敷均しを行う

Pacific Consultants

・D-BOX袋の1/3を1層と考え、1/3～1/2程度の中詰め材を投入する
・LS150＝1/3層程度、LS100＝1/2層程度

・中詰め材の重みで袋が沈み込むので、袋を引っ張り出し、その後、四隅を重点的に締め固める（※必ず1層目で行うこと）

・四隅と四辺は足で踏込み、十分に充填する
・次に、面的に足で踏込む
・中詰材が沈まなくなるまで繰り返し行う

・中詰材を2/3程度投入し、再度、四隅・四辺、面的に沈まなくなるまで足で踏込む

・敷均し後、単管パイプをテコで持ち上げ、中央の吊りフックを持ち上げる※差し込む棒は単管パイプ推奨（木製は折れるため）

・最終の中詰材投入量は、中詰材の沈み込みをを見込んで、型枠天端よりも高めにする
・単管を撤去し、天端はを平らに仕上げる

・上蓋の一方を引寄せマジックテープをする
・蓋は、袋が互いに付合う位置で閉じる
・人力で付合わない場合は、一時仮止めする

・中詰材の締固めがしっかりできていれば、上蓋の隙間はほとんど生じない

・袋の角をかかとで蹴りながらマジックテープを引き付けると蓋を閉めやすくなる

・上蓋から吊りフックを取り出し、フックをかける。この時、必ず2重の吊りフックと共に玉掛けを行う

・吊上げの際、足元を型枠に軽く掛け、せり上がりを防止する

・製作した短形状のD-BOXを所定場所で保管
・堆積は、LS100=4段、LS150=3段程度
・黒帯は白帯で覆い、極力黒帯を出さない

・局所的に使用した例（地盤は粘性土）
・フォワーダーの軌道を意識して配置した
・配置後は覆土、転圧を行い仕上げした

・谷地形で水が多いことから、D-BOX袋の間に水みちとなる丸太を配置した
・丸太を配置後は覆土、転圧で仕上げした

・2段積みで実施した施工例
・軟弱層が深いため、D-BOXを2段に積み上げ覆土、転圧して仕上げを行った

・こちらも2段積みで施工した例
・谷地形で水が大い事が予想されるため、中央部に丸太を配置する隙間を空け施工した

・沢地形で滞水が多く、ぬかるみが酷い箇所に施工した。滞水の水位が下がったため、沈下も抑制され、補修作業も軽減された

・軟弱地盤の上に直接配置した施工例
・沢地形により、水道を確保するため、一番低い地盤の位置に丸太を配置した