

# ミャンマーでの技術基準の展開事例

## マニュアルの概要 ならびにその普及と活用



NPO法人 国際インフラパートナーズ  
八千代エンジニアリング

吉兼 秀典



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 作成したマニュアル



- フェーズ1マニュアル（2014）  
Manual on Labor-intensive type Pavement Works for Low-traffic-volume Roads（英語・緬語）
- フェーズ2マニュアル（2018）
- Manual on Pavement Works Using Hot Mix Asphalt and Ready-mixed Concrete（英語・緬語）
- フェーズ2施工手引き（2019）  
Handbook on Pavement Works（英語→緬訳中）

# マニュアル作成の目的



- フェーズ1マニュアル（2014）

地方部の人力舗装によるネットワーク構築促進  
→災害対策、雇用対策……喫緊の課題に対応

- フェーズ2マニュアル（2018）

機械施工による高級舗装：国道など根幹ネットワーク構築  
品質管理やバッチ式Asプラント……将来を見据えたマニュアル

- フェーズ2施工手引き（2019）

現場技術者向けの施工手順書：普及を促進させるため

# 【フェイズ1】マニュアルのコンセプト



- 【浸透式マカダム舗装】を対象
- モンゴルプロジェクトの好例を展開
- 簡易舗装要綱（S53）をベース
- 設計・施工を中心に記述（CBR-TA法）
- ミャンマーでの施工経験や慣習も加味
- 軟弱地盤対策も記載
- 試験施工を通じてマニュアルを整備

# 【フェイズ1】 試験施工での検討内容



- 設計法の検証

CBR-TA法とRoad Note21のカタログ断面の比較

- 浸透式マカダム舗装の等値換算係数

0.5 or 1.0 → 0.67で暫定

- ストアス/乳剤の散布量

日本の基準と同等で対応：ストアス 0.7-0.9ℓ/m<sup>2</sup>

乳剤1.0-1.2ℓ/m<sup>2</sup>

# 【フェイズ1】マニュアルの内容①



- 構造設計→日本の $T_A$ 法を導入

CBR- $T_A$ 法 : 信頼度50%の式を掲載

CBRや交通条件に応じた構造設計を可能にした。

- 設計輪荷重

設計輪荷重を解説し $T_A$ 法で設計する場合の換算式を掲載

ミャンマー 40kN → 日本 49kN

- 軟弱地盤対策

CBR<2を軟弱地盤と定義、改良を推奨

	16 / 15 Tons
	23 / 21 Tons Three axles, common (10) Tyres
	30 / 25 Tons Four axles, common (12) Tyres
	46 / 45 Tons Five axles, common (20) Tyres
	51.5 / 48 Tons Six axles, common (22)

Front      Front axle      Rear wheel      Rear Axle



# 【フェイズ1】 マニュアルの内容②



- 測量

水準測量や丁張を解説。（ミャンマーには丁張がなかった）

- 土工/排水工

- 開渠排水や暗渠排水を記載（雨季対策）



- 路肩工

ハードショルダー（車道相当）

アースショルダー（歩道相当）を記載



# 【フェイズ1】 マニュアルの内容③



- 施工機械

使用機械の写真を掲載



- 施工計画

サイクルタイムを解説、計算式を掲載

- 施工

写真付きで各工種の手順事を細かく記載  
(土工、路床工、路盤工、表層工)



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」



# 【フェイズ1】マニュアルの内容④



- 試験施工報告書を添付

施工・品質管理の手順を写真で解説→手引書として

- CBR-TA法の設計例を添付

解説に加え、計算例を掲載

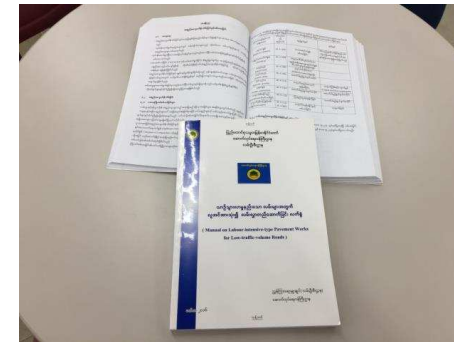
- 軟弱地盤対策

軟弱地盤における路床改良の考え方を示した。



# 【フェイズ1】マニュアル作成の成果

- 英語・緬語併記のマニュアル
- 試験施工での検討事項を反映
- 試験施工報告書を付録に添付



⇒その後約2年で前後44マイルを独自整備  
⇒村が発展し活性化した。



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

## 【フェイズ2】 マニュアル作成のコンセプト



- As舗装（国道）、Con舗装（州道/国道）の設計施工に関するマニュアル
- 日緬間のAs/Con舗装の基準類を比較検討  
→不足部分を日本技術で補いつつ融合
- 使用材料の品質管理/製造管理を重点記載

# 【フェイズ2】 マニュアル作成のコンセプト



## • 対象とした道路区分

Design Class		D.VI	D.V	D.IV
1. Annual Average Daily Traffic		Under 50	50-200	200-500
2. Design Speed (MPH)	a. Flat Country	50	50	60
	b. Rolling Country	40	40	50
	c. Mountainous Country	30	30	40
3. Number of Lanes		1	1	2
4. Width of Lane (feet)		12	16	9
4-A. Right of Way (feet)		100	100	100(min) 150(desirable)
5. Minimum Width of Shoulder (feet)	a. Flat Country	6(desirable) 4(min)	6	8
	b. Rolling Country	6(desirable) 4(min)	6	8
	c. Mountainous Country	4(min)	4	6
6. Minimum Width of Formation (feet)	a. Flat Country	20-24	28	34
	b. Rolling Country	20-24	28	34
	c. Mountainous Country	20	24	30
7. Maximum Grades (%)	a. Flat Country	5	4	3
	b. Rolling Country	6	5	4
	c. Mountainous Country	8	6	6

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

## 【フェイズ2】 試験施工での検討内容



- Con舗装の設計断面比較  
緬甸設計法と日本設計法の比較検討
- 生コン/Asプラントでの品質管理を確認
- As/Con舗装の施工方法指導



# 【フェイズ2】 マニュアルの内容①



- 構造設計

## アスファルト舗装

信頼度75%、90%のTA計算式を記載

$$TA = 3.84N^{0.16} / CBR^{0.3} \text{ (信頼度90\%)}$$

$$TA = 3.43N^{0.16} / CBR^{0.3} \text{ (信頼度75\%)}$$

## セメントコンクリート舗装

日本の経験的設計法と緬国の設計法(RN29)を併記

# 【フェイズ2】 マニュアルの内容②

## 【加熱アスファルト舗装】



### • 加熱アスファルト混合物

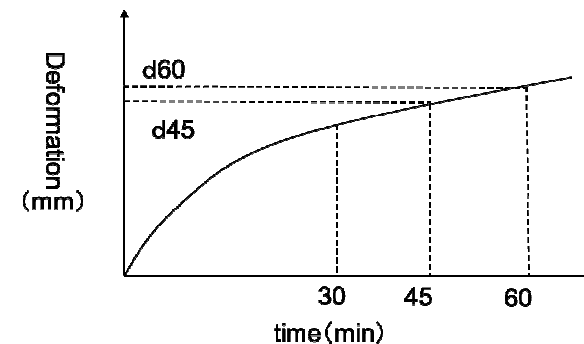
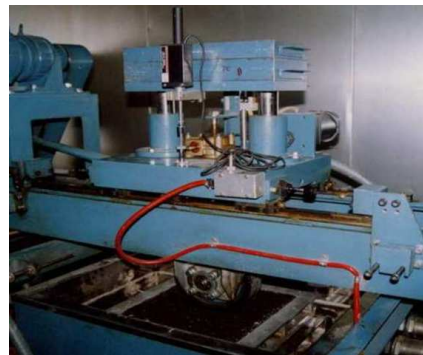
2.36mm通過量を規定

7号砕石の使用を記載

### • 配合設計/混合物性状

WT試験による耐流動性評価を記載

Type of Mixture	①	②		③	④	⑤
	Coarse-graded Asphalt concrete (20)	Dense-graded Asphalt concrete (20)   (13)		Fine-graded Asphalt concrete (13)	Dense and gap-graded Asphalt concrete (13)	Open-graded Asphalt concrete (13)
Finish thickness cm	4~6	4~6	3~5	3~5	3~5	3~4
Maximum Particle size mm	20	20	13	13	13	13
Weight of fraction passing a sieve %	26.5mm	100	100	100	100	100
	19.0mm	95~100	95~100	100	95~100	95~100
	13.2mm	70~90	75~90	95~100	85~100	85~100
	4.75mm	35~55	45~65	55~70	65~80	35~55
	2.36mm	20~35	35~50		50~65	30~45
	600µm	11~23	18~30		25~40	20~40
	300µm	5~16	10~21		12~27	15~30
	150µm	4~12	6~16		8~20	5~15
75µm	2~7	4~8		4~10	4~10	
Asphalt content %	4.5~6	5~7		6~8	4.5~6.5	3.5~5.5



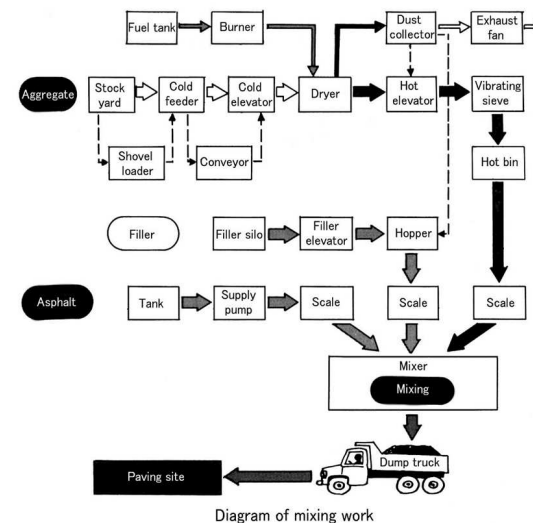
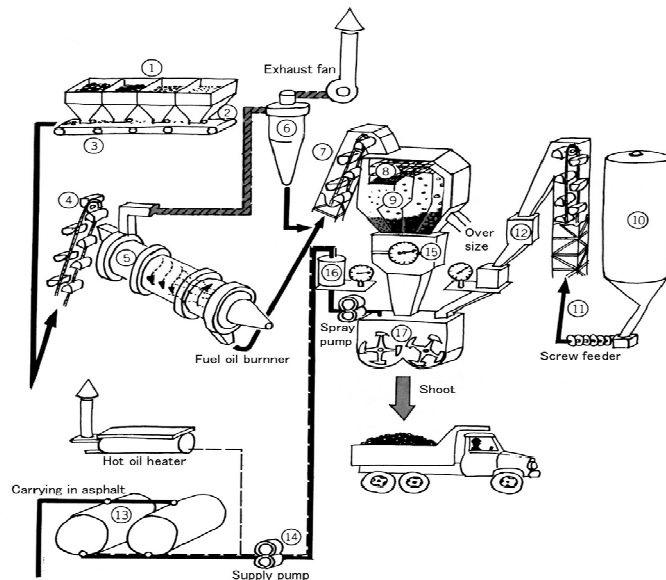
「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 【フェイズ2】 マニュアルの内容③

## 【加熱アスファルト舗装】



- バッチ式プラントによる製造を記載



- プラント製造手順を記載

プラント検査→試験練り→現場配合の決定

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 【フェイズ2】 マニュアルの内容④

## 【加熱アスファルト舗装】

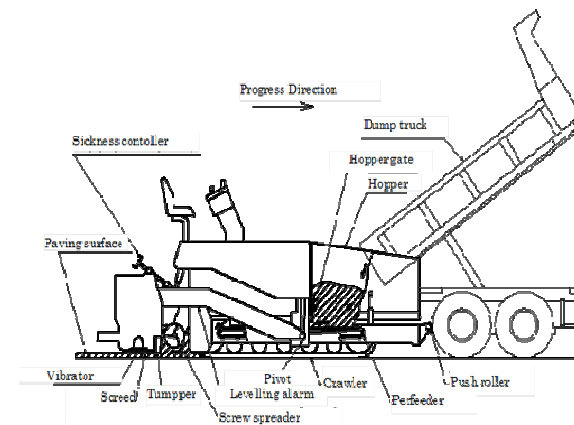
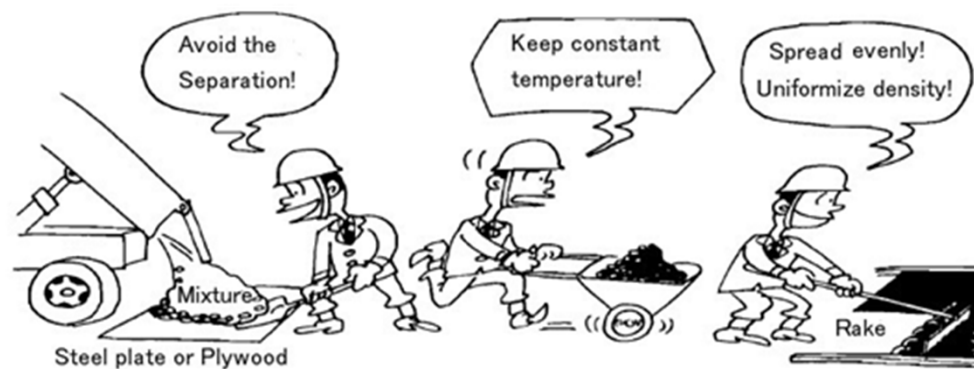


### • 運搬

必要な大型ダンプ車台数の計算式やダンプ運搬における留意点を記載

### • 施工

機械施工と人力施工を記載



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

## 【フェイズ2】 マニュアルの内容⑤

### 【セメントコンクリート舗装】



- 材料規定

緬国では曲げ強度規定がない

→ 立方体圧縮強度に換算し記載

対象交通量	コンクリートの品質		
	強度		スランプ
大型車が走行する道路	RoadNote29法	設計基準立方体強度28MPa* <sup>1</sup>	スランプ8cm 程度
	JRA-Empirical Method	設計基準立方体強度39MPa* <sup>2</sup>	
軽車両以下しか走行しない道路	JRA-Empirical Method	設計基準立方体強度18MPa* <sup>3</sup>	スランプ8cm、または12cm 程度

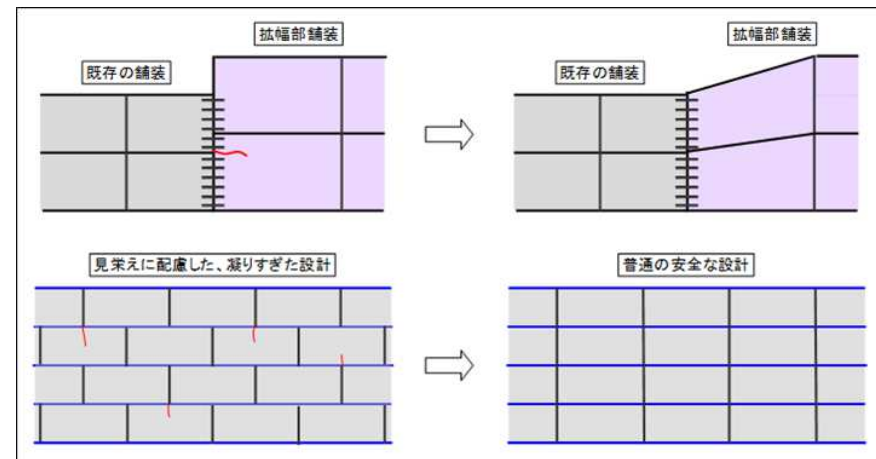
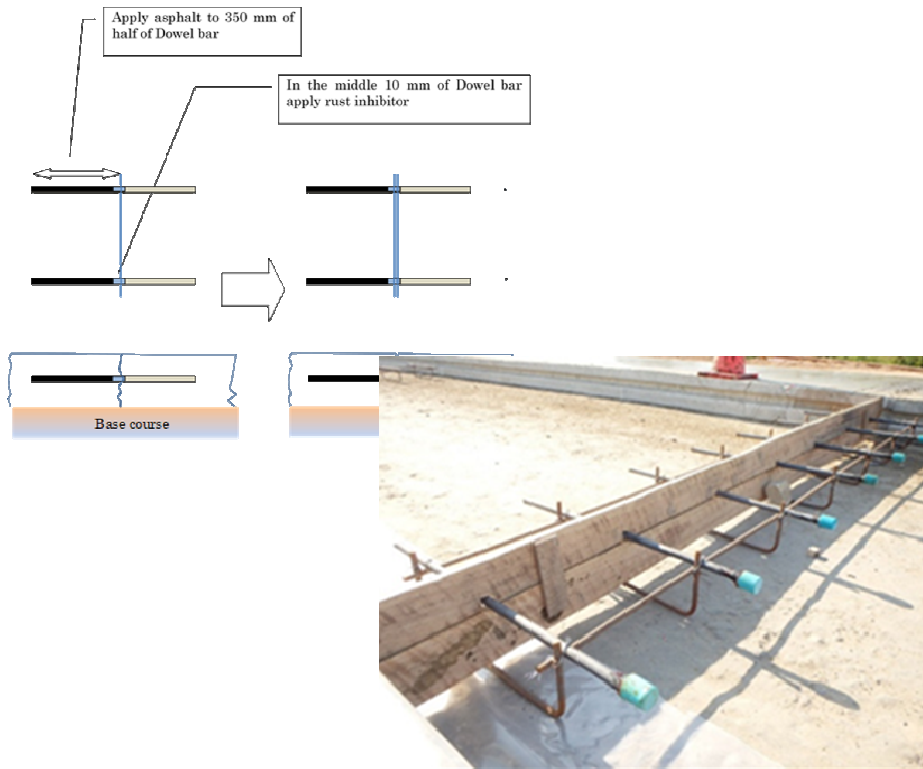
「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」



# 【フェイズ2】 マニュアルの内容⑤



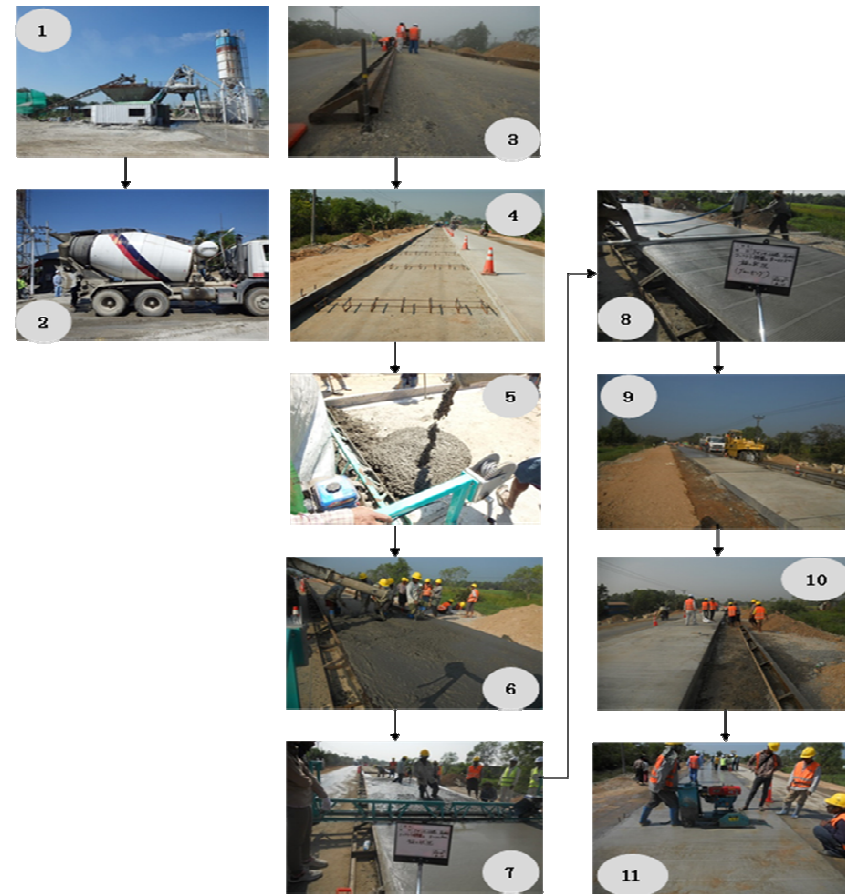
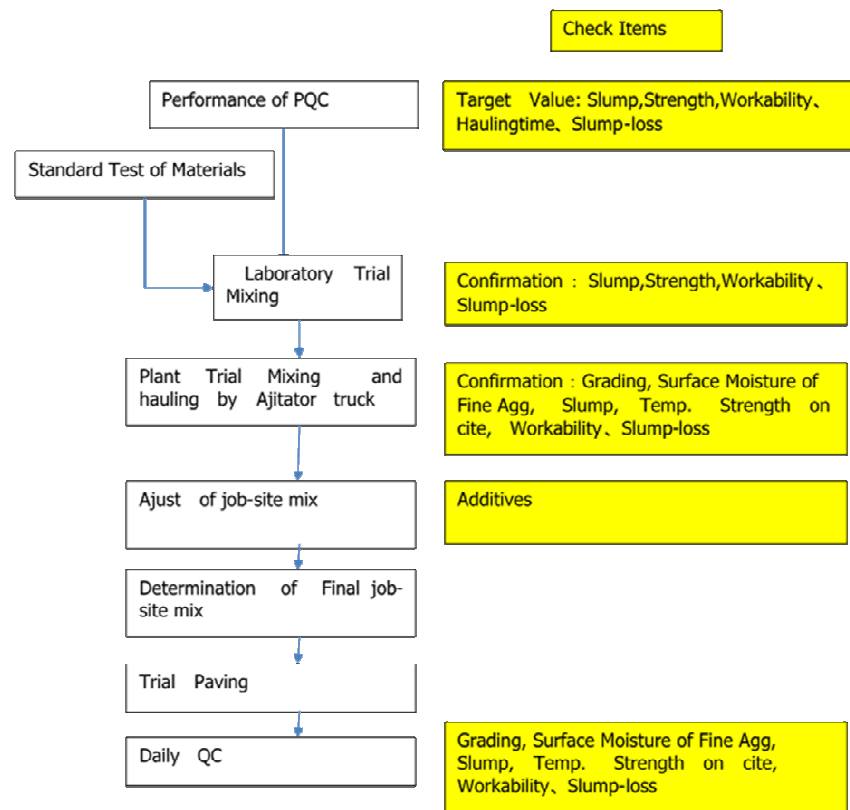
- セメントコンクリート舗装
- 目地構造や目地割の例を解説



# 【フェイズ2】 マニュアルの内容⑥



## ● 製造/運搬/施工



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 【フェイズ2】 マニュアルの内容⑦



## • 使用機械

Emulsion Sprayer



Batching plant



Agitator Truck



Forms



Dowel bar assembly



Trass paver



Footstool



Texturing tools



Tire roller for spraying



Concrete cutter

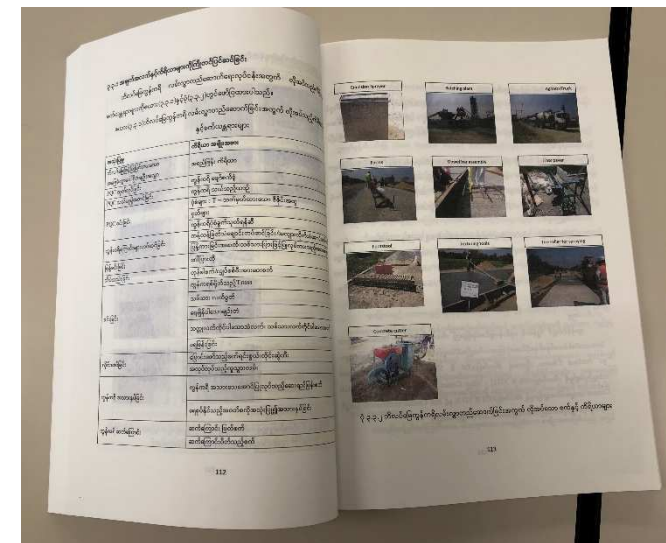
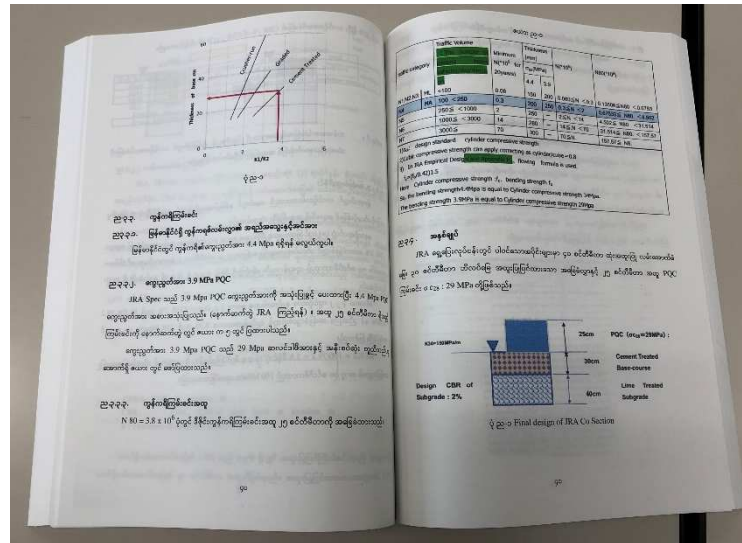
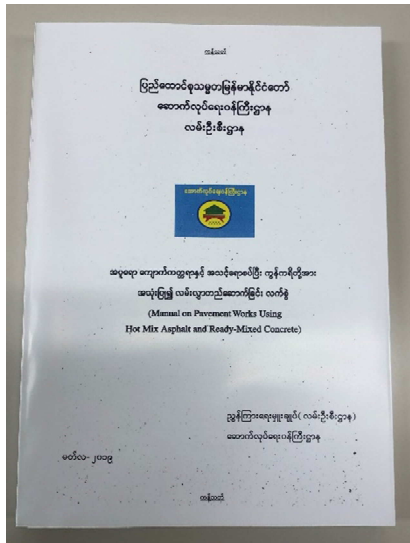


Distributor

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 【フェイズ2】 マニュアル作成の成果

- 英語・緬語併記のマニュアル
- 試験施工での検討事項を反映
- 品質管理に重点



緬語でも作業員や現場技術者に浸透していない  
→ 施工手引書の必要性を確認

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

## 【フェイズ2】 施工手引書のコンセプト



### • 2編のマニュアル作成から感じたこと

- ① プラント/現場での施工手順や管理方法に関する技術書がない
- ② 管理者向けの技術基準だけでは移転技術の浸透・普及には不十分
- ③ ミャンマーでの施工事例として試験施工の結果や感じた点を伝えるべき。

⇒ 施工手引書として作成



# 【フェイズ2】 施工手引書の内容①



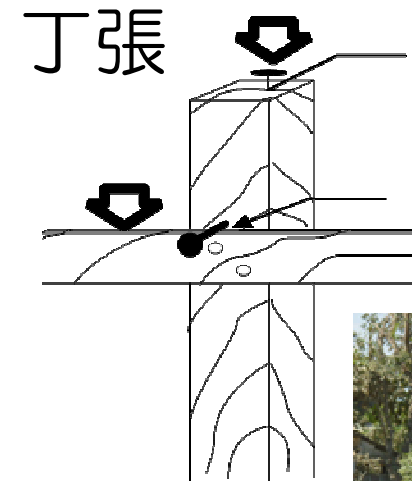
- 目次
- 1. 準備工
  - 1.1 施工計画の立案
  - 1.2 測量・調査
  - 1.3 丁張の設置
- 2. 土工
  - 2.1 盛土工
  - 2.2 切土工
- 3. 路盤工
  - 3.1 セメント安定処理路盤工
  - 3.2 粒状路盤工
  -
- 4. 表層工
  - 4.1 浸透式マカダム舗装工
  - 4.2 アスファルト舗装工
  - 4.3 コンクリート舗装工

# 【フェイズ2】 施工手引書の内容②

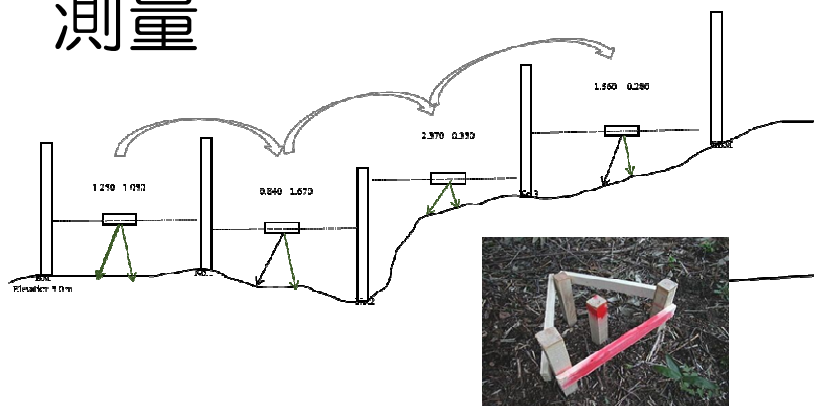
## 1. 準備工 施工計画



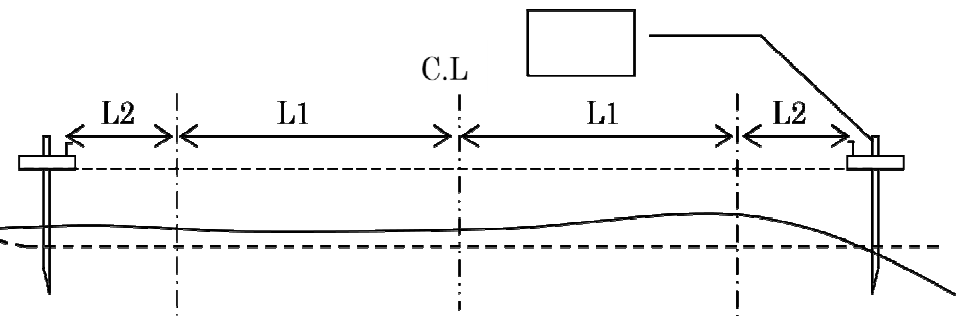
Work Type	Qty.	Unit	June			July		August			
Preparation work	1	Set	[Gantt bar]								
Earthworks	1,500	m <sup>3</sup>	[Gantt bar]								
Substructures	Sidewalk/roadway block	100	[Gantt bar]								
Roadway paving	Boundary block	100	[Gantt bar]								
	Subbase course	660	[Gantt bar]								
	Base course	630	[Gantt bar]								
	Surface course	600	[Gantt bar]								
Sidewalk paving	Base course	130	[Gantt bar]								
	Surface course	100	[Gantt bar]								
Clean up	1	Set	[Gantt bar]								
Machinery	Bulldozer	Vehicles	[Gantt bar]								
	Roller	Vehicles	[Gantt bar]								
	Sprayer	Vehicles	[Gantt bar]								
Labor	Worker	Persons	5	10	10	10	5×2	5×2	10	20	10
Materials	Asphalt	t									
	Crushed stone	m <sup>3</sup>									



## 測量



## 道路丁張

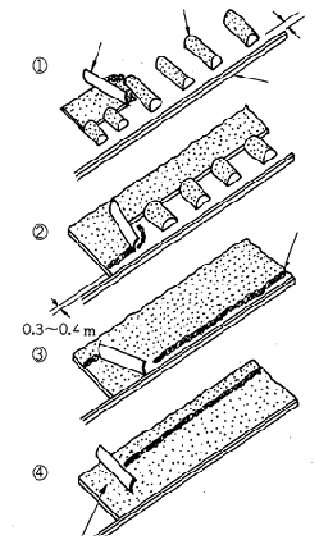
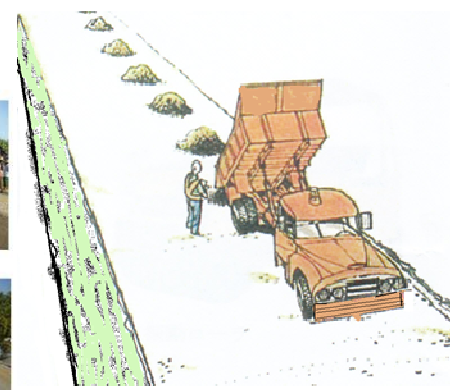
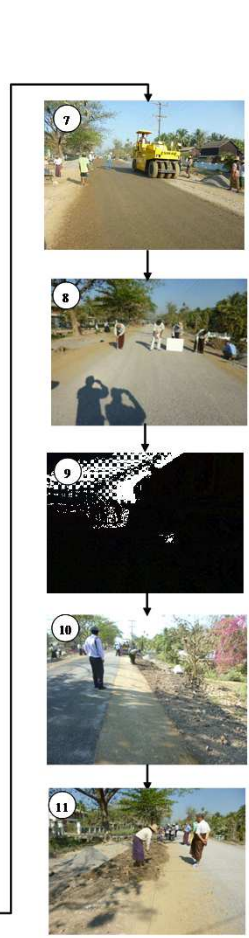
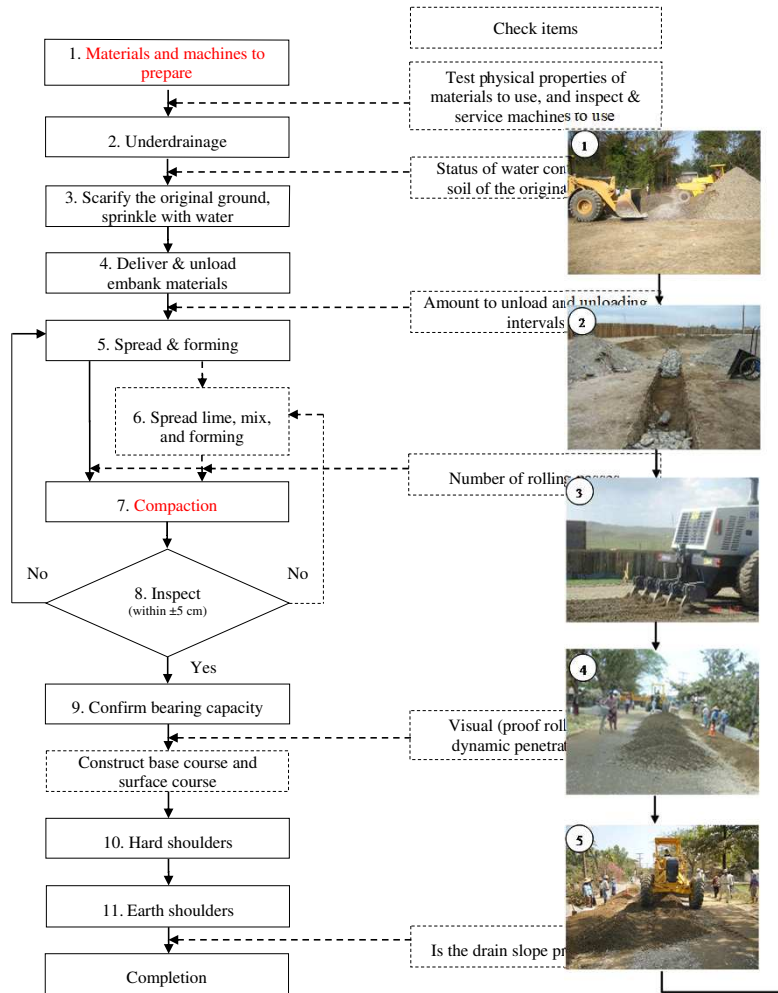


「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

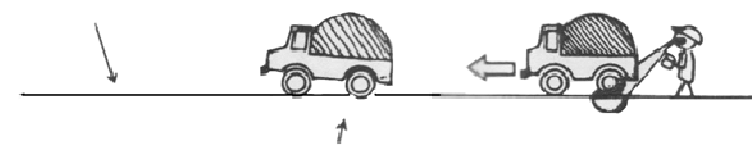
# 【フェイズ2】 施工手引書の内容③

## 2. 土工

### 盛土工



品質管理

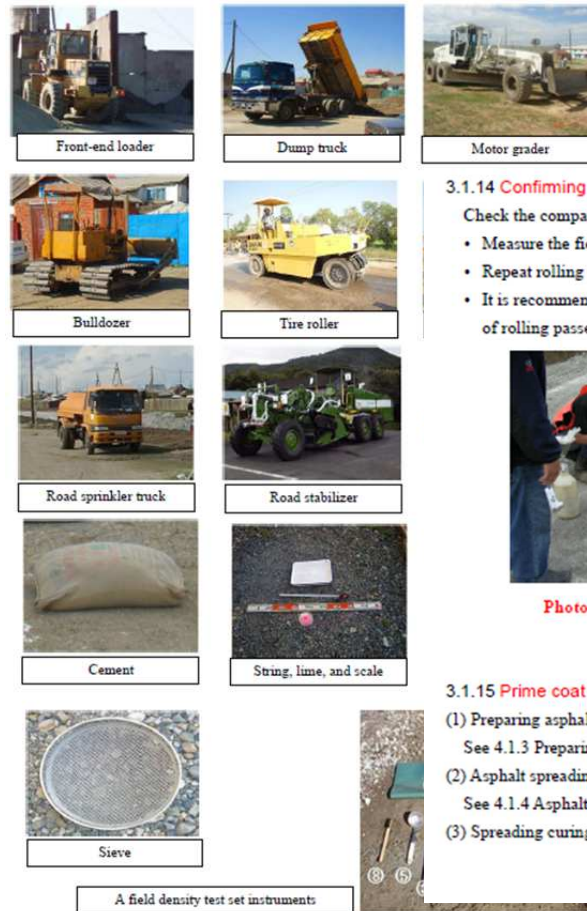


# 【フェイズ2】 施工手引書の内容④

## 3.路盤工



### セメント安定処理路盤工



## 品質管理

### 3.1.14 Confirming the compaction degree

Check the compaction degree according to the following procedure:

- Measure the field density (Photo-3.1.27).
- Repeat rolling until the degree of compaction exceeds 95%.
- It is recommended that a work procedure be prepared that describes, for example, the minimum number of rolling passes learned from experience of rolling of the same material.



Photo-3.1.27 Field density test



Photo-3.1.28 Test devices

### 3.1.15 Prime coat

- (1) Preparing asphalt  
See 4.1.3 Preparing asphalt.
- (2) Asphalt spreading  
See 4.1.4 Asphalt spreading.
- (3) Spreading curing sand



Photo-3.1.29 Spreading curing sand

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」



# 【フェイズ2】 施工手引書の内容⑤

## 4. 表層工

### 浸透式マカダム工法



### 品質管理



#### ③ バインダの散布時の注意

- ① ストレートアスファルトは可燃性のため、消火器、番人、空焚きなど火気には十分注意する。
- ② ストレートアスファルトの量が少なくなってきたら火の調整をこまめに行う。



マットの上に散布重さを量る



マットを釘やテープなどで止める



マットの上にバインダを散布する



マットの重さを測定し、散布量を確認する

#### ストレートアスファルト)の散布量と砕石散布面

①: 2.2~2.3kg/m <sup>2</sup> 30~20mmの上)	散布量: 1~1.1kg/m <sup>2</sup> (砕石 13~5mmの上)	散布量: 0.7~0.9kg/m <sup>2</sup> (砕石 5~2.5mmの上)
---	--	---

最適な散布量				
骨材を十分に被膜し、骨材の間が見えている状態が最適な散布量である。				
散布量多い				
骨材の間がバインダで埋まってしまうのは、散布量が多い状態である。				
散布量少ない				
作業の進行方向を向いて、骨材の色が見える場合は、散布量が足りない状態である。				

「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」



# 【フェイズ2】 施工手引書の内容⑥

## 4.表層工

### アスファルト舗装工

### 品質管理

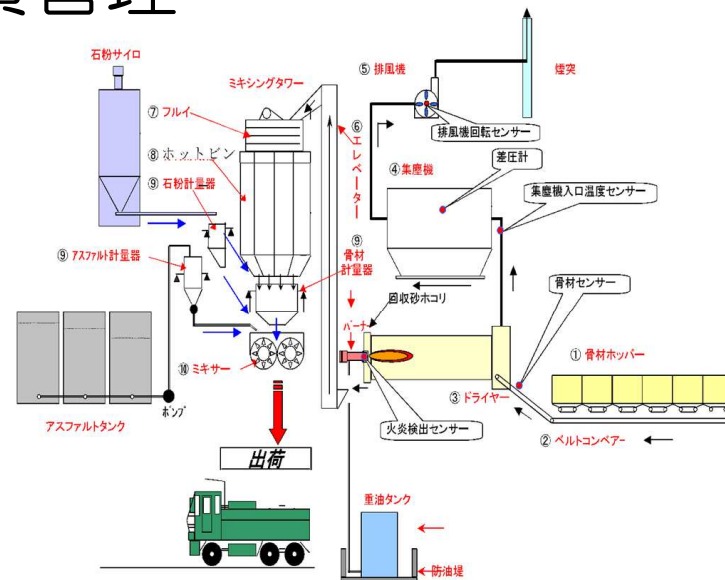


写真-4.2.4 ホットビン骨材採取状況



写真-4.2.5 混合物の観察状況

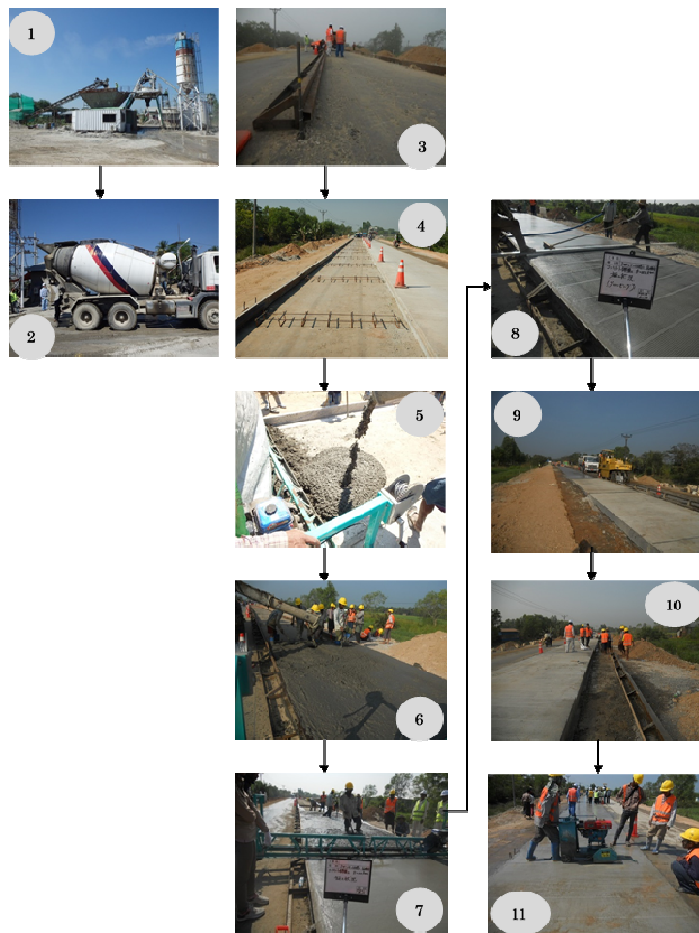
「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 【フェイズ2】 施工手引書の内容⑦

## • 4. 表層工

### コンクリート舗装工

### 品質管理



### ダウエルバー



「貧困地域における労働集約型簡易舗装工事の持続的な自立実施支援事業」

# 課題と対応



- マニュアルの活用

今回のプロジェクトで作成されたマニュアルが今後、緬国の舗装工事で実際に用いられることが重要

- 標準仕様書への記載

緬国建設省に対して、建設省が発注する舗装工事の仕様書に、今回作成したマニュアルを参考にすることを記述してもらうよう強く要請したところ、既存のASSHOTOの記述に併せて特に材料、施工、品質管理に関して今回作成したマニュアル等を参照することを了解した。

# 課題と対応



- 現地技術者研修への適用

来春から、緬国建設省が行っている、現場技術者への研修に、今回作成したマニュアル等を対象にした研修コースを始め、その研修の講師陣への現地指導を日本の専門家が事前に行うこととなった。。