

モンゴル

道路運輸開発省

モンゴル国における
鉄道カーブ区間用レール締結装置の普及・実証事業
業務完了報告書

2022年12月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

株式会社丸上製作所

中部セ
JR
22-005

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

略語表

巻頭写真	i
図表番号	v
案件概要	vi
要約	viii
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	5
③ 事業実施国の関連計画・政策(外交政策含む)及び法制度	8
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	8
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	9
2. 普及・実証事業の概要	11
(1) 事業目的	11
(2) 期待される成果	11
(3) 業務の実施方法・作業工程	15
(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入、その他)	16
(5) 事業実施体制	16
(6) 事業実施国政府機関の概要	16
3. 普及実施証事業の実績	17
(1) 活動項目毎の結果	17
① 成果 1. PC 製枕木用 M-01 締結装置が製造された	17
② 成果 2. PC 製枕木用 M-01 締結装置の活用・維持管理に関する C/P 及び UBTZ の知識・技術が醸成され、どう製品の有用性・優位性が確認される	38
③ 成果 3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画が策定される	68
(2) 事業目的の達成状況	81
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	82
(4) 日本国内の地元経済・地域活性化への貢献	82
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自律的な活動継続について	83
(6) 今後の課題と対応	83
4. 本事業の実施後のビジネス計画	85
(1) 今後の対象国におけるビジネス計画	85
① ビジネス展開の仕組み	85
② 想定されるビジネス展開の計画とスケジュール	86
③ ビジネス展開の可能性の評価	86

④新型コロナウイルスがビジネスに与える影響と今後のビジネス対応策	86
(2) 想定されるリスクと対応	87
①経済状況の不安定によるリスク	87
②人の移動によるリスク	87
③競争激化によるリスク	87
(3) 普及・実証事業において検討した事業化及びその開発効果	87
(4) 本事業から得られた教訓と提言	88
①今後の海外展開を検討する企業へ向けた教訓	88
②JICA や政府機関に向けた提言	88
参考文献	88
英文報告書	89
添付資料	103

略語表

略語	正式名称	日本語名称
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JR	Japan Railway	日本旅客鉄道
MRTD	Ministry of Road and Transport Development of Mongolia	道路運輸開発省
OJT	On the Job Training	実地教育訓練
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Pre-stressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
RZD	Russian Railways	ロシア国鉄
UBTZ	Ulaanbaatar Railway Joint Stock Company	ウランバートル鉄道

巻頭写真



JICA モンゴル事務所との打合せ
(2017年10月10日)



MRTD との打合せ
(2017年10月10日)



UBTZ との打合せ
(2017年10月10日)



UBTZ フトゥル枕木工場
(2017年10月11日)



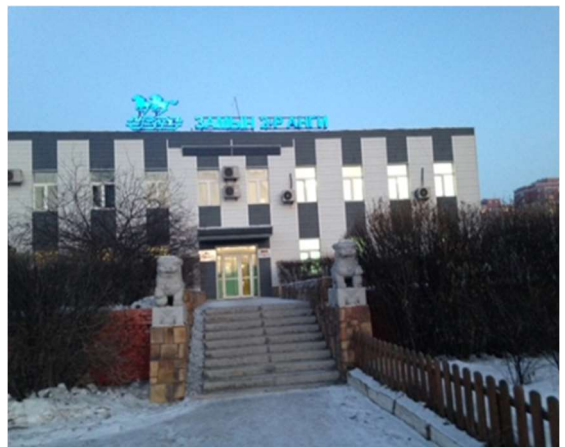
第2保線区内ハイルハン敷設工事付近 456km ポスト
(2017年10月12日)



ハイルハン敷設工事付近での列車運行
(2017年10月12日)



UBZ アムガラン軌道工事事務所
(2017年12月13日)



UBZ 第2保線区事務所
(2017年12月13日)



UBZ サルヒト組立工場外観
(2017年12月14日)



ジョルダー検査
(2018年1月22日)



本邦受入研修活動(丸上本社工場)
(2018年1月30日)



本邦受入研修活動(鉄道総合技術研究所)
(2018年2月1日)



UBTZ フトゥル枕木工場(2018年3月29日)



UBTZ フトゥル枕木工場(2018年3月30日)



ハイルハン敷設工事歓迎式典(2018年5月11日)



ハイルハン敷設工事(2018年5月11日)



輪重、横圧、レール変位、板ばね応力、締結ボルト軸力測定準備(2018年5月14日)



輪重、横圧、レール変位、板ばね応力、締結ボルト軸力測定作業(2018年5月15日)



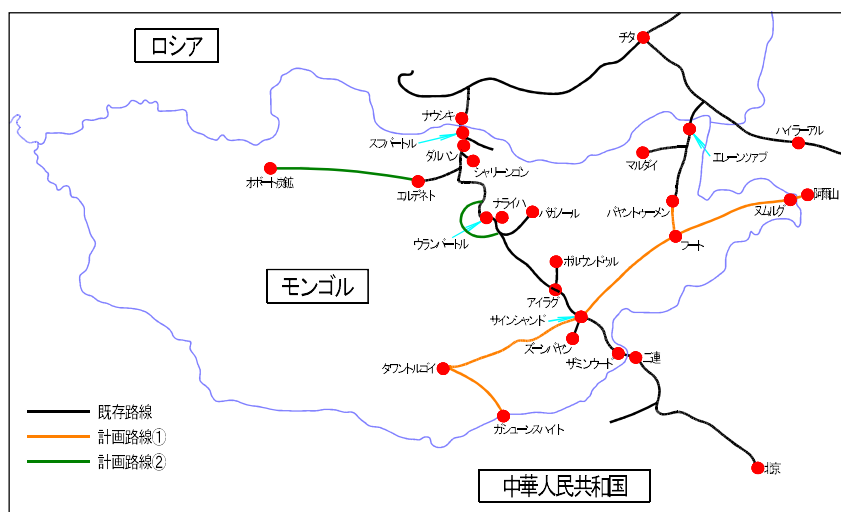
敷設完成検査結果セミナー(2019年3月20日)



PC製枕木製造上の注意点、M-01締結装置メンテナンスセミナー(2022年10月5日)

地図

モンゴル鉄道図 上部：南北線、下部：既存路線及び計画路線(出所：提案企業)



ウランバートル鉄道

	ダルハン				
サルヒト	35 km	サルヒト			
ウランバートル	280 km	245 km	ウランバートル		
アムガラ	290 km	255 km	10 km	アムガラ	
ハイルハン	337 km	302 km	57 km	47 km	ハイルハン

各地点間の距離(鉄道線路上ベースの距離)

PC 製枕木とレール締結装置の設置場所：ハイルハン

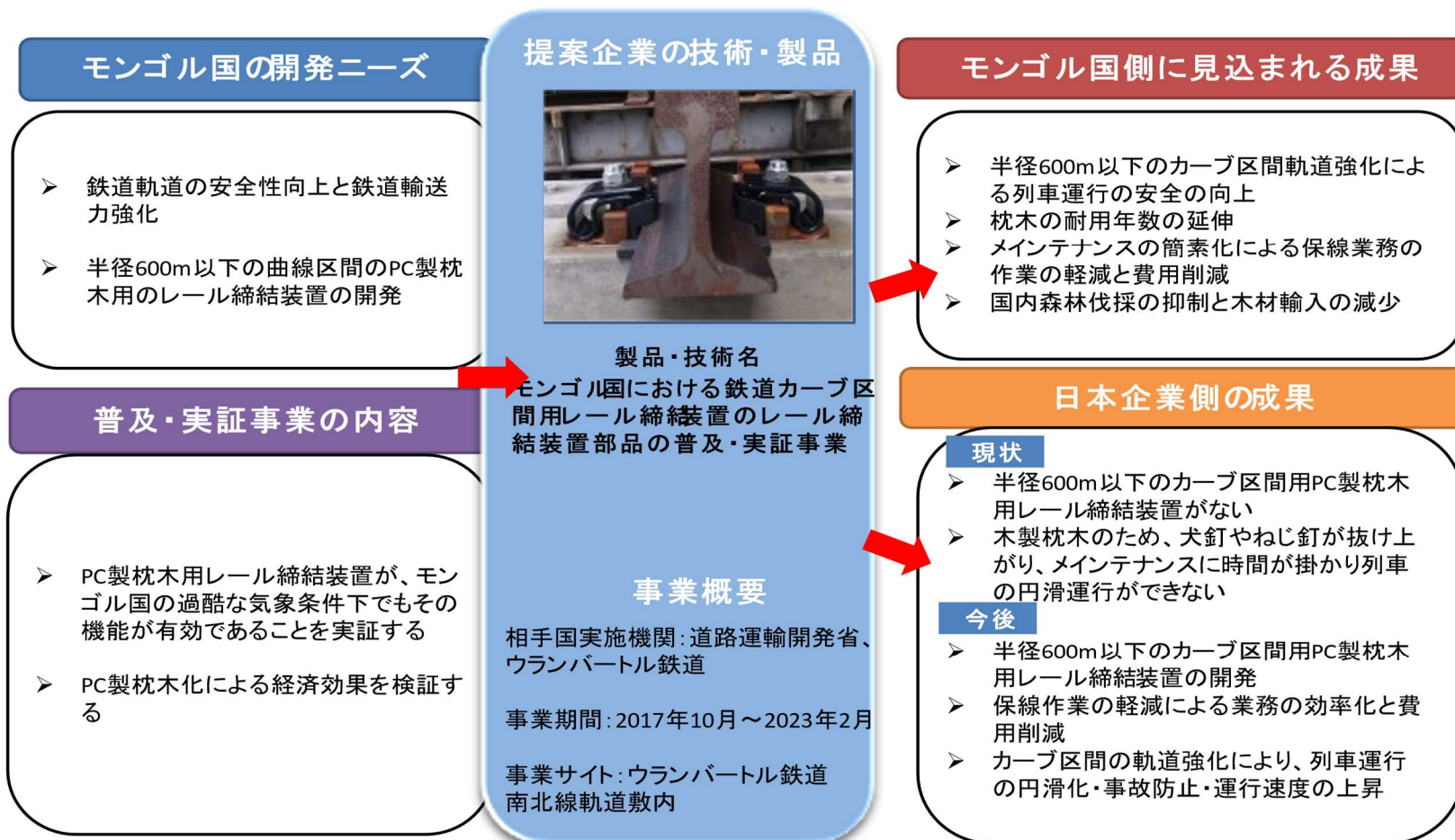
図表番号

図番号	内容
図 1	大統領選出の流れ
図 2	名目 GDP・実質成長率の推移
図 3	1人当たり名目 GDP(2022年数値は2022年10月時点)
図 4	ウランバートル鉄道の既存路線及び計画路線
図 5	3箇所の載荷による枕木の強度試験と合格基準(実質基準)
図 6	ハイルハン枕木とゲージブロックの対応及び加工指示図
図 7	枕木の寸法測定箇所

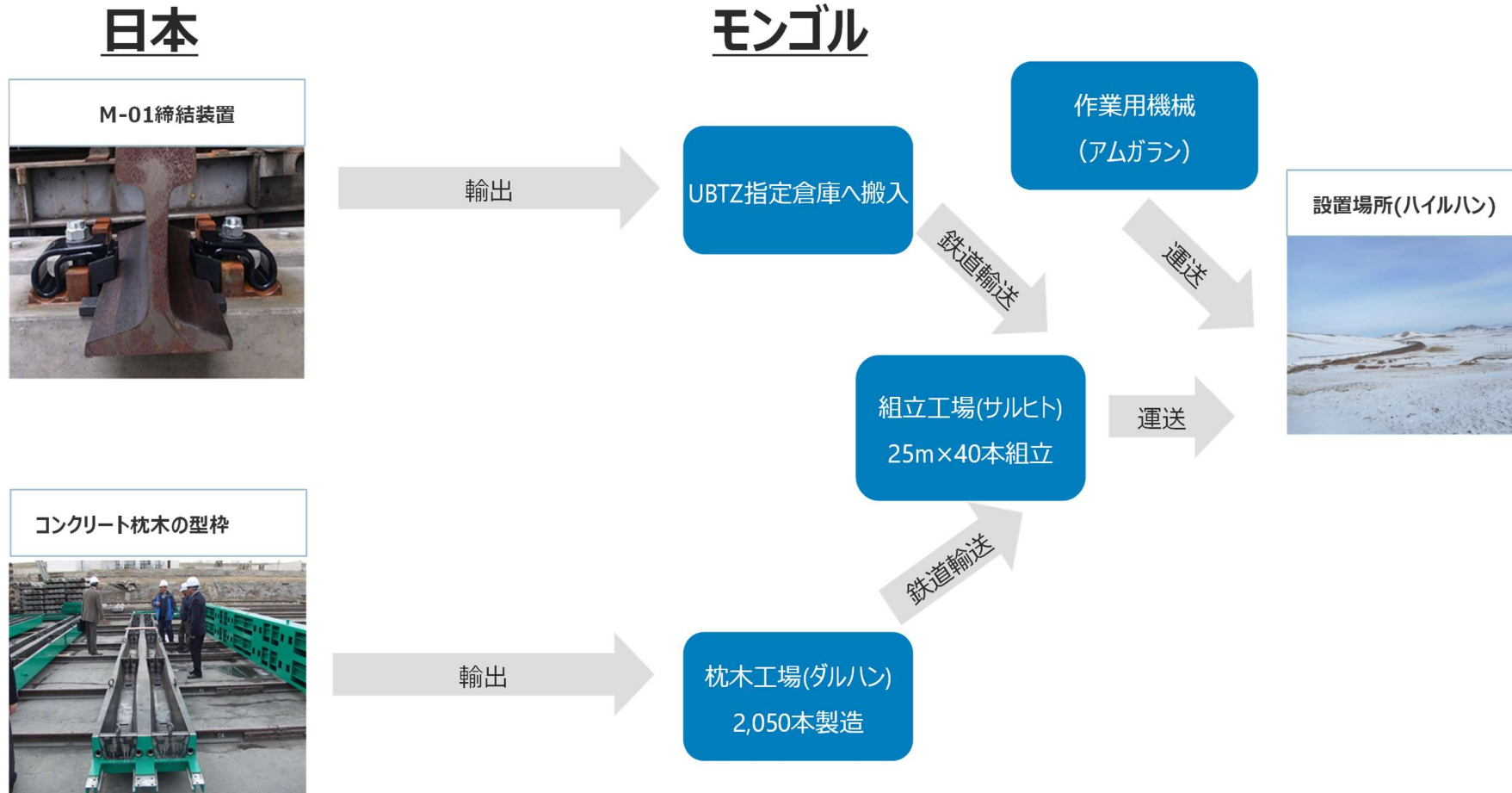
表番号	内容
表 1	モンゴル基礎情報
表 2	交通インフラ計画
表 3	主なインフラ ODA 事業
表 4	機材の点検データ記入表(ブランクフォーマット)
表 5	本事業の作業工程表
表 6	本件事業における譲与機材リスト
表 7	本邦受入活動カリキュラム、日程表
表 8	軌間による必要ゲージブロック
表 9	軌間測定データ
表 10	在庫枕木 28 本の内の 9 本の抜き取り寸法測定値(単位: mm)
表 11	ハイルハン敷設現場の M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表より「軌間(mm)」を抜粋
表 12	春季～夏季の軌間測定平均データ
表 13	完成検査(応力測定)報告書セミナー概要
表 14	完成検査(応力測定)報告書セミナー内容
表 15	提案企業の会社案内及び M-01 締結装置の PR の主な内容
表 16	M-01 締結装置用 PC 製枕木の製造上の注意点及びメンテナンスセミナーの概要
表 17	提案企業による M-01 締結装置の PC 製枕木製造上の注意点セミナー内容
表 18	提案企業による M-01 締結装置のメンテナンスセミナー内容
表 19	収支計画(2023 年度～2027 年度)
表 20	鉄道の事故の多さと事故調査開始を伝える地元新聞記事

案件概要

モンゴル国における鉄道カーブ区間用レール締結装置の普及・実証事業 株式会社丸上製作所(愛知県)




M-01 締結装置とコンクリート枕木の型枠の輸送の流れ



要約

<p>案件名：モンゴル国における鉄道カーブ区間用レール締結装置の普及・実証事業</p> <p>Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies of Rail Fastening Devices for Curve section</p>	
1. 事業実施地	モンゴル国ウランバートル市
2. 対象分野	⑩その他(鉄道分野)
3. 事業の背景	<p>国土面積 156 万 4,100km² と日本の約 4 倍の広さを持つ国土に人口約 300 万人強の人々が暮らしているモンゴルにおいて、鉄道は主要産業である石炭や銅等の資源輸出の基盤インフラとなっている(出典：外務省「モンゴル基本情報」)。</p> <p>1949 年の鉄道の建設にあたっては、低予算で仕上げたために、山地の多い地形にも関わらずトンネルや橋梁建設を避けながら建設されたことから、急カーブが多い路線となった。そのカーブ区間では列車通過時の振動と向心力による高横圧によりレールにかかる負荷が大きく軌間の狂いが生じやすいが、モンゴルではカーブ区間に対応できるレール締結装置が活用されていない。その上、有効な PC 製レール締結装置がないために半径 600m 以下のカーブは木製枕木の使用が強制されていたが、列車通過時の振動、輸送量の増加による負荷によってレールを木製枕木に固定するねじ釘・ボルトの破損や抜け上がりが発生しており、脱線の可能性が高まり、運行の安全が脅かされている。</p> <p>さらに、輸送事業開始から 70 年が経過しているが、保線管理も不十分であり、モンゴルの過酷な気象条件も加わり、線路の老朽化が進み、鉄道の事故や運休等が頻発している(出典：外務省「第 2 次鉄道線路基盤改修計画事後評価」)。</p> <p>なお、モンゴル政府は 2010 年 9 月に「国家安全保護方針」を見直し、自然林の面積を 2% 増加する目標を定めた(出典：農林水産省「モンゴルにおける農林水産業と農林水産政策等の調査・分析」)。このためモンゴル内で枕木用木材を調達できなくなり、そのほとんどをロシアからの輸入に頼っていることから、PC 製枕木への転換が喫緊の課題となっている。</p> <p>提案企業の製品である「PC 製枕木用 M-01 締結装置」は、カーブ区間の軌間、レールの水平レベルを容易に調節できる締結装置である。固定式レール締結装置に比較して、列車通過時の圧力を</p>

	<p>柔軟に逃がす弾性構造により、軌間のズレ・ボルトやナットの緩み等が生じない。また、ボルトが折れたとしても、枕木への影響がなく、ボルト交換が容易となる。さらに、この導入により保線作業が軽減し、費用削減の効果も見込める。</p> <p>本事業では、モンゴル国 MRTD をカウンターパート(以下、C/P)とし、UBTZ のカーブ区間に、PC 製枕木用 M-01 締結装置を設置し、経過しても上述の効果により、安全性とメンテナンスの効率化を実証し普及することで、モンゴルの鉄道の安全性強化に貢献するものである。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>PC 製枕木用 M-01 締結装置:カーブ区間では、列車をスムーズに通過させるために直線区間よりも軌間(2本のレールの内側寸法)を広くする必要がある。直線区間からカーブ区間に向けては徐々に広くし、カーブ区間から直線区間に向けては、元の直線区間の軌間に徐々に戻す必要がある。M-01 締結装置はそれに対応可能な調整機能を具備したレール締結装置である。</p> 
5. 事業の目的	<p>UBTZ の安全性強化、保線業務効率化、費用削減に資するために、PC 製枕木用 M-01 締結装置の有用性及び優位性が実証されるとともに、提案製品を普及するための方法と課題が整理される。</p>
6. 事業の概要・期待される成果	<p>本製品類は、日本国内では JR を中心に長年広く使用され、十分な機能と実績を有しているが、モンゴルの過酷な気象条件下に於いても実線区間¹でその機能が有効であることを実証する。</p> <p>本事業で期待される成果としては、以下の3点が想定される</p> <p>成果 1. カーブ区間用 M-01 締結装置の PC 製枕木が製造される。</p> <p>成果 2. PC 製枕木用 M-01 締結装置の活用・維持管理に関する C/P 及び UBTZ の知識・技術が醸成され、同製品の有用性、優位性が確認される。</p> <p>成果 3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画が策定される。</p>
7. 事業の基本方針／実施方法	<p>本事業を通じて、提案製品がモンゴル国内の過酷な自然環境下においてもその機能が充分発揮され、列車の安全運行にその性能が</p>

¹ 後述 (P83. 3-(5))するように引込線での試験は 2008 年より実施済み。

	<p>十分に保証される事を実証した。</p> <p>【成果 1 に係る活動】</p> <p>1-1. C/P(MRTD)、UBTZ と事前協議を行った。</p> <p>1-2. 提案企業が PC 製枕木工場用型枠の仕様・レイアウトについて事前調査を行った。</p> <p>1-3. 事前調査結果に基づいて、提案企業が PC 製枕木用型枠を日本国内で設計し、委託製造した。</p> <p>1-4. PC 製枕木用型枠と M-01 締結装置を輸送した。</p> <p>1-5. 提案企業が PC 製枕木製造工場において枕木用型枠の据付けを確認し、現地作業員へ作業要領を説明の上、モンゴル国内で PC 製枕木を製造した。</p> <p>1-6. UBTZ が PC 製枕木の完成品の抜き取り検査を行った。</p> <p>1-7. PC 製枕木を、実証サイトへ搬入・保管した。</p> <p>【成果 2 に係る活動】</p> <p>2-1. C/P(MRTD)、UBTZ、PC 製枕木製造工場から 4 名を日本に招聘し、本邦受入活動を実施した。</p> <p>2-2. 提案企業が UBTZ 関係者(技術者)へ締結装置の組立方法を説明した。</p> <p>2-3. 提案企業が UBTZ の実施する敷設工事に立会い、完成後に検証を行った。</p> <p>2-4. 提案企業が UBTZ の保線作業員に対して、M-01 締結装置メンテナンス、データ収集方法に関するセミナーを実施した。</p> <p>2-5. PC 製枕木用 M-01 締結装置の敷設時、さらに春・夏・秋・冬でのデータ収集を行い、分析した。</p> <p>【成果 3 に係る活動】</p> <p>3-1. PC 製枕木用 M-01 締結装置に関する検証結果報告セミナーを開催した。</p> <p>3-2. モンゴルにおける今後の鉄道建設・更新計画を調査した。</p> <p>3-3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画を策定した。</p>
8. 事業の実施体制	<p>1) 株式会社丸上製作所</p> <p>①業務主任者</p> <p>②副業務主任者</p> <p>③技術支援</p> <p>2) 外部人材：株式会社大和総研</p> <p>④チーフアドバイザー/調査業務全般支援 1</p>

	⑤調査業務全般支援 2 3) 外部人材：株式会社セントラルテクノ ⑥政府関係者調整役 4) 外部人材：日本軌道工業株式会社 ⑦枕木検査/敷設工事支援 ⑧敷設工事完成検査支援 5) 外部人材：環設計室 ⑨枕木製造技術支援
9. 相手国政府関係機関	モンゴル国 MRTD 及び UBTZ
10. 受益者層 (ターゲットグループ)	モンゴル国 MRTD/UBTZ/国民
11. 契約期間	2017年10月～2023年2月(5年5ヶ月)
12. 契約金額	135,349,920 円(税込)
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社 丸上製作所
企業所在地	愛知県豊川市御津町佐脇浜 2 号地 1 番 19
設立年月日	1944 年 11 月 1 日
業種	製造業(鉄道用及びその他各種産業用ばねの製作)
主要事業・製品	鉄道用施設用品/鉄道車両用コイルばね/一般産業用ばね
資本金	(2022 年 2 月時点) 3,000 万円
売上高	(2021 年)1,691 百万円
従業員数	(2022 年 9 月現在)94 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

ア) 基礎情報

モンゴル国(以下「モンゴル」という)は、東アジアの北西部に位置し、北及び北西はロシア、カザフスタンと、また東南から南西にかけて中国と接している。国土面積は 156 万 4,100km²で日本の約 4 倍である。

北部にはセレンゲ川が流れ、ロシアのバイカル湖に注ぎ、国土の大半が丘陵草原地帯で牧草地に使用されている。南部から中国の内モンゴルに掛けてはゴビ砂漠が広がり、中部から西部にはモンゴル高原が広がり、西部には 4,000m 級のアルタイ山脈がそびえている。

人口は 340 万 9,939 人(2021 年)であるが、その約 48%は首都であるウンラーバートルに集中している。モンゴル国民の 95%がモンゴル人であり、宗教は主にチベット仏教である。

表 1 ; モンゴル基礎情報

一般	面積	156万4,100km ² (日本の約4倍)
	人口	340万9,939人(2021年、モンゴル国家統計局(以下「NSO」))
	首都	ウンラーバートル(人口163万9,172人)(2021年、NSO)
	民族	モンゴル人(全体の95%)及びカザフ人等
	言語	モンゴル語(国家公用語)、カザフ語
	宗教	チベット仏教等
	在留邦人数	323名(外務省海外在留邦人数調査統計:令和4年版(2020年10月現在))
政治体制	政体	共和制(大統領制と議院内閣制の併用)
	元首	オフナー・フレルスフ大統領(2021年6月25日就任、任期6年)
	議会	国家大会議(一院制、定員76<人民党62、民主党11、みんなの連合1、正義人・有権者連合1、無所属1>、任期4年、直近の総選挙:2020年6月)
経済	主要産業	鉱業、牧畜業、流通業、軽工業
	名目GDP	約44兆トゥグルク(約154.4億US\$ 2021年、NSO)
	一人当名目GDP	4,167US\$ (2020年、世界銀行アトラス・メソッド、NSO)
	経済成長率	1.4%(2021年、NSO)
	インフレ率	13.4%(2021年、NSO)
	通貨	トゥグルク(MNT)

出所：外務省

イ) 政治体制

モンゴルは、大統領制と議員内閣制を併用した共和制の国家である(憲法第 1 条、第 2 条)。

大統領は国民の統合の象徴とされてはいるが(第30条)、国家大会議の可決した法案の拒否権(第33条)や首相指名権(第33条)、裁判官の任命権など実質的な政治権能を持つ。

議員内閣制は、立法権を有する国家大会議と行政権を有する内閣が分立しているものの、内閣は大会議の信任によって存立する形式になっている(第20条)。大会議の議員数は76人で(21条1項)、任期は4年(21条2項)である。選挙は2004年まで小選挙区制だったが、2008年に中選挙区制に変更され、さらに2012年には中選挙区に加えて比例代表制が導入された。

国家大会議の職務は、立法である。大会議の多数を占める政党は、大統領の候補者を推薦する(第25条1項)。大統領は、直接選挙で選任される。大統領はまた、外交や内政に関して協議する権利も有する。立法権は大統領と国会議員、内閣が有する(第26条)。国家大会議は、直接選挙で選ばれた大統領を承認し、首相や官僚を任命する権限を持つ。

議長と副議長は議員の中から互選で選ばれる。国家大会議の議長は大統領に次ぐ地位にあたり、大統領代理の役割も果たす。副議長は議会で代表する各政党からの候補者から選任する(12条)。

首相は国家大会議が任命する。内閣不信任案が決議されれば、解任される(第24条)。首相は内閣の長で、国会に対して連帯責任を負う(39条)。内閣は、首相と大臣から構成される(39条)。首相は内閣改造案を大統領と協議して国会に提出することができる(39条2項)。内閣は行政の最高執行者であり、法律の施行や一般の行政事務を行うとともに、外交関係への対応、条約の締結、政令の制定などを行う(38条)。

三権分立の原則に基づき、モンゴル最高の司法機関は最高裁判所であり(上告審)、その下に県または首都特別市裁判所(二審)、郡及び地方裁判所(三審)がある(48条13項)。大統領は裁判官の任命権を持ち、また検察庁長官も任命する。司法の独立は裁判所総評会議によって保護されている。

2016年6月の総選挙で野党であった人民党が76議席中65議席を獲得し第一党となり、首相にエルデネバト議員が任命され、新内閣が発足した。2017年7月に大統領の決選投票が行われバートルガ元工業・農牧業相が当選した。2017年9月にモンゴル国家大会議はエルデネバト首相の解任を決定し、エルデネバト内閣は総辞職した。2017年10月に、モンゴル国家大会議は人民党のフレルスフ副首相代行を新首相に任命し、フレルスフ内閣が発足した。

近年の内政の主要な動きはして、(1)～(4)である。

(1) 2019年、国家大会議で憲法改正案が審議され、紆余曲折の末、同年10月改正案が可決され、2020年5月25日に改正憲法が施行された。改正憲法の主たるポイントは(a)～(d)のとおり。今後、改正憲法の内容がいかの下位法改正に反映されるかが注目される。

(a) 首相・内閣の権限の強化(首相に閣僚任免権を付与。内閣提出予算案の国会審議時の議員による予算追加提案に一定の歯止めがかけられた。)

(b) 行政と立法の分離明確化(議員の閣僚兼務に制限が設けられ、議員・閣僚兼務できるの

は、首相以外に4名までとなった。)

(c) 大統領の任期・権限変更(最大で2期8年だったのを、1期のみ6年間に改正。また、憲法ではなく下位法により肥大化傾向にあった大統領の権限に、一定の制限がかけられた。)

(d) 司法の独立の保障強化(裁判評議会評議員の任命方法明記及び裁判官弾劾委員会の設置規定により、他の2権や大統領による司法への介入に一定の制限がかけられた。)

地方自治強化(地方自治体の徴税額決定権限を明記するなど、地方自治を一定程度強化した。)

(2) 民主化後8回目となる2020年6月24日の国家大会議総選挙では、中選挙区制(有権者は定数分投票)が採用され、全29選挙区が設置された。立候補者数は、3政党4連合、無所属をあわせて過去最高の606名となった。投開票の結果、与党人民党が76議席中62議席を獲得して圧勝し、7月2日にフレルスフ首相・人民党党首が、首相に再任された。また、7月8日に、改正憲法の規定に沿って、首相以外に4名の議員が閣僚を兼任する内閣が発足した。

(3) 2021年1月21日、コロナ対応に当たる現場当局に不手際があったことの実任を取るとして、フレルスフ首相が内閣総辞職を表明し、国家大会議で同首相解任決議案が可決。同27日、モンゴル国家大会議で、オヨーンエルデネ前官房長官の首相就任決議案が賛成多数で承認され、新首相が就任。同29日、新内閣が組閣された。

(4) 2021年6月9日、大統領選挙が実施され、人民党推薦のフレルスフ前首相が勝利し、選出された。

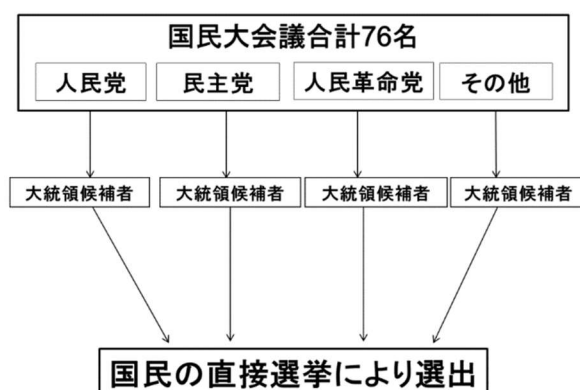


図1：大統領選出の流れ

出所：legalinfo.mn、外務省

ウ) 行政体制

モンゴル行政区分は21アイマグ(日本の県にあたる)と首都ウランバートルに分けられる。各県からは1名から2名の候補者が選出される。ウランバートル市は9つの区に分けられ

る。

ただし、大会議に代表する各党が必ずしも候補者を指名する必要はなく、複数党が一人を指名することも可能である。

エ) 経済の概況

モンゴル経済が世界的に注目を集め始めたのは、2000 年以降のことである。モンゴルは工業化を図るにしても、内陸国で人口が少ない上に厳冬期が長いという地理的な制約がある。実際、1990 年代を通じて市場経済化を図ったものの、2000 年の時点においても一人当たり GDP は 400US \$ 台にとどまっていた。

2000 年代に入ると、モンゴル経済の風向きが変わり始めた。主因は商品市況の上昇を背景とする資源開発の進展である。モンゴルでは石炭や銅、金、モリブデンといった資源が未開発のまま残されており、2000 年代以降の世界的な資源価格高とも相まって、外資導入による資源開発が進み始めた。特に石炭は隣国中国向けの需要が急増したことで、一気にモンゴル最大の輸出品目に躍り出た。また、ほぼ手つかずのままだった銅の産出量が本格化したほか、鉄鉱石や少量ながら原油の産出も始まった。鉱業セクターに牽引される形でモンゴル経済は急成長を遂げ、2011 年には前年比 17.3%という世界で最も高い成長率を記録、2012 年には一人当たり GDP が 4,000US \$ を超えた。2012-13 年も GDP は二桁の高い伸びを見せたものの、中国経済の減速によって石炭や銅の輸出にブレーキがかかり、景気の減速感が強まり、2016 年の成長率は 1.2%まで低下した。

2017 年以降は回復し、2017 年における実質 GDP 成長率は 5.1%となった。経済回復の背景には、石炭の輸出が好調であったことと IMF の支援の効果が着実に表れていることが指摘される。

2018 年以降も順調に経済成長を続けてきたが、新型コロナウイルス感染症がモンゴル経済に大きな影響を与え、2020 年の実質 GDP 成長率は-5.3%、前年(5.2%)より 10.5 ポイント低下、貿易総額は前年比-6.4%となった。一方、2021 年には、新型コロナ禍でも経済活動が徐々に回復し、石炭や銅などの輸出が増加したことなどに伴い、2021 年の実質 GDP 成長率は 1.4%で、貿易総額は前年比 25%増を記録した。2022 年 1~6 月の名目 GDP は前年同期比 15.9%増の 23 兆 198 億トゥグルクだった。2022 年の 1 人当たり名目 GDP は、4,542US \$ (数値は 2022 年 10 月時点の IMF 推計)であった。

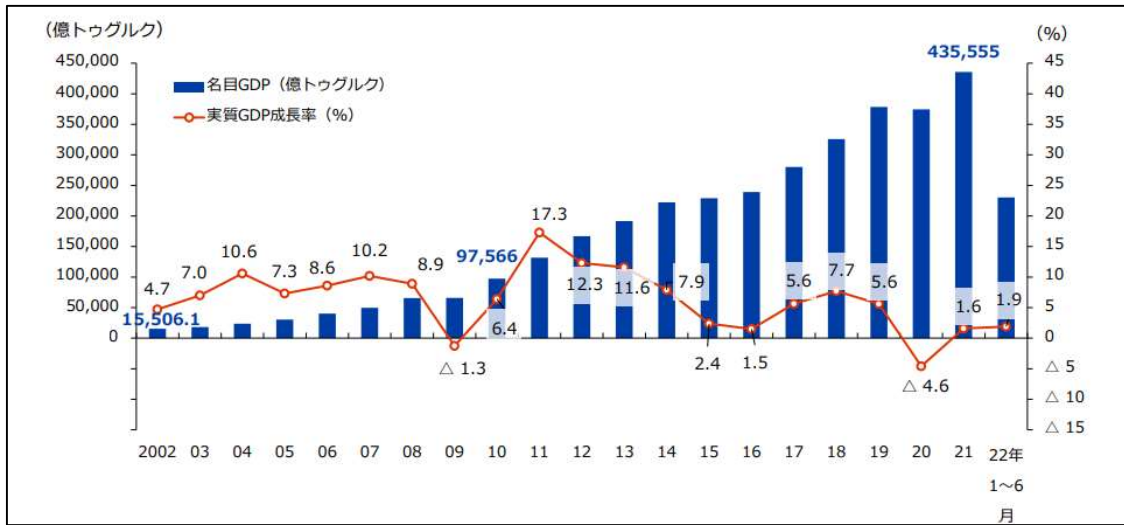


図 2：名目 GDP・実質成長率の推移

出所： 国家統計局 注 2020 年は暫定値, 2021 年, 2022 年は速報値。

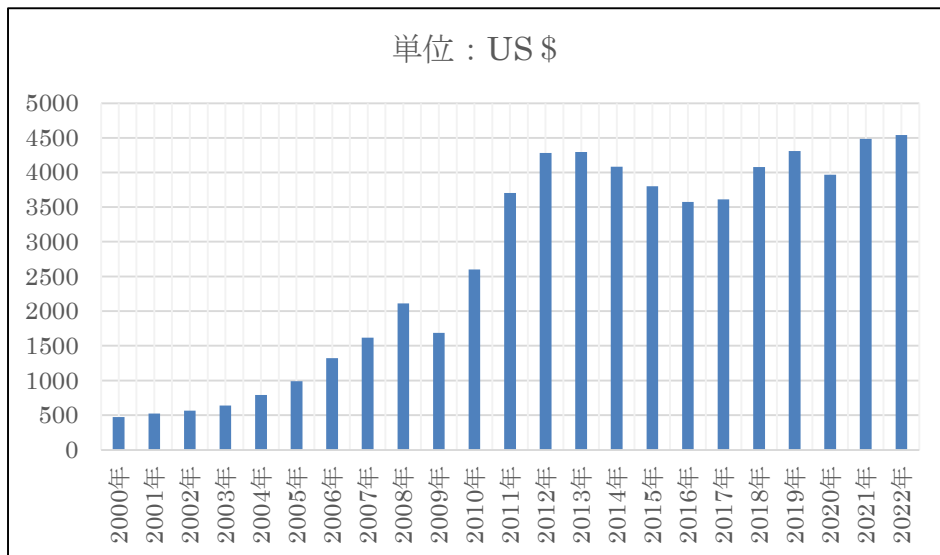


図 3：1 人あたり名目 GDP (2022 年数値は 2022 年 10 月時点の IMF 推計)

出所： IMF

② 対象分野における開発課題

国土面積 156 万 4,100km² と日本の約 4 倍の広さを持つ国土に人口約 300 万人強の人々が暮らしているモンゴルにおいては、鉄道は国民生活を支える物流インフラであるとともに、経済の根幹を形成する石炭や銅等の資源輸出の基盤インフラともなっている。特に南北を縦貫しロシアと中国を結ぶスフバートル～ザミンウードに至る UBTZ 南北線は、トラックや自動車が増えている今日においても、モンゴルにおける幹線鉄道としての機能ばかりでなく、北京からロシアをへて欧州を結ぶ国際越境幹線鉄道として、今日でも長距離国内輸送及び国際輸送の両面において主要な役割を果たしており、国内貨物輸送の 60%ならびに旅客輸送の 30%のシェアを占めている²。

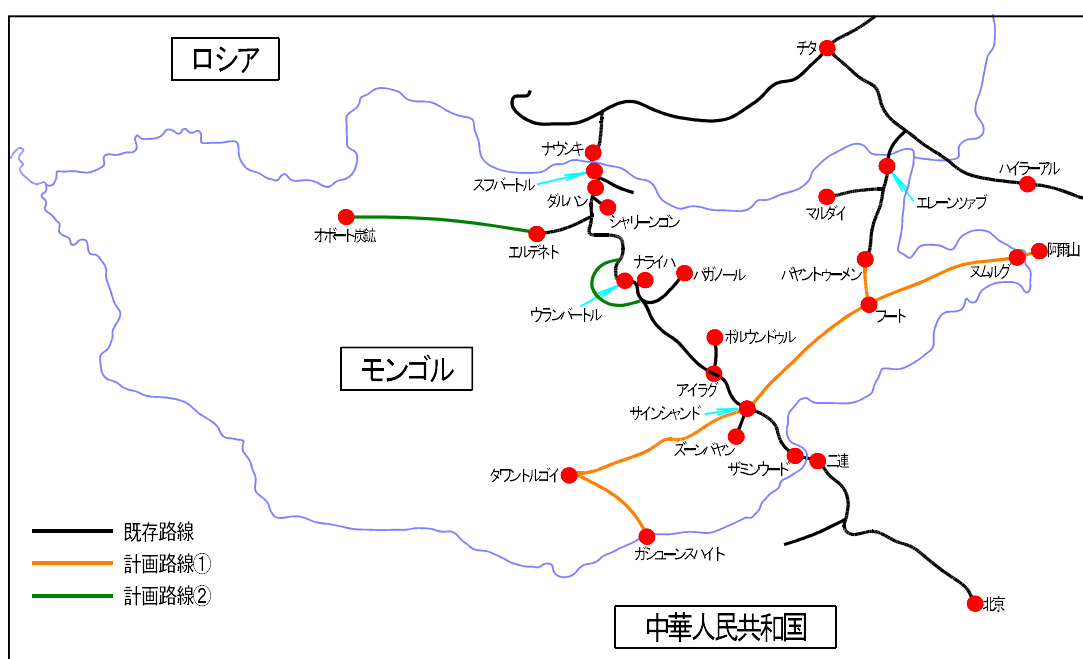


図 4：UBTZ の既存路線及び計画路線

出所：提案企業作成

UBTZ は、1938 年に首都ウランバートルから炭鉱のあるナライハ間 43km を軌間 750mm(ナローゲージ)により開通した鉄道で、その後 1951 年にソビエト(現ロシア)の支援を受け、中国内モンゴル自治区の二连(エレンホト)からソビエト連邦のナウシキ(ロシア・ブリヤート共和国)まで 1,113km の南北縦断鉄道として完成された。現在では南北縦断線とその支線、更にモンゴル北東部のシベリア鉄道の支線をソロベニスクからモンゴル国内まで延長させる形で建設された貨物鉄道線(エレーンツァブからバヤントウーメンまで)を合わせ、全長 1,800km 超の路線を有している。幹線区間を含め殆どが単線非電化・ディーゼル動力である。同社はモンゴル政府とロシア国鉄との合弁会社であることに見られるように、その生い立ちからロシアの強い影響力のもとで、ロシア規格の 4 級鉄道として設立された。

² UBTZ からのヒアリング

なおモンゴルの鉄道の特徴は急カーブ区間が多いことである。これは国内のほとんどは山地であり、海拔 600m から 1,700m とアップダウンが激しい地形条件にあるため、急勾配が多いにもかかわらず、低予算で仕上げるためにトンネルや橋梁建設を避けながら建設されたことによる。

老朽化による鉄道軌道の改修が課題

ロシアの影響もあり鉄道の想定輸送量が低く設定されたため、橋梁、盛土、法面等の線路基盤施設の品質が十分ではない。更にロシアと同じゲージの 1,520mm の軌道を採用し、先進国製品に比べ品質で劣化するロシア製レールや、耐久性に課題のある中国製締結装置を主に利用しているため、



レールや枕木等の線路基盤の磨耗・損傷が進行しやすい。保線管理も不十分で、輸送量に見合った本格的な改修工事も未実施なので³、輸送事業開始から 70 年が経過し、モンゴルの過酷な気象条件も加わり、線路の老朽化が一層進んでいる。このため鉄道の遅延や運休等が頻発しておりモンゴル経済に大きな影響を与えている⁴。日本政府は 93 年から 2 度にわたり、ODA でコンクリート製の排水溝設置工事、河川の護岸工事、岩石落下防止、法面保護工事等の鉄道線路基盤改修工事(93 年 33 億円、95 年 45 億円)を実施し支援を行ったが、その後既に 25 年が経過しており新たな支援が必要とされている。

木製枕木から PC 製枕木への転換が課題(森林保護の観点)

また、枕木に関しては現在でも UBTZ の多くが木製枕木を使用しており、森林保護強化の観点から 1,800km 全線での PC 製枕木への転換を進めているが、特に荷重が掛り交換の頻度が高いカーブ区間(150km)では PC 製枕木への転換が出来ず課題となっている。モンゴルは森林資源が乏しい⁵ことから政府は温暖化対策と環境保護を図るため森林保全に力を入れ、2010 年 9 月には「国家安全保護方針」を見直し自然林の面積を 2%増加する目標を定めている⁶。このため現在ではモンゴルの木製枕木はそのほとんどをロシアからの輸入に頼っており、必要物資の多くを海外からの輸入に頼るモンゴルにとって、貿易収支改善のためにも PC 製枕木への転換が急がれている。

輸送力の強化が課題

モンゴルは経済発展に伴い過去 20 年余りの間に首都ウランバートルへの急速な人口集中が進み、ウランバートルの人口は 2014 年時点で 137 万人に達し、インフラの整備が追いつかず、交通渋滞や大気汚染等の都市問題が深刻化している。都市の輸送力の整備の必要性に加えて、資源開発が進んだことから資源の輸送力強化が必要となってきた。そのため交

³ 国土交通省:平成 15 年度援助方針策定調査(モンゴル)

⁴ 外務省:ザミンウード駅貨物積替施設整備計画(1993 年~94 年無償 21 億円)、鉄道輸送力整備計画(93 年~94 年有償 80 億円)

⁵ モンゴルの森林面積は北部の針葉樹林・広葉樹林約 1420 万 ha と国土面積のわずか 12%を占めるに過ぎず、森林資源は極めて限られている。またそのほとんどが保護林として指定されており、森林全体の 85%にあたる 1,200 万 ha が国立公園やゴビ砂漠の灌木を含む保護林となっており、残りのわずか 15%(290 万 ha)のみが伐採可能な商業林となっている。この商用林の中には道路が未整備のためアクセスが困難な森林も多い。

⁶ モンゴルにおける農林水産業と農林水産政策等の調査・分析

通網の整備が重要であり、様々な鉄道の新線が計画されている。例えばボグドハン鉄道新路線計画⁷や東進鉄道計画⁸など鉄道輸送の強化が挙げられている。

我が国開発協力方針との合致

2012年4月策定の我が国の対モンゴル国別援助方針においては、大目標を持続可能な経済成長を通じた貧困削減への自助努力支援とし、(1)鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化。(2)全ての人々が恩恵を受ける成長の実現に向けた支援。(3)ウランバートル都市機能強化の3分野を重点としている。

この点で、本提案によるUBTZの基盤整備による輸送力強化は、(1)鉱物資源の輸出を支える基盤インフラ強化につながるだけでなく、(2)国民生活を支える様々な国内貨物を支える物流インフラ、更に現在においても旅客輸送の3割を占める公共交通機関であることから、全ての人々が恩恵を受ける支援対象であると同時に、(3)都市問題に苦しむ首都ウランバートルの都市機能強化にもつながる。更に木製枕木の代替機能として環境問題にも資する点で、日本の援助方針全てに合致しているものとする。

③ 事業実施国の関連計画、政策(外交政策含む)及び法制度

ア) 事業実施国の関連計画、政策

2015年11月に「開発政策計画法」が策定され、開発政策策定における必要な手順、政策実施の管理方法等に関する基本的な考えが提示された。更に、2016年2月には「モンゴル持続的長期開発ビジョン2030」(SDV2030)が国会で決議された。これは2030年までに達成すべき20の重要な指標について、①持続的な経済開発、②持続的な社会開発、③環境持続性、④ガバナンスの4つの分野を対象にフェーズを2016～2020年、2021～2025年、2026～2030年の3段階に分けて目標を掲げたものである。このうち、①の持続的な経済開発における交通インフラの開発計画は以下の通りであり、その中に鉄道建設も含まれている。

表2：交通インフラ計画

フェーズ	計画内容
フェーズ I (2016-2020)	Zamin-Und、Khundii、Khundii 及び Altan の道路を 1,600km 舗装 Eldenet-Ovoot 起点の鉄道建設に着手
フェーズ II (2021-2025)	国内舗装道路を 800km 拡張、Eldenet-Ovoot から Bogd Khaan 間の鉄道建設完了
フェーズ III (2026-2030)	国内舗装道路を 470km 拡張、地方鉄道網の建設完了

出所：モンゴルビジネス環境ガイド 2017 年版

⁷ ラシャサート駅から分岐し建設中の新国際空港付近を經由し、マニート駅に接続する。新空港付近に陸空混合物流拠点とアジアハイウェイ3号線を建設し、新路線には貨物列車を走らせ、ウランバートル市内を通過する現在の路線には旅客列車のみを走らせる計画となっている。この計画は、プレ FS 及び路線図が閣議承認された段階であるが、実行されればウランバートル市の都市機能強化につながるものとする。

⁸ タワトルゴイ炭田から石炭を輸送する鉄道計画で、安部首相が2015年訪蒙時に専門家派遣での調査実施に賛同を表明している。

イ) 法制度

外国企業がモンゴルに投資する場合、関係するのが「投資法」である。モンゴルにおいて外国企業が事業を行う拠点として、投資法は「現地法人」あるいは「駐在員事務所」のいずれかの形態をとると規定している。支店などその他の企業形態は現在許可されていない。駐在員事務所は、外国企業の代理事務所であり、モンゴルで営業を実施する権利がない。従って、外国企業がモンゴルで製造工場を設立するためには、現地法人を設立する必要がある。

現地法人は、モンゴルで設立・登記された企業で、その株式の少なくとも 25%を外国人投資家が保有し、外国投資家の最低株式払込額は 100,000US\$と規定されている。尚、現地法人、駐在員事務所のいずれも国家登記・知的財産庁(GAIPSR)に登録する必要がある。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析


本事業の対象分野に該当する「成長を支える質の高いインフラの整備」という開発課題に対し、様々なODA事業が行われている。「質の高いインフラ」の視点を踏まえ、運輸交通・エネルギーインフラの整備及びその適切な運営・維持管理の実現に向けた支援を通して、モンゴルの更なる経済成長に貢献することを目指している。

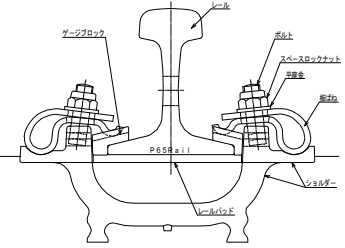

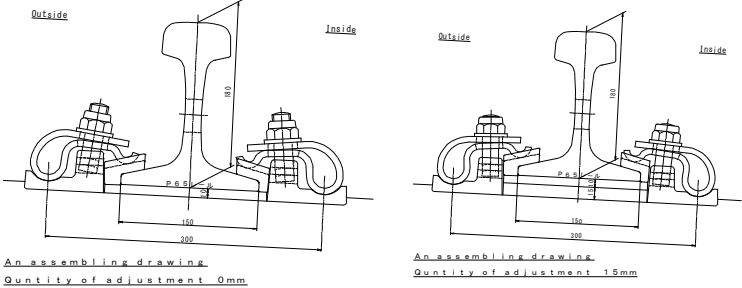
表 3：主なインフラ ODA 事業

	案 件 名	スキーム
1	新ウランバートル国際空港建設計画(I)(II) 有償	有償
2	新ウランバートル国際空港の人材育成及び運営・維持管理能力向上プロジェクト	技プロ
3	ウランバートル第4火力発電所効率化事業	有償
4	ツェツィー風力発電事業	有償
5	建設分野における労働安全管理能力強化プロジェクト	技プロ
6	モンゴルの気候条件に適した道路舗装技術能力向上プロジェクト	技プロ
7	人材育成奨学計画	無償
8	都市基礎インフラ、ユーティリティの整備分野の草の根技術協力	草の根技協
9	インフラ・エネルギー分野の研修 課題別研修他	課題別研修他

出所：外務省

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	PC 製枕木用 M-01 締結装置	
スペック(仕様)	本製品は、カーブ区間の軌間をゲージブロックの調整により、変更ができると共に、レールの水平レベルが調整板の挿入のみで簡易にできる。ばね式にする事に	

	<p>より、板ばねがたわむことで、現行の固定式レール締結装置に比較して列車通過時のレール小返り荷重を柔軟に受け止め、横圧を斜め上方向に逃がす事により、枕木に掛る過大な荷重を分散し、枕木の損傷による保線業務が各段に軽減される。また、緩みが発生しないナットを使用することにより、巡回検査周期を大幅に削減する事が可能である。</p>
<p>特徴</p>	<p>急カーブ区間における軌間調節機能及びレール高さ調節機能を備えると共に、枕木に埋め込まれたショルダーを一体化する事により、カーブでの過大な横圧力に耐える高剛性レール締結装置である。</p>  
<p>競合他社製品と比べた比較優位性⁹</p>	<p>① 軌間調整機能・レベル調整機能が簡易にでき、現在UBTZの直線区間で広く使われている枕木を必要最小限の改良により代替可能。</p>  <p>An assembling drawing Quantity of adjustment 0mm</p> <p>An assembling drawing Quantity of adjustment 15mm</p> <p>プラスチック(ナイロン系)の部品を排し、当地における激しい気象条件の下で、寒暖の差による変型(変質)や乾燥した気候による締結装置とレールの間への砂の侵入による耐摩耗を実現。</p> <p>② 螺締式を採用する事により、レール更換の時に初期締結力の復元が可能。</p> <p>③ ナットの緩みについては、緩み止めスペースロックナットを使用する事によって解消。</p>

⁹ モンゴル市場で想定される競合他社は、P社、V社、C社、A社。

	<p>④ PC製枕木にする事により、現状の保線業務によって行っている犬釘やねじ釘の抜け上がりは無くなり、保線業務の効率化に繋がる。</p> <p>以上の観点から、競合他社製品の特徴を全て網羅しつつ、現地でのPC製枕木の生産を可能にすると共に、敷設工事・メンテナンス作業が現在のUBTZの技術にて可能となる。</p>
国内外の販売実績	<ul style="list-style-type: none"> ・国内：JR各社及び各私鉄に類似レール締結装置を年間120万個、金額にして約6億円の納入実績(2011～15年実績平均)。 ・海外：2003年に台湾新幹線用レール締結装置として150万個を納入。
サイズ(mm)	300×2,700×350
設置場所	モンゴル国ウランバートル近郊のUBTZ・第2保線区(ハイルハン)軌道敷内
今回提案する機材の数量	2,050組(1組は枕木1本分)

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業目的

カーブ区間約1kmの実線に提案企業の製品であるM-01締結装置付PC製枕木を設置し、過酷な自然環境下でも実際の列車運用でも問題ないことを実証する。UBTZは全長1,800km、6区間からなる。ヒアリングによれば、今般敷設を行う予定の第2保線区は職員824人、全長405km。内120kmがPC製枕木で、残りは木製枕木が敷設されている。直線でも木製枕木区間がある。これまでR600以内のカーブでは、有効なレール締結装置が無いため、PC製枕木の使用が禁止されていた。

本事業では1kmだけの設置なので、実際に列車の運行速度を向上させるなど、直接的な輸送力強化にはつながらないが、モンゴル国内の過酷な自然環境下においても本製品の効果が充分発揮され、列車の安全運行にその性能が十分に保証される事が実証されれば、他のカーブ区間への設置につながり、今後の輸送力強化・業務効率化・安全性確保につながってゆくことになる。

(2) 期待される成果

成果1. カーブ区間用M-01締結装置のPC製枕木が製造される。

成果2. PC製枕木用M-01締結装置の活用・維持管理に関するC/P及びUBTZの知識・技術が醸成され、同製品の有用性、優位性が確認される。

成果3. PC製枕木用M-01締結装置普及のための事業展開計画が策定される。

成果 1 に係る活動

1-1. MRTD、UBTZ と協議を通じて、以下の確認及び情報収集を行った。

MRTD、UBTZ に下記の項目について確認

- ・ M-01 締結装置を使った PC 製枕木の製造・検査・敷設修繕・保管管理・データ収集と提供
- ・ 本邦受入れ研修者の選出(保線技術者、枕木製造技術者、MRT)の幹部)。
- ・ セミナーに係る場所の提供依頼と出席者(招待者)の決定。
- ・ 鉄道の整備・リハビリ計画の提供及び実施運営スケジュールの確認
- ・ 路線の運休状況の確認
- ・ 敷設工事のスケジュール確認(車両停車時間、ダイヤの調整、夜間作業時間等)。
- ・ 活動内容の確認：実施サイト保線班の構成・作業員の確認。
- ・ 免税の手続きの方法について確認。
- ・ M-01 締結装置部品等の保管場所の確認。
- ・ PC 製枕木検査(完成品の抜き取り検査)において、通常検査の個数や検査項目について確認。
- ・ データ取得方法として、特に緩み測定方法(ナット線引き、板ばね上下接着)の打合せ。

1-2. 提案企業が PC 製枕木製造工場用型枠の仕様・レイアウトについて下記の内容を事前調査した。

- ・ 既存の PC 製枕木製造工場に適合するライン型枠(8 個取り)の寸法及びレイアウト確認。
- ・ 既存のモンゴル製 PC 製枕木の製造方法(埋没させる部品を固定する方法、コンクリートが漏れない方法)の調査。
- ・ 敷設現場の敷設工事車両(クレーン車・レッカー車)と M-01 締結装置と PC 製枕木及びバラストの保管場所の確認。

1-3. 事前調査結果に基づいて、提案企業が M-01 締結装置用 PC 製枕木用型枠を日本国内で設計し、委託製造した。また、提案企業が M-01 締結装置部品を製造した。

- ・ PC 製枕木用型枠製造にかかった期間：約 4 か月(発注後)
- ・ M-01 締結装置部品の製造にかかった期間：約 1 か月

1-4. PC 製枕木用型枠と M-01 締結装置部品を輸送した。

- ・ ショルダー(締結装置の一部)と型枠は PC 製枕木製造工場に、またその他の M-01 締結装置部品は UBTZ の指定倉庫に輸送。
- ・ 輸送手段については、日本ー中国は「船便」、中国ーモンゴルは「列車輸送」したのち、モンゴル国にて通関手続きをし、列車輸送でウランバートルに搬送。

1-5. 提案企業が PC 製枕木製造工場において枕木用型枠の据付確認を行い、現地作業員へ作業要領を説明の上、モンゴル国内で PC 製枕木を製造した。

- ・ 据付確認にて、PC 製枕木用型枠と工場のライン型枠との適合性を確認。
- ・ 作業員には作業要領として、ショルダーが固定されている事、ショルダーと型枠との隙間

がない事を確認する作業指導実施。

1-6. UBTZ が PC 製枕木の完成品の抜取り検査を行った。

- ・ UBTZ が PC 製枕木の完成品の抜取り検査時に提案企業が立ち会い、抜取り検査を実施
- ・ 通常の検査項目は、寸法検査及び一定の荷重を載荷した時のひび割れを目視によって検査

1-7. PC 製枕木を、サルヒト組立工場へ搬入後レール組み立てを行った。

- ・ UBTZ が組み立てられたアッセンブリをサルヒト組立工場から実証サイト地へ搬入
- ・ UBTZ が実証サイトにおいて軌道交換工事を実施

成果 2 に係る活動

2-1. C/P 機関(MRTD)、UBTZ 及び PC 製枕木製造工場から 4 名を日本に招聘し、本邦受入活動を実施した。

- ・ 保線技術者、枕木製造技術者及び MRTD の幹部が参加
- ・ 鉄道総合技術研究所、極東興和、佐藤工業所及び丸上製作所にて 5 日間(移動を含む)を実施
- ・ M-01 締結装置の機能の説明
- ・ 日本の枕木の製造方法を説明
- ・ 日本での保線作業や研究開発を紹介

2-2. 提案企業が UBTZ 関係者(技術者)へ、締結装置の組立方法を説明した。

- ・ M-01 締結装置組付けの際のゲージブロックの組み合わせを事項前に説明した。

2-3. 提案企業が UBTZ の実施する敷設工事に立会い、完成後に検証を実施した。

- ・ UBTZ 保線部が彼らの作業方式に沿って敷設
- ・ トルクレンチでの締付トルクの確認
- ・ ナットの緩み確認のために板ばね・ボルト・ナット・平座金に目印をマーキング(敷設現場のカーブ入口、中間、出口)
- ・ 板ばねの上下ばねの接触を目視確認(接触していることが設置時の条件)
- ・ 軌間測定を行い、規定数値以内になっていることを確認

2-4. 提案企業が UBTZ の保線作業員に対して、M-01 締結装置の点検データに関する OJT を実施した。

- ・ M-01 締結装置に係るメンテナンスの方法に関する資料を整理。
(メンテナンスについては目視による検査によって、枕木のずれも併せて確認)
- ・ 保線作業員(敷設区の作業員 20 人程度)を集めて、点検データの収集方法を説明した

2-5. 既存の木製枕木締結装置と PC 製枕木用 M-01 締結装置設置時、さらに、春・夏・秋・冬の各季節のデータ収集を行い、メンテナンス頻度などを分析した。

UBTZ に対し、点検車両や目視にて以下のデータを収集するよう依頼した。

表 4：機材の点検データ記入表(ブランクフォーマット)

PC枕木 (M-01 レール締結装置) 点検データ

項目	確認機器	木枕木区間 モンゴル基 準値	M-01締結 装置基準値	既存(木枕 木区間)の ビフォーデータ	M-01設置 時のデータ	M-01経年データ				
						2018年10月	2019年1月	2019年5月	2019年9月	2020年1月
						(秋)	(冬)	(春)	(夏)	(冬)
軌間(ゲージ)	軌間測定器	1,530								
レールの摩耗					なし					
トルクの緩み	トルクレンチ	-	1,000kg.m	-	なし					
ナットの緩み	目視	-	マーカ線	-	なし					
上下ばねのスキマ	目視	-	スキマ0mm	-	なし					
枕木の破損	目視	著しいひび割れ・割れ・欠け			なし					
メンテナンス工数 (頻度・人工)	メンテナンス 記録									

M-01 レール締結装置経年点検データ

項目	M-01経年データ									
	点検年月日									
	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日	点検日
軌間(ゲージ)										
レールの摩耗										
トルクの緩み										
ナットの緩み										
上下ばねのスキマ										
枕木の破損										
メンテナンス工数 (頻度・人工)										

出所：提案企業作成

- ・測定データについては、P58、59、60 の写真を参照

成果 3 に係る活動

3-1. PC 製枕木用 M-01 締結装置に関する結果報告セミナーを開催した。

- ・2-5 の分析結果を基に、資料作成し、結果報告を行った。

3-2. モンゴルにおける今後の鉄道建設・更新計画を調査した。

- ・UBTZ のリハビリ計画、整備計画の状況調査
- ・リハビリ計画に M-01 締結装置を含める提言を公表
- ・モンゴルにおける新線計画の情報収集

3-3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画を策定した。

- ・UBTZ のメンテナンスに係る木製枕木の価格、PC 製枕木の価格比較
- ・メンテナンス時の交換本数から、年間販売本数を想定
- ・提案企業の収支計画書を作成

・(3) 業務の実施方法・作業工程

表5：本事業の作業工程表

調査項目	2017					2018					2019			2020	2021	2022			2023				
	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	JAN	Feb	Mar	Apr	May	Oct	Mar	Sep	Dec	Feb	~	~	Feb	Jun	Oct	JAN	Feb	
導入前調査：PC枕木工場の仕様・レイアウト・枕木製造に係る資材の検討。周辺環境の調査及び詳細打合せ		1st現地調査																					
P C 製枕木型枠設計																							
PC製枕木型枠製造および締結装置部品製造																							
UBTZ技術者と軌道事業内容詳細協議・本邦受入研修承認協議																							
製締結装置部品の完成検査・出荷梱包確認																							
PC枕木型枠および締結装置部品の輸送																							
敷設関係者（UBTZ技術者）の日本国内の見学と当社に於ける本邦受入研修の実施																							
枕木型枠設置確認および締結装置員数確認																							
P C 製枕木製造及び製造検証																							
枕木完成検査および事業実施現場へ輸送確認																							
UBTZ関係者(技術者)と敷設に関する現地打合せ(OJT)の実施																							
枕木組立・敷設工事の検証および完成検査																							
本実証事業の目的である本製品の適合状況の検証とデータ収集																							
現地セミナー																							
業務完了確認																							

・(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入、その他)

要員計画表：別添1参照

資機材リスト

表6：本事業における譲与機材リスト

	機器	型番(機器詳細)	数量	単位	納入年月	設置先
1	コンクリート 枕木型 枠	SS400 H324×W860×L11,062	5	個	2018年3月	フトウル
2	コンクリート枕木	W300×L2,700×H209	2,050	本	2018年4月	ハイルハン
3	レール締結装置	M-01 締結装置	4,100	組		
4	レールパッド金型	射出成型金型	1	個		
5	ショルダー金型	AL 製鋳込み型	1	個		
6	ゲージブロック①金 型	AL 製鋳込み型	1	個		
7	ゲージブロック④金 型	AL 製鋳込み型	1	個		
8	ゲージブロック⑥金 型	AL 製鋳込み型	1	個		
9	ゲージブロック⑨金 型	AL 製鋳込み型	1	個		
10	道床用バラスト		2,000	m ³		
11	ソケット	M-01 締結装置用ソケッ ト(アジャスター)	4	個		

注1) ショルダー、ゲージブロック、レールパッドは、P10の特徴欄の図と写真を参照
出所：提案企業作成

(5) 事業実施体制

- ・実施主体は提案企業及びUBTZである。
- ・株式会社大和総研が事業計画策定・実施・報告書作成及び業務調整等を支援
- ・現地での製造・敷設指導は、提案企業の技術者がUBTZとチームを組成して対応し、ワーク
ショップはモンゴル側がアレンジ
- ・環設計室がPC枕木の型枠を設計
- ・日本軌道工業株式会社が現場での敷設支援実施
- ・現地活動及び現地における情報収集・折衝・機械の輸送・据付補修に関しては必要に応じて
現地政府とのコネクションを持つ株式会社セントラルテクノが側面支援実施

(6) 事業実施国政府機関の概要

- ・機関名： MRTDをC/P機関とした。UBTZはMRTDの管轄鉄道会社である。

・UBTZの概要

UBTZは1949年にソビエト(現ロシア)政府とモンゴル政府が折半出資して設立した公社が前身。従業員数は14,844名。資本金922,250百万トゥグルク(邦貨換算約527億円)。2003年ロシア鉄道の株式会社化に伴いロシア政府の持分はロシア国鉄(RZD)に移管される一方、モンゴル政府内でも2017年3月には財務省国有資産委員会からMRTDに移管されている。折半出資のため、経営層も株主間で分割されており、意思決定が遅く、コントロール強化のためモンゴル政府は過半の取得を目指している。このためモンゴル政府は2008年にモンゴル政府100%出資の「モンゴル鉄道」を設立し、新線計画はモンゴル鉄道に委託されている¹⁰。「モンゴル鉄道」は現在のところ機関車8機を保有しUBTZにリースしている他、日本のODAで作られたザミンウードの貨物積み下ろし設備もこの会社に移管されている。

UBTZはモンゴル鉄道の主たる運営/管理を行っている。MRTDはUBTZの管轄官庁である。資本については現ロシア政府とモンゴル政府が折半出資している。モンゴルサイドの100%(全体の50%)をモンゴル国財務省が保有している。そのため、各役割については、予算や鉄道計画については、UBTZが素案を作成し、MRTDに提出。MRTDで承認されたものをモンゴル国財務省に提出して、承認を行う。こうして、最終的な予算付与や計画の承認がなされる。

・選定理由

選定理由としては、上記の通り①UBTZは事実上モンゴル最大の鉄道会社であり、本事業がUBTZからの依頼に基づいて始まっていること、②今回提案企業が技術と部品・型枠を提供して製作するPC製枕木を年間3.5万~5万本製造出来るPC枕木製造工場を保有していること、③前述した1996年の日本からのODA鉄道線路基盤改修事業の対象先であること及び、④加えて、2010-2014年の納税額トップ100企業では69位にランキングしており財務的にも安定していることがあげられた。

・C/P機関に期待する役割・要望

- ① 提案企業が提供する型枠によりカーブ用PC製枕木の製造。既存PC枕木製造工場の設備と人材により、本事業に必要なカーブ用PC製枕木2,050組(1kmの軌道に相当)の製造。
- ② 提案企業の指導のもと、軌道局メンテナンス部によるモンゴル国内標準技術に基づいた、木製枕木からカーブ用PC製枕木への交換工事の実施。
- ③軌道整備局列車交通安全保安部による適正な評価の実施。

¹⁰ 日本総合研究所:石炭資源開発にかかる輸送インフラの検討2012

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

① 成果1. PC製枕木用M-01締結装置が製造された。

1-1. 提案企業は、MRTD、UBTZと事前協議を行う。

第1回現地調査(2017年10月9日～13日)、第2回現地調査(2017年12月11日～15日)、第4回現地調査(2018年3月26日～4月6日)において、MRTD、UBTZと以下の協議を行った。

機材設置予定現場ハイルハンの現状確認

機材設置予定現場であるハイルハンを訪問し、PC製枕木のM-01締結装置の敷設工事予定現場(ロシア側から456.9kmポスト)を視察した。現状の木製枕木と締結装置の損傷程度状況を確認した。犬釘が外れていたり、ねじ釘が緩んでレールが浮いていたり、木製枕木が割れているものが見かけられた。PC製枕木もあったが、C社製の直線区間用締結装置であり、列車通過時の過大な横圧荷重によって、締結ボルトが折損しており、締結装置としての機能が失われていた。

機材設置予定現場では、規定上、軌間1,530mmで設計されているはずであったが、軌間計測を行ったところ、1,535mm～1,540mmにまで広がってしまっている箇所が散見された。これは、締結装置が横圧に耐え切れず、列車走行が繰り返されるうちに軌間が広がってしまったものである。

機材設置予定地の区間内の枕木には白丸のペイントマーカースがかなり多く見られた。これは締結装置や枕木など何れかに欠陥があり、メンテナンスが必要なことを意味しており、メンテナンス工事の必要性をUBTZ側も強く認識していることが理解できた。



工事敷設予定現場



ねじ釘外れ、木の枕木が割れている



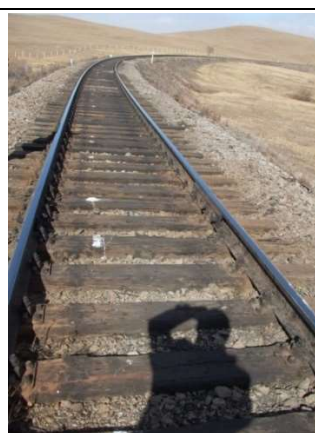
ねじ釘が緩んでレールが浮いている



過大な横圧荷重により締結ボルトが折損している



軌間計測すると、1,535mm～1,540mmにまで拡大



枕木に塗られた白いペイントマーカー

MRTD, UBTZ の実施事項の確認

カーブ区間における軌間の変化幅(1,520 mm～1,530mm)、当該区間に必要な枕木の本数(1,996本)を確認した。また、敷設工事では1kmの距離の線路を、25 m×40組のレールのアッセンブリで組み合わせ、継目となる箇所は41箇所、継目用となる枕木は両端に使用するため、倍の82本になるとのこと。1組25mのレールには、50本の枕木を使い、その内2本は継目用となる枕木を含む。枕木の形状は全本数とも変わらないが、継目用では板ばねとゲージブロックの形状が変わってくる。

サルヒト組立工場に納入する機材であるトルクレンチ及びフトゥル枕木工場に納入されたシリコンシーラントについて、それぞれ取扱い説明をした。枕木のPCワイヤー(鋼線を引っ張る)ボルトはUBTZで用意するよう依頼し、承諾を得た。

レールの継目(ジョイント)の部分では、ゲージブロックが継目板と干渉しないように、切削加工が必要になる。切削に関する指示については、工事プロジェクトリーダーである軌道局長から切削加工工場の作業責任者に指示してもらうことを確認した。

敷設工事完成検査のため現場に電源を用意して欲しい旨、また、歪ゲージを貼るためにレールの表面を磨くグラインダー、油分をふき取るためのアセトンの用意を依頼した。計測機器に関しては、日本からモンゴルに持ち込んで、使用後は日本に持ち帰るので、モン

ゴル側の通関許認可や手続きについての出入国の許可を申請した。

実施サイトの作業員構成の確認、データ取得方法・ナットの緩みなどの確認方法の打ち合わせ

実施サイトの保線班は、第2保線区が管轄し、その責任者は副区長と軌道組立工場長である。機材設置時に、締結装置の板ばね・ボルト・ナット・平座金の部分にマーカーで一直線の線を引き、線の変化で、ナットの緩みを確認する。確認用のマークは機材設置サイト(1km、枕木約1,996本分)のうち、カーブの入口、真中、出口の3か所の枕木、すなわち60箇所

にマークをして欲しい旨を第2保線区の副区長に伝えた。また、UBTZでは、軌道の保守点検の定期点検を原則月2回行っているとのことであり、そのタイミングにおいてM-01締結装置の点検作業を行い、「点検シート」に記載するように依頼した。検査結果については、P58、59、60の写真を参照。

M-01 締結装置部品等の保管場所を確認

2018年4月4日にサルヒト組立工場を訪問し、到着しているM-01締結装置部品等の機材の内容・員数・保管場所を確認した。また、組立工場施設長に、トルクレンチの取り扱い方を指導した。



機材の保管状況



機材確認作業/保管・取扱注意点の説明



機材：トルクレンチ/ソケットの確認



トルクレンチの取扱い方法を指導

鉄道の整備・リハビリ計画の確認

UBTZは、2018年度ハイルハン1kmを含む合計80kmのリハビリ工事を実施した。その内、

79km 分は南部ザミンウッドでの工事(締結装置は A 社製を使用)であることを確認した。また、南部ザミンウッドでの工事が大型なので、本件敷設工事はその前に行うことを確認した。

施設工事のスケジュール確認(列車の運休状況・ダイヤの調整・夜間作業時間等)

UBTZ とハイルハンでの敷設工事の日程を調整した結果、2018 年 5 月 11 日(金)を予定日とすることとした。敷設工事に関し以下を確認した。

一工事实施日は、国際列車を 1 日運休する

一レール 1km の敷設工事には 50 人～60 人/日の労働者が必要になる

一工事日翌日に列車が通過するため、バラスト(砕石)の「突き固め」も工事日同日に終える必要がある

一工事後、列車は速度を落として通過し、適宜バラストを追加して調整する

一工事後 1 週間程度経過してから通常での速度走行となる

一敷設工事完成検査のため、電源・グラインダー・洗浄用のアセトンの用意を UBTZ に依頼した(但し 220V、380V のため、変圧器は日本側で用意)

PC 製枕木完成検査(抜取り検査)通常の検査個数や検査項目についてヒアリング

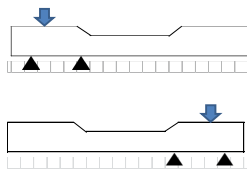
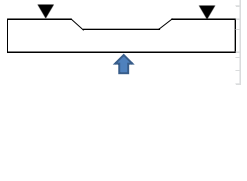
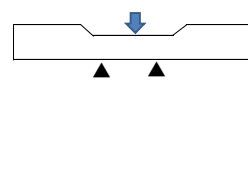
2018 年 4 月 3 日にフトゥル PC 枕木製造工場を訪問し、PC 製枕木完成検査(抜取り検査)について、通常の検査個数や検査項目の確認をした。

完成枕木は、抜取りによって 3 箇所の「寸法検査」及び「強度検査」を行っている。「寸法検査」は、枕木の全長 2,700mm に対して公差 10mm 以内。それ以外の寸法は提案企業指示の図面に記載した公差の範囲内で製造する。「強度検査」は C 社製と A 社製で基準が異なるが、M-01 締結装置用枕木については、条件の厳しい C 社製と同じ基準で行うよう指示をした。製造された当該枕木の内、「3 月 30 日製造の枕木 1 本」と「4 月 2 日製造の枕木 1 本」について、寸法検査及び強度検査の立会いを行った。結果はともに合格(1 級品)であった。なお、1 級品合格でない枕木の場合は、本実証事業の枕木として使用しない。

枕木の強度測定基準は、以下の通りである。

- a. 枕木強度試験の載荷位置とそれぞれの荷重は、下表の「3 箇所の載荷による枕木の強度試験と合格基準」である
- b. 強度試験は、枕木型枠 1 体(8 本に対して、1 本の試験を実施する。
- c. 強度試験の評価方法は、それぞれの荷重を徐々に載荷し、規定載荷後 180 秒間保持し、クラック(枕木表面のヒビ)を拡大鏡によって目視で観察し品質判定する。
- d. 1 級品の基準を満たさないものが出た場合は、型枠 8 本(縦 2 列×4 本)を 2 グループに分け、それぞれ 1 本抜取り再試験をし、品質を確認して合格品とする。

更に、それらも 1 級品に満たない場合は、さらにその前後の 8 本からランダムで抜き取り、品質検査を実施して合格品とする。

締結装置	区分	両端	真ん中(下から)	真ん中(上から)
				
C社製	1級品	170kN	110kN	58kN
	2級品	150kN	98kN	—
A社製	1級品	123kN	98kN	58kN
	2級品	98kN	—	—
提案企業 M-01	C社製と同じ基準で検査をするよう依頼し、承諾を得た。			

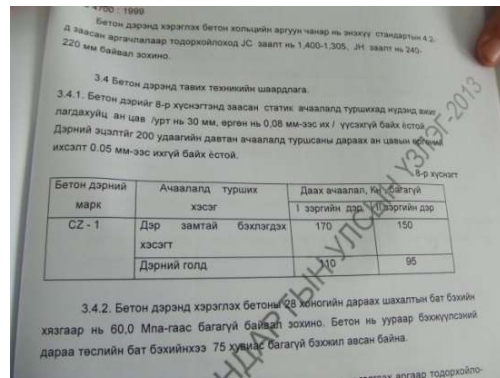
※各々、規定」 載荷を 180 秒間保持し、枕木にヒビが入っていない場合、基準をクリアとする。

図 5 : 3 箇所の載荷による枕木の強度試験と合格基準(実質基準)





徐々に载荷して、170kN の力で 180 秒間保持して強度検査を行う。写真は 22 秒経過を表示



C 社製枕木の強度試験実施基準では、1 級品の合格基準は、両端で 170kN を下から力を加える検査では 110kN の载荷を 180 秒間加える



M-01 締結装置用枕木品質検査でデータ確認



枕木にクラック(ヒビ)がないか、両側(2人)で 拡大鏡によって検査

UBTZ との機材敷設工事契約

UBTZ と提案企業の契約については、双方の役割や責任分担、義務、費用負担を明記することとした。

本件工事のレール費用は、UBTZ 側が負担する旨を確認し、「レールの代金は提案企業の費用負担に含まない」ことを明記した。また、ウランバートルからモンゴル国内の各工場への輸送は UBTZ 側の費用と責任で行うとした。

免税の手続き方法についての確認

MRTD と UBTZ がモンゴル国に納入する機材について、財務省と交渉し、免税にするべく最大限の協力、支援を行う旨の確認を行った結果、機材持込時に免税の措置が取られた。

本邦受入れ研修の人選：保線技術者、枕木製造技術者、MRTD の幹部から選出

MRTD、UBTZ の本邦受入れ研修に関し、MRTD 1 名、UBTZ の保線技術者、枕木製造技術者を含む 3 名の人選を要請された。

MRTD 副大臣のプレス発表に対する支援と提案企業への訪問

2018年3月29日に MRTD を訪問し、副大臣に本件プロジェクトのプレス発表に協力する旨を確認した。また、同年4月16日、副大臣・他1名、UBTZ から副社長、モンゴル大使館員1名が加わり4名が提案企業を訪問した。



MRTDにて、免税のお礼とプロジェクトのプレスリリースについて議論



政策局長、MRTD 副大臣

UBTZ 社長からの締結装置の今後の採用条件と提案製品に対する評価

2018年4月3日 UBTZ 本社にて、UBTZ 社長と面談を行った。社長から「提案企業の軌道関係の様々な支援に関し感謝する」との言葉があった。また、以下が今後の締結装置の採用に関する条件と、本製品に対するコメントである。

・現状、締結装置に関する多くの課題があり、多くの外資企業から様々な提案がきている。締結装置をどの企業の製品にするかという決定は、締結装置だけの問題ではなく、枕木製造工場、組立工場、メンテナンスの工具等々様々な要素と関連し影響がでる問題であると考えている。最終的には「コストと安全性」の2点を重視する。

2007年にPC製枕木の締結装置の相談を受け、2008年に枕木50本分に提案企業のM-01締結装置を設置し、これまで何の問題も生じていない。またカーブ区間における機材の「経済性」や「列車通過速度の面」で効果があり、機材の価格も低く、品質は高く、使用可能期間(耐用年数)も長ければ、将来において、提案企業の製品を採用することも有り得る。



右より：軌道部長、軌道副社長、提案企業、
UBTZ 社長



プロジェクトの進捗状況を UBTZ 社長に報告
社長より現在のモンゴルの鉄道の状況説明有

1-2. 提案企業が PC 製枕木工場用型枠の仕様・レイアウトの事前調査を行う。

既存の PC 枕木製造工場のラインにあう型枠(8 個取り)の寸法、レイアウト確認

2017 年 10 月 11 日に、UBTZ のフトゥルの枕木製造工場を訪問した。そこで、工場のラインにあう型枠(8 個取り)の寸法、レイアウトを確認した。型枠の設計図には、寸法が記載されていないことが判明したので、寸法が記載された枕木型枠の設計図を入手した。

既存のモンゴル製 PC 製枕木の製造方法(埋没させる部品を固定する方法、型枠からコンクリートが漏れない方法)を調査

2017 年 10 月 11 日に UBTZ のフトゥルの枕木製造工場を訪問し、上記調査を実施した。また、同工場では、1 日 180 本、年間 10 万 8 千本の枕木を製造できることを確認した。

機材設置予定現場の敷設工事車両(クレーン車、レッカー車)と M-01 締結装置と PC 製枕木及びバラストの保管場所の確認

2017 年 12 月 14 日にサルヒト組立工場を訪問し。敷設工事車両(クレーン車、レッカー車)と M-01 締結装置部品と PC 製枕木の保管場所の確認を行った。本事業では、25m レールのアッセンブリを 40 組繋ぎ、1km の線路張り替えを行う。本施設は、従業員 70 名で、敷地内には 17km に及ぶ軌道がある。組立施設内にあるレールは 25m 単位で、レールの下に枕木を規定の間隔に並べ、レールと枕木を締結装置によって固定し、アッセンブリとして組み立てている。

レールは、25m のレールがロシアから輸送されてくる。アッセンブリの組み立ては屋外で行い、日中の作業が基本であるが、ナイター設備もあり繁忙期にはナイターで作業を行うこともある。工場の生産能力は、1 日に通常 500m 分組み立てることができる。25m のアッセンブリを 20 組程度組み立てるということになる。本事業の敷設工事は計 1km のため、2 日ほどで組立作業が完了することになる。






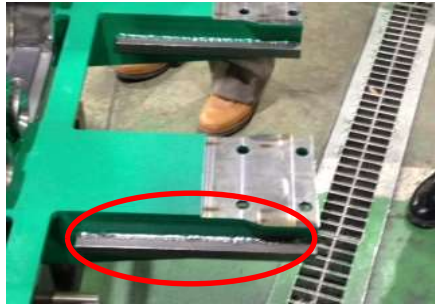


1-3. 事前調査結果に基づいて、M-01 締結装置用のPC製枕木用型枠を提案企業が設計し、委託製造した。

M-01 締結装置部品については、提案企業が製造及び調達をした。

M-01 締結装置用 PC 製枕木用型枠製造

提案企業が M-01 締結装置用 PC 製枕木用型枠を設計し、委託製造した。

 <p>枕木型枠説明</p>	 <p>隙間を埋めるためシリコンを注入する実演</p>
 <p>枕木枠の取扱説明</p>	 <p>ショルダー(M-01の刻印)</p>
 <p>枕木型枠のつなぎ目(分割輸送する)</p>	 <p>溶接部分を修正することで調整した</p>

レール締結装置部品製造

提案企業で締結装置部品の一部を作成及び調達し、ショルダー・レールパッドとゲージブロックは委託製造を行った。

レール締結装置の一部委託製造と完成検査

a. M-01 締結装置部品のレールパッドとその金型の完成検査

2018年1月22日に、製造したレールパッドに関し以下の完成検査を実施した。

- i. 工程確認
- ii. 完成金型検査
- iii. レールパッド寸法検査

iv. 荷重(ばね定数)測定

v. 納期確認

レールパッドの寸法と荷重検査は合格し、その金型は完成した現品をもって検収した。
荷重に関しては、その詳細検査を実施した。



1月23日にレールパッドの荷重に関する以下の詳細検査を実施し、荷重測定の結果、合格となった。更に、レールパッドを持ち帰り提案企業にて荷重を測定し、その結果は合格となり量産を指示した。

b. M-01 締結装置部品のショルダー及びゲージブロックとその金型の完成検査

1月22日にショルダー・ゲージブロックの以下の完成検査を実施した。外観及び寸法検査は合格し、金型は完成した現品をもって検収した。

i. 工程監査、

ii. ショルダー完成品外観・寸法検査・輸出梱包荷姿確認

iii. ショルダー・ゲージブロック金型完成検査

iv. ゲージブロック外観・寸法検査

v. 納期確認



1-4. PC 製枕木用型枠と M-01 締結装置部品を輸送した。

モンゴル国にて通関手続き後、列車輸送で PC 製枕木用型枠と M-01 締結装置部品をウランバートルへ搬送した。その後、PC 製枕木用型枠と締結装置部品の一部は、フトウルの枕木製造工場へ、残りの M-01 締結装置部品はサルヒト組立工場に輸送した。

モンゴル国にて通関手続き後、列車輸送でウランバートルに輸送

2018年3月27日にトルゴトにあるモンゴルトランス(通関事務所)を訪問し、コンテナに積んである PC 製枕木用型枠及びショルダーの状態確認と員数確認を行った。また、M-01 締結装置部品等を確認した。レールパッドは木の箱にて封がされていたが、存在を確認できた。



ショルダー(締結装置の一部)とPC製枕木用型枠はPC枕木製造工場、その他のM-01締結装置部品はUBTZの指定倉庫に輸送後、サルヒト組立工場に輸送

コンテナに積んであるPC製枕木用型枠及びショルダーは2018年3月29日には最終到着地のフトゥル枕木製造工場に到着していることを確認した。また、その他のM-01締結装置部品は、4月4日には最終到着地のサルヒト組立工場に到着していることを確認した。



フトゥル枕木工場でショルダーと型枠を確認

サルヒト組立工場にてM-01締結装置部品を確認

1-5. 提案企業がフトゥルPC枕木製造工場において枕木用型枠の据付確認をし、現地作業員へ作業要領を説明の上、モンゴル国内でPC製枕木を製造した。

据付確認において、PC製枕木用型枠と工場の製造ラインとの適合性を確認する作業員には作業要領として、ショルダーの固定方法、型枠とショルダーの隙間が塞がれていることを作業指導した

2018年3月29日及び30日に、フトゥル枕木製造工場、M-01締結装置用のPC製枕木用型枠が工場の製造ラインとの適合性を確認し、組立後の型枠の接合(溶接)方法を指示した。

作業員には、ショルダーの固定方法、型枠とショルダーの隙間がシリコンシーラントによって塞がれていることを確認する作業指導を行った。また、提案企業立ち会いの下、型枠のジョイント部の溶接状態を確認した。

また、M-01締結装置用枕木型枠の製造ラインへの適合性の確認と、シリコンシーラントの使用法、型枠の取り扱い方法及び注意点などのOJTを実施し、第1号枕木製造に立ち会った。

枕木のセメントの強度検査は、同じ配合の供試品によって、通常枕木50本の製造に対して1回の割合で検査する規定であるが、今回は40本毎に1回の割合で検査を行うよう指示した。

製造され、自然養生されているM-01締結装置用の完成枕木120本の外観を確認した。全ての枕木にロット番号が与番されており、製造年月日、製造された枕木型枠番号がわかるようになっていた。ショルダーの内側部分のみ出した「乾燥シリコン」は、今後レールパッドが干渉する恐れがあるため、全て除去するよう指示した。

ハイルハン敷設工事に必要な枕木1,996本については、フトゥル枕木工場、3月30日か

ら製造を開始して、5月5日までに完了した。



M-01 締結装置用枕木型枠 PC 鋼線緊張装置
取付け部



M-01 締結装置用枕木型枠の取り扱いについ
て指導



表示された「2」と「2」で適合する枕木型
枠結合を確認



枕木型枠の結合部の補強溶接個所を指示



コンクリートの漏れ止めのシリコンシーラ
ント塗布の作業方法を指導



シリコンシーラント塗布の技術指導を受け
る工具



シリコンシーラントにてショルダーと型枠の隙間を封鎖



M-01 締結装置用枕木の PC 鋼線緊張装置取付け部分



右列の枕木型に PC 鋼線を張ったところ



左列の枕木型に PC 鋼線を張るところ



左右の両枕木型に PC 鋼線を張ったところ



PC 鋼線をスターラップで束ねたところ



枕木型枠にコンクリートを注入



枕木型枠のコンクリート量の調整作業



第1号 M-01 締結装置用枕木のコンクリート注入



コンクリートの注入量を調整する最終作業
(バイブレーションで平滑にされる)



第1号 M-01 締結装置用枕木型枠への最終作業完了



第1号 M-01 締結装置用枕木の製造が開始され、関係者にてランチミーティングを行った



ロット番号「第1回91番の枕木型枠の6個目
2018年3月30日製造」が記載された枕木



完成した M-01 締結装置用枕木の外観確認検査



M-01 締結装置用枕木上部の外観
(ショルダー)



部分的に欠けている枕木が強度に影響する
ため本線で使用しないよう指示した

1-6. UBTZ が M-01 締結装置用 PC 製枕木の完成品の抜取り検査を行う。

2018年5月3日にフトゥル枕木工場にて提案企業立ち会いの下、完成品の抜取りによる外観検査、寸法検査、強度検査を実施した。最終検査表は提案企業に送付するよう依頼した。強度検査、寸法検査の基準をクリアした「1級合格品」の枕木は、5月5日には本工事に使用する予定数の枕木1,996本が完成し、サルヒト組立工場に輸送された。

また、敷設工事後の完成検査(応力測定用)用のH型鋼1.2mを1本と変位計取付け用のH型鋼の3mを1本及び1mを2本製造依頼したものを確認した。



M-01 締結装置敷設工事完成検査用治具



M-01 締結装置用完成枕木



M-01 締結装置用完成枕木のため、検査室に移動中



M-01 締結装置用完成枕木の強度検査結果データを確認中



M-01 締結装置用完成枕木の寸法検査
(シヨルダー内)



M-01 締結装置用完成枕木の寸法検査
(シヨルダー間)

UBTZ フトゥル枕木製造工場でのフォローアップ

第 10 回現地調査(2022 年 6 月)では、UBTZ フトゥル枕木製造工場を訪問しフォローアップを行った。UBTZ より「本プロジェクトで日本の高い技術を持つ M-01 締結装置用 PC 製枕木製造に携わることができ感謝している。M-01 締結装置は「専用の枕木型枠」があったので製造過程では問題なかった。工場の技術者も M-01 締結装置用枕木の製造経験があり、作業手順や製造方法をよく理解していた。M-01 締結装置は、保線区労働者の負担を大きく軽減することになるので、今後も M-01 締結装置が UBTZ の軌道に導入されることを歓迎する。現在、フトゥル枕木製造工場は、従業員 182 人、2 交代制のフル稼働で、年間最大 21 万本の枕木を製造することができる。枕木製造のコストが上がっている。主な要因は部品の高騰である。人件費は新型コロナウイルスの影響前と比べて 30%アップしている。



UBTZ フトゥル枕木工場



UBTZ にて使用する締結装置用 PC 製枕木の説明



枕木工場長とミーティング



M-01 締結装置用枕木型枠の保管状況の確認

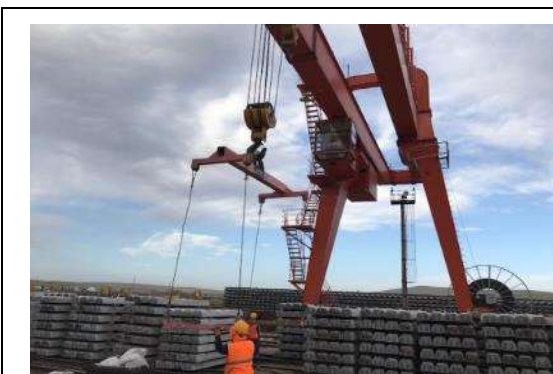


M-01 締結装置用枕木完成検査の載荷点の説明を受ける



M-01 締結装置用枕木製造工程の視察

1-7. サルヒト組立工場へ搬入された M-01 締結装置用 PC 製枕木を、レール組立した。
 フトゥル枕木工場で製造された完成枕木は 220 本積載可能な貨物車両 4 台編成(最大 880 本/回)でその都度、サルヒト組立工場に輸送する。サルヒト組立工場では、1 日に 500m 分の組立を行う能力があり、1km、(枕木約 2,000 本)の組立なら、2 日で完了する。
 サルヒト組立工場からは、積み込み作業も含め 7 日間でハイルハンの敷設現場に運び込むことが可能であり、2018 年 5 月 8 日には、ハイルハンの敷設工事前に実証サイト地に全長 1km 分(25m×40 セット)が到着し、5 月 11 日に UBTZ は軌道交換工事を実施した。



サルヒト組立工場



M-01 締結装置の組立作業現場



M-01 締結装置の組立作業



M-01 締結装置部品
(ボルト・ゲージブロック等)



枕木の間隔調整作業



枕木をレール上に並べる作業



装着された M-01 締結装置

UBTZ サルヒト組立工場でのフォローアップ
第 10 回現地調査(2022 年 6 月)では、UBTZ サルヒト組立工場でのフォローアップをする
ため訪問した。2020 年 4 月より、新工場長が就任している。2018 年、M-01 締結装置の組
立は問題なく完成した。今後、M-01 締結装置の軌道を組立てることはいつでも歓迎する、
との確認ができた。提案企業からも「M-01 締結装置の組立について、日本式を押し付ける
ようなことは考えていない。安全面に注意さえしてくれば、現場がやりやすいようにや

ってもらえることが最善である。不明な点があればいつでも支援する。今後も WIN-WIN の関係でいたい」旨を伝えた。



サルヒト組立工場施設長



競合他社の問題点のディスカッション

② 成果 2. PC 製枕木用 M-01 締結装置の活用・維持管理に関する C/P 及び UBTZ の知識・技術が醸成され、同製品の有用性・優位性が確認される。

2-1、MRTD、UBTZ、PC 枕木製造工場から 5 名を日本に招聘し、本邦受入研修を実施した。

- ・保線技術者・枕木製造技術者・MRTD の幹部の招聘した
- ・鉄道総合技術研究所・極東興和・佐藤工業所・丸上製作所において 5 日間実施
- ・M-01 締結装置の機能・日本の枕木の製造方法・日本での保線作業や研究を紹介

目標：

日本の鉄道用レール締結装置及び関連技術(枕木型枠・枕木製造・鉄道技術の安全性)、特にカーブ区間用レール締結装置の知識を理解してもらう。また、モンゴルにおける鉄道カーブ区間用レール締結装置のあり方について議論を深める。これらの知見及び実状を参加者が理解することを目標とした。

活動内容：

丸上製作所の工場見学(会社概要・レール締結装置の製造工程・品質管理)、極東興和(PC 製枕木製造技術)、佐藤工業所(枕木型枠製造)、(公財)鉄道総合技術研究所(日本の鉄道技術全般・鉄道技術の歩み・安全対策)の知識、新幹線駅及びローカル線駅における線路視察、新幹線を含む列車運行管理、(MRTD 向けに)東名高速道路走行による日本のインフラ技術の体験、等。

受入期間：

2018 年 1 月 29 日(月)～2 月 2 日(金)

参加者リスト 5 名(所属、役職)：

- ・MRTD 鉄道海運政策局長
- ・UBTZ 鉄道軌道サービス管理副社長
- ・UBTZ 軌道組立工場長
- ・UBTZ 第 2 保線区副長
- ・UBTZ 枕木工場主任エンジニア

表7：本邦受入活動カリキュラム、日程表

Date		本邦受入活動/研修	活動エリア
1月29日 (月)	PM	成田空港到着、送迎	成田
		移動：成田空港～愛知県豊橋市に移動～豊橋市内宿泊	愛知県豊橋市
1月30日 (火)	AM	移動：ホテル→丸上製作所本社	愛知県豊川市
		丸上製作所工場見学(製品工程、品質管理)	
	PM	丸上製作所：丸上製作所製品プレゼンテーション、製品技術座学	愛知県豊橋市
		移動：丸上製作所～愛知県豊橋市に移動～豊橋市内宿泊	
1月31日 (水)	AM	移動：ホテル→極東興和株式会社	静岡県周智郡
		極東興和株式会社見学(PC 枕木製造見学)	
	PM	昼食	静岡県藤枝市
		(株)佐藤工業所見学(枕木型枠製造見学)	
2月1日 (木)	AM	移動：ホテル→(公財)鉄道総合技術研究所	東京都国分寺市
		(公財)鉄道総合技術研究所/検査・実験施設見学	
		(公財)鉄道総合技術研究所見学(日本の鉄道技術の推移と現状、質疑応答、ディスカッション)	
	PM	昼食	東京
		鉄道(カーブ区間)用レール締結装置のプレゼンテーション、日本の鉄道技術に関する質疑応答	
		移動：→宿泊先	
2月2日 (金)	AM、PM	移動：ホテル→成田空港→見送り	成田

目標に対する結果・課題(目標の達成状況・成果・改善点等)：

研修生は、レール締結装置及び関連するその他の技術(枕木型枠・枕木製造・鉄道技術の安全性など)について実物に触れることで日本の技術の優位性に対する理解を深めた。

a. レール締結装置に関する技術

板ばねの生命である熱処理作業が自動化され、温度管理等が自動的に行われていることを研修生に理解してもらえた。徹底した品質管理により、カーブ区間の列車通過時の振動に対し、耐久性が維持されることを認識してもらった。

b. 枕木型枠の製造に関する技術

モンゴルで使用する M-01 締結装置用枕木型枠を佐藤工業所で製造工程を実際に見てもら

い、改造箇所など細かい摺り合わせ等を行うことができた。

c. 枕木製造に関する技術

極東興和で、枕木製造工程を見学出来たことにより、モンゴルにおける製造工程との違いが理解できた。特に、ポストテンション枕木製造ラインの視察を通して、並列に配置した型枠と4本のPC鋼棒を組込んだ製造方法について学ぶことができた。最終工程(緊張作業・端部モルタルコーン詰め)では日本の技術のきめ細やかに細分化された作業工程について理解した。

また、プレテンション枕木ラインにおいて、コンクリート打設前のPC鋼線(ストランド)緊張工程は全工程の中で一番安全管理を要する工程であることが理解できた。更に、コンクリート投入方法、バイブレータの掛け方、枕木座面のコテ仕上げ等細かな工程を要することが理解でき、モンゴルとの大きな違う点は「最終工程のPC鋼線の切断方法と枕木型枠・枕木端面の仕上げ」である。

d. 鉄道の安全性についての技術

(公財)鉄道総合技術研究所での見学・受講を通じて、日本の鉄道の安全性に関する知識と技術を十分に理解した。

また、日本の高速鉄道(新幹線)・在来線の乗車体験と駅ホームより見る軌道の見学等を通じて、モンゴルの現状との違いについて、日本の鉄道技術の優位性が伝わった。

モンゴルにおけるカーブ区間用レール締結装置についても、M-01 締結装置がモンゴルの風土条件に適した仕様で設計されており、線路にかかる過大な荷重に十分耐えられる耐久性を持つことを理解してもらった。

参加者の意欲・受講態度、理解度

十分な意欲をもって本活動に参加しており、訪問先担当者にも熱心な質問をし、議論を重ねていた。日本の鉄道事情等予想以上の質問があった。各工場及び鉄道総合技術研究所の見学時にUBTZ側参加者からの質問が多く、こまめにメモを取っていたところから、日本の技術への興味も旺盛で、知識を習得しようとする意欲が感じられた。質問事項に回答することを通じて、日本の鉄道事業の実績を理解してもらえた。

また、訪問後に提案企業が各参加者に聞き取って見たところ、話のポイントもしっかりと理解していることが確認できた。

本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

今回の本邦受入研修により、今後の普及・実証事業における、カーブ区間用レール締結装置・枕木型枠・枕木製造等の知識と技術を十分に理解してM-01 締結装置に対する信頼性が増した。

また、枕木型枠がモンゴルの枕木製造工場に届いた後の一部部品の取り付けや型枠とシヨルダーの隙間をシリコンシールド剤で塞ぐ方法や、枕木製造に関しての実務を理解できたので、円滑に枕木製造を行うことができた。

更に、提案企業の製品評価が進み、普及・実証事業以降の事業展開においても、UBTZ側

の推薦が今まで以上に強く出来る手ごたえを得た(参加者が、本邦受入研修で修得した知識・技術移転してもらったことや、日本製品の技術や品質の高さをモンゴルの関係者や上長へ成果報告をしてくれることを期待している)。



丸上製作所 会社案内風景



丸上製作所 受講風景



丸上製作所 板ばね工場見学



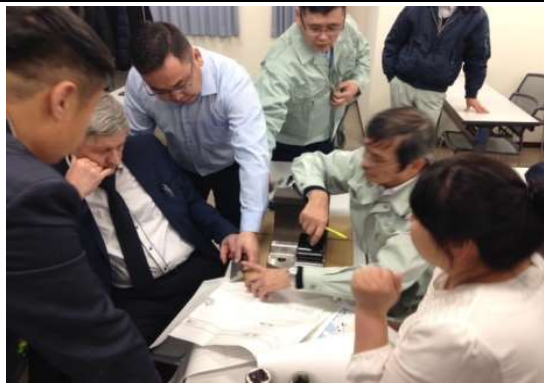
丸上製作所 コイルばね工場見学



丸上製作所 コイルばね工場見学



丸上製作所本社前にて



丸上製作所 質疑応答風景



丸上製作所 歓迎会



極東興和工場全体



極東興和集合写真



極東興和 会社概要説明



極東興和 コンクリート枕木型枠



極東興和 コンクリート枕木型枠視察



極東興和 ショルダー(2個)



極東興和 鋼棒穴をコンクリートで塞ぐ作業



極東興和 鋼線を張った枕木型枠



極東興和 枕木型枠にコンクリート注入



極東興和 コンクリート注入済の枕木型枠



極東興和 完成枕木を屋外に運搬作業



極東興和 工場屋外で熱心な意見交換が続く



佐藤工業所 インストラクション



佐藤工業所本社前にて集合写真



佐藤工業所 ショルダー固定方法説明



佐藤工業所 シリコンシーラント使用方法説明



佐藤工業所 枕木枠の取扱説明



佐藤工業所 ショルダー(M-01の刻印)



佐藤工業所
枕木型枠のつなぎ目(分割輸送する)



佐藤工業所
溶接部分を修正することで調整した



東名高速道路にて日本のインフラ体験



静岡駅では新幹線運行や線路観察を実施



リニアモーターカー前にて



鉄道総研
試験敷設予定の M-01 締結装置ショルダー



鉄道総研 昼食風景



鉄道総研 受講風景

表 8: 軌間による必要ゲージブロック

軌間による必要ゲージブロック (①~⑨)											
	ゲージ 軌間: mm	枕木本数	必要GB (ゲージブロック/個)								
			GB①	GB②	GB③	GB④	GB⑤	GB⑥	GB⑦	GB⑧	GB⑨
1	1,520	172	344	0	0	0	0	0	0	0	344
2	1,521	52	52	52	0	0	0	0	0	52	52
3	1,522	52	0	104	0	0	0	0	0	104	0
4	1,523	52	0	52	52	0	0	0	52	52	0
5	1,524	52	0	0	104	0	0	0	104	0	0
6	1,525	52	0	0	52	52	0	52	52	0	0
7	1,526	52	0	0	0	104	0	104	0	0	0
8	1,527	56	0	0	0	56	112	56	0	0	0
9	1,528	56	0	0	0	0	224	0	0	0	0
10	1,529	56	0	0	0	56	112	56	0	0	0
11	1,530	1,344	0	0	0	2688	0	2688	0	0	0
合計		1,996	396	208	208	2,956	448	2,956	208	208	396

GB	加工不要	6,704	396			2,956		2,956			396
	加工必要	1,280		208	208		448		208	208	
全ゲージブロック		7,984									
	輸出数量	必要数	加工数	残数	軌間mm	out	in	in	out		
BG①	350	344	0	6	1,520	9	1	1	9		
BG②	0	208	0	0	1,521	9	1	2	8		
BG③	0	208	0	0	1,522	8	2	2	8		
BG④	3,750	2,957	416	450	1,523	8	2	3	7		
BG⑤	0	448	0	0	1,524	7	3	3	7		
BG⑥	2,700	2,688	448	12	1,525	7	3	4	6		
BG⑦	0	208	0	0	1,526	6	4	4	6		
BG⑧	0	208	0	0	1,527	6	4	5	5		
BG⑨	1,400	396	416	588	1,528	5	5	5	5		
	8,200				1,529	5	5	6	4		
					1,530	4	6	6	4		

出所：提案企業

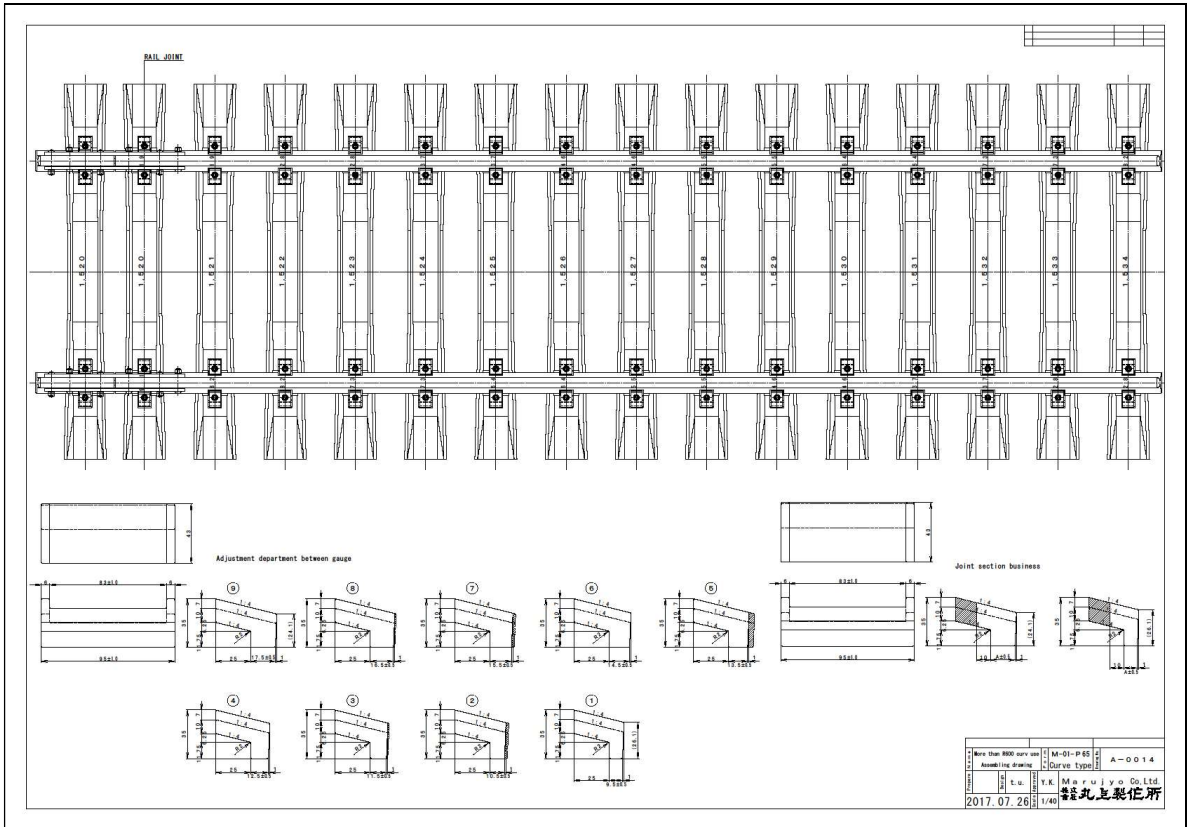


図6：枕木とゲージブロックの対応及び加工指示図

出所：提案企業

2-3. 提案企業が UBTZ の実施する敷設工事に立会い、完成後に完成検査を行った。

UBTZ 工事がモンゴル式の作業方式に沿って敷設した

2018年5月11日に、ハイルハンにおいてM-01締結装置の敷設工事を行った。臨時指令拠点として、敷設工事近くにゲルが設置され、UBTZ 幹部が工事の進捗を指揮・管理した。

敷設工事と共にその式典が行われ、UBTZ の幹部、JICA モンゴル事務所担当者、提案企業の社長、技術顧問が敷設工事にあたってのスピーチを行った。



UBTZ 軌道副社長、軌道部長
起工式典スピーチ

JICA モンゴル事務所担当者
起工式典スピーチ



提案企業社長起工式典スピーチ



提案企業技術顧問起工式典スピーチ



起工式典風景
(UBTZ、JICA、提案企業調査団)



敷設工事



敷設工事



敷設工事



敷設工事



敷設工事



敷設工事



敷設工事現場にて



敷設された M-01 締結装置



敷設工事現場にて締結式



敷設工事現場にて



敷設工事バラスト突き固め風景



追加バラスト投入風景

敷設工事の翌日(5月12日)に、UBTZの第2保線区第10エリア作業員と共に以下の確認作業を行った。

- ・トルクレンチでの締結トルクの確認を行った。
- ・ナットの緩み確認のためにボルト・ナット・平座金・板ばねに一直線の目印をつけた。
- ・板ばねの上下ばねの一部が接触していることを目視確認した。上下ばねに隙間がある箇所があり、規定のトルクで締結されていない箇所が見受けられたが、全て処理した。
- ・軌間測定をし、基準数値内に収まっており、適正に敷設が完了したことを確認した。尚、UBTZでは、カーブ区間のゲージ(軌間)が $1,530\text{mm}+8\text{mm}$ 、 -4mm が基準であり、それを超えると罰則があり、軌間は今後指定された枕木毎に定期的に測定するとのこと。
- ・完成検査(応力測定)のための治具(H鋼)の取り付けを5月14日(月)までにUBTZが行うことを確認した。



M-01 締結装置



敷設後の軌道調整作業



バラストの突き固め作業



軌間測定

完成検査(応力測定)の実施

完成検査の目的と手順は以下の通りである。

① 目的

列車通過時のレールの変位(ひずみ)による応力(縦横の変位)を測定することにより当該区間軌道の実態を調査し、M-01 締結装置がその能力を満たしていることを実証する。

② 完成検査(応力測定)対象

レールの変位(ひずみ)による輪重と横圧及び板ばねの応力とボルトの軸力

③ 手順

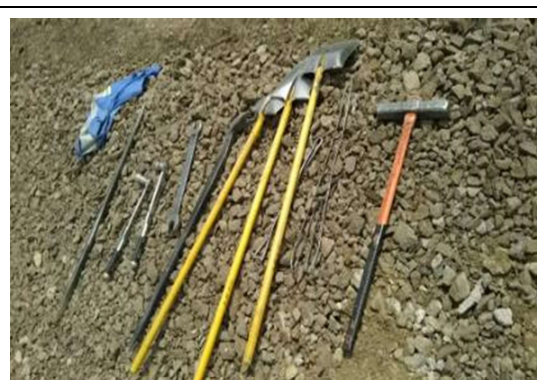
- a. 測定場所に作業道具や測定のための機材を準備する。
 - b. 測定箇所を選定。衝撃を受け難いレールの継目から離れた平均的な場所が望ましい。
 - c. レールの変位を測定するための変位計を取付ける治具(H鋼)の梁を位置決めし、軌間の外側に杭(H鋼)を打つ。
 - d. 輪重・横圧測定用のひずみゲージを貼り付けるため、レールの腹部及び底部をグラインダーで研削する。
 - e. 測定用のひずみゲージを貼り付ける。
 - f. 貼り付けたひずみゲージを養生する。(接着剤の乾燥のためビニールテープをはり、その周辺をシリコンシーラントで塞ぎ降雨に対する防水処理を行う。)
- 測定部所から計測場所まで延長ケーブルの引き伸ばし作業を行う。
- g. 延長ケーブルの接合部をビニールシートで防水処理をする。
 - h. 輪重・横圧測定治具(H鋼・取付金具・油圧ジャッキ等)を用いて載荷し、単位荷重あたりのひずみ量を測定する作業を行い、荷重・ひずみに対応した修正係数を算出する。具体的には、輪重・横圧とも最高・最低・平均値を算出し、標準偏差を算出する。平均に対し、標準偏差の3倍をプラスマイナスした数値を算出しその範囲内に収まっているかを検査する。
 - i. レールの変位測定用ひずみゲージの準備をする。
 - j. 板ばね応力と締結ボルト軸力測定の準備をする。
 - k. 輪重・横圧・レール変位・板ばね応力・締結ボルト軸力を測定する。

1. 撤去作業

敷設工事の翌日の5月12日から測定作業を開始し、完成検査後のデータ収集を行い、5月16日に完了した。



手順 a-1 : 測定用の機材の準備(発電機)



手順 a-2 : 道具の準備



手順 a-3 : 測定のための治具(H鋼)の準備



手順 b-1 : 計測場所の選定



手順 b-2 : 測定箇所の選定



手順 b-3 : 測定箇所の決定(ロシア国境より
457km65m の地点)



手順 c-1 : 測定のための治具(H鋼)の張付



手順 c-2 : 測定のための治具(H鋼)の張付



手順 d : 測定箇所のレール研削



手順 e-1 : 測定用ひずみゲージの貼付位置決

	め
 <p>手順 e-2 : 測定用ひずみゲージの貼付部の洗浄</p>	 <p>手順 e-3 : 測定用ひずみゲージへ接着剤塗布</p>
 <p>手順 e-4 : 測定用ひずみゲージの貼付</p>	 <p>手順 e-5 : 測定用ひずみゲージの動作確認</p>
 <p>手順 f-1 : 測定用ひずみゲージの養生</p>	 <p>手順 f j-2 : 測定用ひずみゲージ取付け後の状態</p>



手順 g-1 : 延長ケーブルの引伸し



手順 g-2 : ケーブル接合部の防水対策



手順 h-1 : 輪重測定用治具の取付け確認



手順 h-2 : 輪重測定用ひずみゲージ動作確認



手順 i-1 : 輪重測定用ひずみゲージ動作確認



手順 i-2 : 輪重測定用ひずみゲージ動作確認



手順 i-3 : 横圧測定用治具の取付け確認



手順 i-4 : 横圧測定用ひずみゲージ動作確認



手順 j : レールの変位測定の前準備



手順 k-1 : 板ばね応力と締結ボルト軸力測定の前準備



手順 k-2 : 板ばね応力と締結ボルト軸力測定の前準備



手順 k-3 : 輪重・横圧・レール変位・板ばね応力・締結ボルト軸力測定(貨物列車)



手順 k-4 : 輪重・横圧・レール変位・板ばね応力・締結ボルト軸力測定(貨物列車)



手順 k-5 : 輪重・横圧・レール変位・板ばね応力・締結ボルト軸力測定



手順 k-6 : 輪重・横厚保・レール変異・板ばね応力・締結ボルト軸力測定(貨物)



手順 k-7 : 輪重・横圧・レール変位・板ばね応力・締結ボルト軸力測定(客車)



手順 1-1：測定機材の撤去作業



手順 1-2：板ばね・締結ボルトの現状復帰

2-4. 提案企業が UBTZ の保線作業員に対して、M-01 締結装置の管理方法とデータ収集方法に関するセミナーを実施した。

M-01 締結装置に係る管理方法と点検データ収集方法に関するセミナーを実施した

管理方法については目視によってナットの緩み・ゲージブロックの状態・レールパッドの変形・板ばねの上下ばねの隙間等を確認し、枕木のずれも併せて目視によって確認すると共に、対象枕木の軌間を測定ゲージによって計測し、記録するように指導した。

保線作業員(組立作業員 20 人程度)に対し、締結装置の組立方法を説明した

2018 年 5 月 3 日、サルヒト組立工場において、提案企業が M-01 締結装置の組立方法を組立図面によって保線作業員に技術指導 (OJT) を行い、作業員が M-01 締結装置の組立作業の技術を習得することを確認した。

例えば、トルクレンチで $110\text{N}\cdot\text{m}$ の力でナットの締め付けを行い、板ばねにおいては上下ばねの先端 2 点のいずれかが接触するように指導した。また、組立作業を容易にするため、初期締め付け時に、ボルト緊締機を使用するよう助言した。



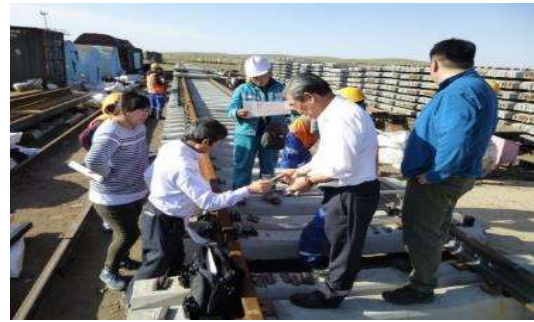
M-01 締結装置の組立方法について技術指導



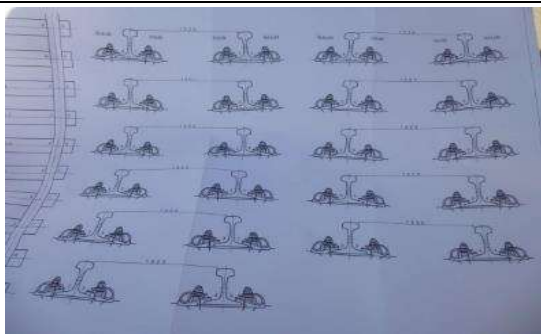
軌間(ゲージ)のチェック



軌間は指示通りの1,530mmであることを確認



軌間調整用ゲージブロックの組み合わせを確認



軌間とゲージブロックの組み合わせ指示書

2-5. 既存の木製枕木締結装置とPC製枕木用M-01締結装置交換設置時、さらに春・夏・秋・冬でのデータ収集を行い、分析する。

UBTZが点検車両や目視確認にて、設置後のデータを収集する

選定した27本の枕木につき、ゲージブロックの状態・ゲージ(軌間)の安定度・レールパッドの状況等を毎月点検してもらうためUBTZ第2保線区の敷設現場保線担当者(第10エリア長及びエリア職員)にメンテナンス実施点検表の記入表方法を指導し、毎月記入するよう依頼した。2018年6月～2019年3月までの上記データを取得し、分析するとともに、季節ごとに敷設現場を訪問し、M-01締結装置の状況確認を行った。2019年4月以降のメンテナンス実施点検表についてもデータ収集及び分析を行い、問題が生じた場合はUBTZと解決策を協議して問題解決をすることで合意した。

・第5回現地調査(2018年5月完成検査後の状況)

ナットの緩みについては、ボルト・ナット・平座金・板ばねの4点に赤色マーカーで、一直線に線を付けており、目視によって線がずれていないことを確認している。

・第6回現地調査(2018年10月)

敷設後の枕木の中で軌間が規定数値より広がった箇所があるとの指摘があったため、ゲージブロックの入替により、軌間調整をすることを指導した。軌間調整作業の指導後の軌間変

化を整理すると以下の通りである。

表 9：軌間測定データ

	軌間調整の作業条件	調整後の軌間	調整後の軌間変化
1	2018年5月敷設直後の軌間	1,532-35mm	1,541mm まで広がった箇所がある
2	2018年7月ゲージブロックの組合せを替え調整後の軌間	1,530mm	1,537mm まで広がった箇所がある
3	2018年10月⑥番 GB と⑨番 GB を入れ替え調整後の軌間	1,533mm	1,537mm まで広がった箇所がある

経過とともに軌間が広がった要因を特定することはできないが、枕木製造時のショルダー間隔のバラツキ及び構成部材(ショルダー、ゲージブロック、レールの製造上の寸法公差によるものと思われるため、予備の枕木(締結装置組立済み)28本からランダムに9本を選定し寸法測定を行った結果、すべて寸法公差内であることが確認できた。

敷設現場での枕木測定検証結果(2018年10月2日)

ハイルハン敷設工事現場の管理事務所脇に保管されている予備の M-01 締結装置用 PC 製枕木の寸法検査をした。

予備枕木 28本のうち、9本について、ショルダーの内側寸法(下図の A, C)とショルダーとショルダーの間隔寸法(下図の B の距離)を測定した。各測定値について以下に整理した。

図 7：枕木の寸法測定箇所

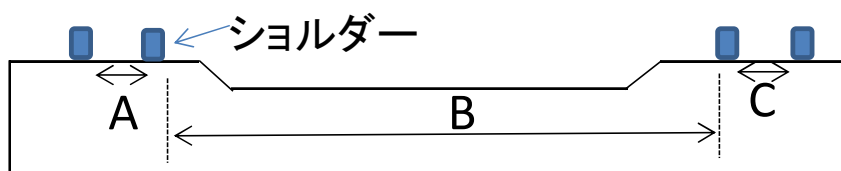


表 10: 在庫枕木 28本の内の9本の抜取り寸法測定値(単位:mm)

	A	B	C
1	179.3	1,433.0	179.6
2	179.0	1,434.0	179.2
3	178.9	1,435.0	179.3
4	178.9	1,433.5	178.9
5	178.9	1,435.0	179.1
6	179.0	1,435.0	179.1
7	179.1	1,433.5	178.9
8	178.4	1,434.5	178.9
9	178.9	1,435.0	179.1
平均	178.9	1,434.3	179.1
最大値	179.3	1,435.0	179.6
最小値	178.4	1,433.0	178.9
最大-最小	0.9	2.0	0.7

予備枕木の寸法検査の結果、設計仕様書通りの公差内に収まっており、問題はなかった。今後、枕木製造時の公差を含め構成部材の公差内バラツキを小さくする指導をしていくことで、隙間を抑え軌間の安定に結び付けたい。

・第7回現地調査(2019年3月)

第2保線区エンジニアから「ハイルハン敷設現場の点検表」を受領した。2019年3月受領の点検表では、調査対象枕木27本の軌間の平均値は1,533.5mmであり、「この数月間、大変安定している。素晴らしい」とのコメントを得た。

また、同時にレールパッド変形・ナットの緩みなどの問題がないことを確認した結果レポートを受領した(活動写真記録参照)。

現在、M-01 敷設工事前後でメンテナンスの労働力がどのように変化したか記録している。

表 11 : ハイルハン敷設現場の M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表より「軌間(mm)」を抜粋

点検日	2018年						2019年			
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
軌間(mm)	1,533.0	1,533.7	1,533.5	1,531.2	1,531.2	1,531.6	1,532.9	1,533.0	1,533.0	1,533.5

出所：UBTZ 第2保線区

【メンテナンス実施点検表(2018年6月～2019年3月)】



点検表



検査対象枕木 27 本分の詳細記録データ

M-01 зам төмрийн бэхлэгээний тогтмол үзлэгийн мэдээлэл /сар бүр/

ЗАМЫН 2-Р АНГИ 19.03.15

Гарчиг	M-01 -ийн жилийн мэдээлэл									
	Сар бүрийн үзлэгийн огноо									
	18.06.11	18.07.10	18.08.07	18.09.28	18.10.25	18.11.12	18.12.12	19.01.12	19.02.12	19.03.15
Хэмжилт хийсэн цэгийн огноо										
Царилуйн өргөн AV-27 бетон дэр 1530 /+6 -4мм/	1533	1533,7	1533,5	1531,2	1531,2	1531,6	1532,9	1533	1533	1533,5
Зам төмрийн гэмтэл	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Чангалагчаар шалгах	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Боолтын сулрал	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Даруулгын зай завсар	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Дэр бетоны эвдрэл	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Засвар үйлчилгээ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Мэдээ гаргасан: Замын 2-р ангийн инженер Ц.Шинэгэрэл

検査対象枕木 27 本分の軌間の平均数値。直近は軌間が 1,533mm で安定している。

● 第 8 回現地調査(2019 年 9 月)

第 2 保線区エンジニアから「M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表」を受領した。
直近 2019 年 9 月 9 日の点検では、調査対象枕木 27 本の平均軌間が 1,535.3mm まで広がってきている。規格の合格範囲は「1,530mm を基準として+6mm、-4mm」であるので 1,536mm 以下の数値は規格を満たしており合格圏内ではあるものの、今後監視が必要な状態である。

● 点検期間：2019 年 4 月～2019 年 9 月計測分

ハイルハン敷設現場の M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表より「軌間(mm)」を抜粋
表 12：春季～夏季の軌間測定平均データ

点検日	2019 年 4 月	2019 年 5 月	2019 年 6 月	2019 年 7 月	2019 年 8 月	2019 年 9 月
軌間(mm)	1,533.6	1,534.7	1,534.7	1,535.0	1,535.3	1,535.3

出所：UBTZ 第 2 保線区



M-01 締結装置メンテナンス実施点検表を受領

M-01 зам төмрийн бэхлэгээний тогтмол үзлэгийн мэдээлэл (сар бүр)						
Төрөл	19.09.12					
	M-01 -ийн жилийн мэдээлэл					
Сар бүрийн үзлэгийн огноо						
Хэмжилт хийсэн цагийн огноо	19.04.10	19.05.08	19.06.10	19.07.08	19.08.08	19.09.09
Цэргийн өргөн AV-27 бетон дэр 1530 т/б-4мм/	1533,6	1534,7	1534,7	1535	1535,3	1535,3
Зам төмрийн гэмтэл	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Чангалалчаар шалгах	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Боотмол сурвал	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Даруулгын зай завсар	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Дар бетоны эвдрэл	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй	үгүй
Засвар үйлчилгээ	0	0	0	0	0	0

Мөндөө гаргасан: Замын 2-р ангийн инженер Ц Шинэгарал

• 第 10 回現地調査(2022 年 6 月)

第 2 保線区エンジニアから「M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表」を受領した。対象期間は 2019 年 12 月～2022 年 4 月で、軌間も平均 1,534mm～1,535mm で安定しており、問題ないことを確認した。

コロナ禍の事業中断期間の軌間データ

コロナ禍の事業中断期間の軌間平均データ

• 第 11 回現地調査(2022 年 10 月)

第 2 保線区エンジニアから「M-01 締結装置用メンテナンス実施点検表」を受領した。対象期間は 2020 年 6 月～2022 年 9 月である。2022 年 9 月の軌間は 1,536mm で安定しており、問題ないことを確認した。

軌間平均データ(2022 年 6 月～9 月)

M-01 締結装置改良品の試験導入による更なる高みを目指す

M-01 締結装置に使用されているレールパッドは、鉄道総合技術研究所の過酷な試験で、変形はしたが、破断することは無く、通常、日本国内では 20～30 年使用できるレベルであるが、当初の仕様である設計基準と実車測定の軸重数値に乖離があるため、モンゴルの重軌道及び過酷な気象条件を考えると、変形量・歪量等を考慮し、現在日本で使用されている材質で形状・ばね定数などを改良設計し、試験敷設区間の一部(枕木 50 本分)に自社負担にて追加導入した(2019 年 3 月)し、良好な結果が得られた。

UBTZ のメンテナンス規定(参考)

- ・モンゴルの規定では、PC 製枕木の場合、枕木の中に埋め込まれている PC ワイヤーが露出していなければ交換しない。
- ・レールは 5 か月で 1mm 程度擦り減る。
- ・軌間は運用基準内の 1,535mm 以内まではメンテナンスすることはない。1,536mm 以上に広がった場合はメンテナンスを行う。

第 6 回現地調査：敷設現場での状況調査(2018 年 10 月 2 日)



敷設現場管理事務所脇の M-01 締結装置用
予備枕木 28 本



ショルダーの内寸法を測定



枕木のショルダーの間隔を測定



ゲージブロックの組合せについて協議



軌間測定器にて軌間測定中



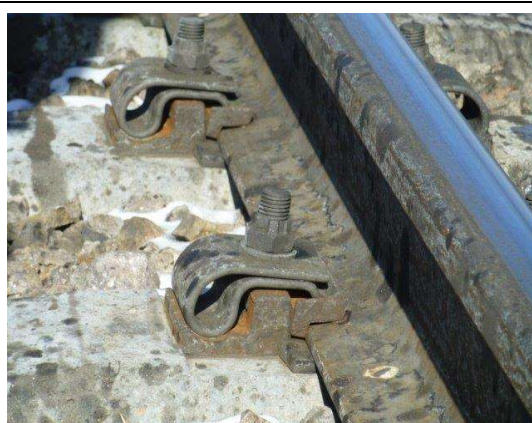
軌間は 1,535mm あることを示す

第 7 回現地調査：敷設現場での状況調査(2019 年 3 月 20 日)

・敷設現場管理事務所にて、トルクレンチ等、供与予定の機材の保管状況を JICA 中部が確認し、保管状況に問題はなかった。



軌間の測定工具を持つ職員(左)



M-01 締結装置



細かな点検作業が続く



白マーカーは要点検箇所を示している



ナットが緩んでいないことを確認



JICAによる機材保管状況確認

第8回現地調査：敷設現場での状況調査(2019年9月10日)

ハイルハン機材敷設現場において、現状点検を行った。軌間が広がっている箇所についてその要因について討議した。一因として、現場が「勾配のあるS字カーブの急カーブ単線軌道」であることが大きく関係していることが確認された。重量貨物列車が通過する時は、上り勾配はスピードが落ちるため、カーブ内側レールに荷重が掛かり、内側レールが外軌側に広がる。一方、下り勾配ではスピードが出ることにより、横応力が働き、外側レールに荷重が掛かり、外側レールが広がる傾向にある。単線であるため上り勾配と下り勾配でそれぞれ外軌側に荷重が掛かり、軌間が広がる現象が起きていると分析した。UBTZ 第2保線区第10エリア長に引き続き定期点検と軌間調整のメンテナンスを依頼した。ボルトも緩みがないことを目視で確認した。「M-01 締結装置のおかげで、メンテナンス作業は80%ほど減り、作業が大変楽になった」とのコメントがあった。M-01 締結装置に隣接する中国製の締結装置は、毎月4回～5回も調整のメンテナンスが必要である。



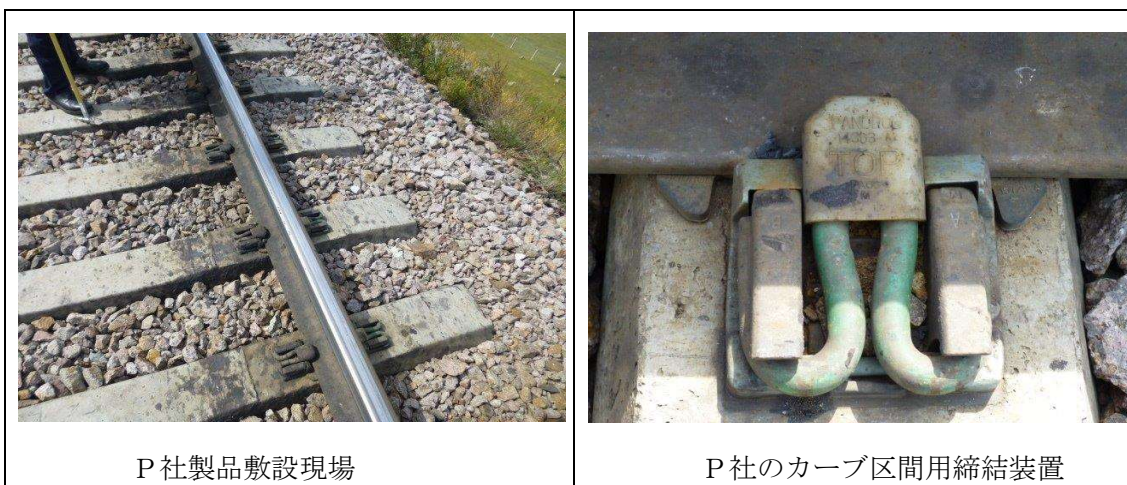
ハイルハン M-01 締結装置敷設現場点検



ナットは緩んでいないことを確認

第 8 回現地調査：P 社敷設現場での状況調査(2019 年 9 月 10 日)

P 社製品が UBTZ 南北線 454.3km ポストに敷設されているとの情報を得たので敷設現場の視察を行った。R297 の急カーブ区間で、全長 25m、枕木 50 本分が敷設されている。担当者によると 2012 年に敷設され、軌間の調整はこれまで 2 回した程度である。枕木 50 本分、25m の短距離なので軌間は安定している。



第 10 回現地調査(2022 年 6 月)

2022 年 6 月、ハイルハン M-01 締結装置敷設現場を視察した。ヒアリングにより「M-01 締結装置の敷設現場は軌間も正常であり、2018 年以降 4 年間問題なく機能しており、現場の軌間は、1,538mm～1,542mm だが、列車の走行によりレールが自然摩耗(6mm 摩耗)して広がったもので、現状問題ない。M-01 締結装置が正しく機能している」とのコメントをもらい問題なく機能していることを確認した。また現場保線担当のエリア長から「急カーブの軌道を M-01 締結装置で軌道強化しないと、とても危険だと考えている。人命にもかかわることなので、JICA や日本政府の支援も是非お願いしたい。」との要請があった。視察時に M-01 締結装置の上ばねと下ばねに隙間がある箇所があったため、上ばねと下ばねが付くまで締付けるように再度指導した。





M-01 締結装置の締結状態



M-01 締結装置の軌間調整用
ゲージブロックの説明



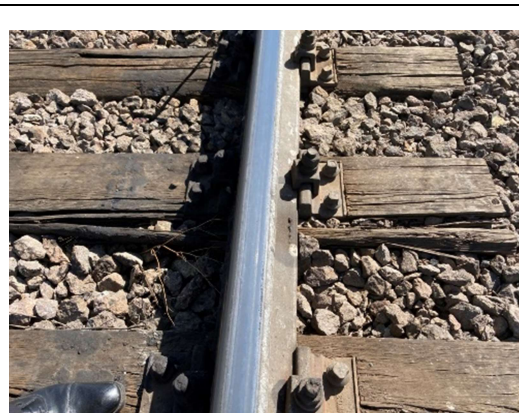
軌間外側の締結状態



軌間内側の締結状態



隣接する軌道の木製枕木区間



隣接する軌道の木製枕木区間



木製枕木用の締結装置の締結状態



鋳鋼製の他社締結装置(ねじが浮き危険)

第11回現地調査(2022年10月)

ハイルハンのM-01締結装置敷設現場を視察した。第2保線区区長、第10エリア長、第10エリア工事現場作業員に点検状況などをヒアリングした。「M-01締結装置の敷設軌道のメンテナンス作業は80%削減した(実質は定期点検のみ)。2018年5月に敷設して以来4年半が経過したが、軌間は安定しており、モンゴルの急カーブ区間では軌道が広がってしまうという課題も提案企業が解決してくれて大変感謝している。」とのコメントをもらい経年評価も含め問題ないことを再確認した。

UBTZより「ハイルハン以外の急カーブの軌道をM-01締結装置で軌道強化しないと、とても危険だと考えている。人命にもかかわることなので、JICAや日本政府の支援も是非お願いしたい」と改めて依頼があった。



ハイルハン M-01 敷設現場視察



敷設後4年半経過しても問題は生じていない

締結装置の実証内容に関する MRTD 及び UBTZ からのコメント

・第7回現地調査(2019年3月21日)において、UBTZ 軌道副社長より「現在、ハイルハンの軌道は、レールの上を通過する貨物、客車の荷重が年間 1,500 万 t だったものが 2,500 万 t に増えてきている。そのため、M-01 締結装置敷設現場は、通過する列車の数も多いし、急カーブ区間であり、大変厳しい環境下での性能テストを受けている状態にある。現在のところ、特に問題がないため、M-01 締結装置の品質には自信を持ってほしい」との評価を得た。

・MRTD 副大臣から「現在、UBTZ には、M-01 締結装置の日本を含む 5 カ国の会社(ロシア、中国、イギリス、ドイツ)が関与している。世界のトップレベルの技術を持つ提案企業の M-01 締結装置がモンゴルの本線に敷設できたことは大変喜ばしいことである」、「ハイルハンでの M-01 締結装置のテスト結果に満足している。モンゴルの気象条件は大変厳しく、寒暖差が大きい。夏場は気温 40 度、レールの上は 50 度、冬場は氷点下 40 度にもなる環境である。M-01 締結装置はモンゴルの厳しい気象条件をクリアした。夏の暑さでレールが延びる季節と、極寒の冬でレールが縮む季節を耐えた。」との評価を得ている。「完成検査(応力測定)報告書で軸重 26 t ~ 30 t の重さがかかっている可能性があるという指摘はとても重要なデータ情報である。調査していただき、とても感謝している」とのコメントもあった。



軌道副社長との面談



M-01 締結装置の見積書提出

③ 成果 3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画が策定される。

3-1. PC 製枕木用 M-01 締結装置に関する結果報告セミナーを開催した。

敷設完成検査結果(応力測定)報告書によるセミナー開催(2019年3月)

敷設完成検査結果セミナーを追加で実施した。測定データに基づいたセミナーが開催できた事は、UBTZ にとって今後のメンテナンス方法・新たな軌道設計に有意義であった。

UBTZ 軌道部が MRTD、UBTZ の幹部を集める

第 6 回現地調査(2018 年 10 月)において、完成検査(応力測定)報告書を UBTZ 幹部に報告した。「モンゴルに於ける軌道設計標準が、軸重 23 t とされているが、完成検査(応力測定)の実測データから推測すると今後は、軌道設計標準を 26 t ~ 30 t にすることを推奨」した。「応力測定や、車輛通過に伴うデータは大変貴重なものであり、モンゴルの鉄道技術発展に役立つものである」、「是非とも、他の鉄道技術者も集めて完成検査の結果報告セミナーを開催して欲しい」、「鉄道総合技術研究所が実施した耐久試験結果レポートもぜひ情報共有して欲しい」、「セミナー開催日は、新年度の敷設工事が始まる前の 2019 年 3 月までに実施して欲しい。敷設工事からあまり時間が経過の無いなるべく早い時期に開催してほしい」との要望があり、完成検査(応力測定)報告書の測定データの解説及び分析結果のセミナーの実施を依頼され、2019 年 3 月にセミナーを開催した。

表 13：完成検査(応力測定)報告書セミナー概要

実施日	2019 年 3 月 20 日(水) 10 : 00-12 : 40
セミナー会場	UBTZ 第 2 保線区 研修セミナールーム
セミナー出席者 (モンゴル側)	MRTD : 軌道専門官、UBTZ : 軌道メンテナンス局長、軌道部長、 第 2 保線区副長、第 10 エリア長、エンジニアを含む 12 名
JICA 出席者	モンゴル事務所 : 1 名、JICA 中部 : 2 名
当方出席者	丸上製作所 2 名、日本軌道工業、セントラルテクノ、大和総研、通訳、 各 1 名、環設計室 1 名
構成 (2 部構成)	・ 第 1 部-敷設工事完成検査(応力測定)報告書解説+質疑応答 : 130 分 ・ 第 2 部-丸上製作所の会社案内及び M-01 締結装置製品の PR : 30 分)

セミナー内容

2018 年 5 月に実施した完成検査(応力測定)の報告書について、2 部構成によるセミナーを行った。

第 1 部 敷設工事完成検査(応力測定)報告書解説

・ 提案企業よりハイルハン機材設置現場における敷設工事完成検査(応力測定)の結果報告並びに鉄道総合技術研究所の耐久試験結果に関するセミナーを行った。

セミナーでは、2 時間以上にわたって、プレゼンテーション及び質疑応答が行われた。質疑応答では、参加者の熱心なディスカッションが続いた。

以下の主なポイントについて、グラフや映像を活用して解説した。

表 14：完成検査(応力測定) 報告書セミナー内容

①敷設工事完成検査(応力測定)実施の前提条件
②M-01 締結装置の応力測定結果
③レールへの垂直荷重の輪重
④軸重等の荷重データ分析
⑤(レールへの横方向荷重の)カーブ区間における横圧データ分析
⑥データのバラツキ、正規分布の考え方
⑦荷重最大値の際の考え方
⑧M-01 締結装置の耐性能力(M-01 締結装置であれば、運行は問題ない点)

事前に UBTZ からヒアリングした内容では軸重は最大 23 t ということであったが、実際は 26 t ~ 30 t の重さがかかっていることが完成検査(応力測定)の結果判明した。今後の軌道設計に参考にして欲しいとの提案を行った。

セミナー参加者からの反応/コメント

- ・モンゴルと日本では運行データの分析手法や考え方が異なるので、参加者にとってはとても参考になる。モンゴルにはない日本の鉄道技術の知識をセミナーで習得できた。
- ・UBTZ の参加者は、牽引する機関車が 1 番重い車輛と想定していたが、機関車よりも重い貨車が存在した点が新たな発見であり、興味深い。
- ・工事完成検査(応力測定)の生データが欲しいとの要望があり、UBTZ へデータを提供した。

セミナー実施後の所感

- ・これまでモンゴルでは、どのメーカーも含め、過去に実車による軌道の応力測定を実施した例がなく、日本の軌道設計の解釈や分析手法について実測データを基に学習する機会を提供する事ができ、改めて日本の鉄道技術の高さや M-01 締結装置の性能と信頼性をアピールできた。
- ・参加者からの質問内容は、かなり専門的な質問ばかりであったため、参加者自身が報告書の内容をよく読み込んでおり、またグラフについても自分なりの解釈や仮説を持ってセミナーに参加していることがわかった。日本の鉄道技術の高さや分析手法のレベルの高さ、M-01 締結装置の性能の信頼性をアピールできたセミナーであったと考えている。
- ・モンゴルでは、軌道の応力について普段「軸重(両方の車輪にかかる重さ、すなわち軸にかかる重さ)」で議論している。敷設工事完成検査(応力測定)報告書セミナー資料に出てくる「輪重(片側の車輪にかかる重さ)」という概念がモンゴルにはないので、補足説明の資料を活用して説明した。「カーブ区間では、軸重ではなく輪重で分析することが重要である」ことを解説し、理解を得た。

第2部 提案企業の会社案内及びM-01 締結装置 PR(30分)

提案企業より会社概要、製品紹介及びM-01 締結装置のPRを行った。

提案企業の製造製品は、東海道新幹線や多くのローカル線、私鉄など様々な分野で採用されており、信頼と実績がある。

表 15：提案企業の会社案内及びM-01 締結装置のPRの主な内容

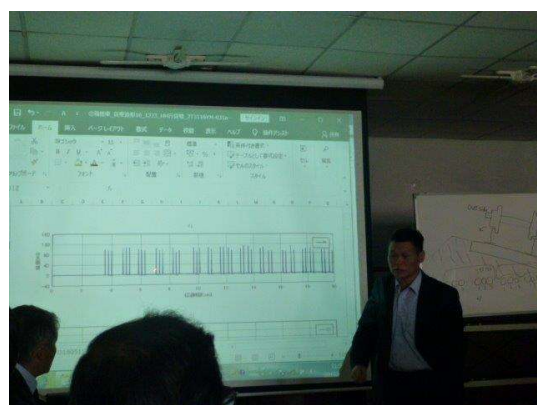
①ゲージブロックの存在によりカーブにおける軌間(ゲージ)の調整が容易にできる
②軌間調整は1番～12番までのゲージブロックを使用し、きめ細やかな調整ができる。ゲージブロックは、使用頻度の高い1番、4番、6番、9番、12番が用意されており、それ以外のゲージブロックは切削加工して使用する
③レールパッドの下に調整用の鉄板(スペーサー)を入れることにより、レールのレベル調整が容易にできる
④スペースロックナットを使用することにより、列車走行の振動があってもナットが緩まず初期のレール押え力が維持できる。
⑤M-01 締結装置は、板ばねの上ばねと下ばねが接触するまでナットを締める事により、規定の締結力を得られるが、万一緩んだ場合は、板ばねの上下ばねの隙間を目視によって確認することにより、緩み具合が容易にわかる
⑥レールを交換する場合、機材がリユースできる
⑦ショルダーが左右一体となっていることにより、横圧がかかっても、ねじれ力に対して強い
⑦万一ボルトが折れても、ボルトだけを交換すればよく、メンテナンス費用が安い。A社締結装置の場合は、折損したボルトが枕木に残ってしまうため、残ったボルトを抜き取るか枕木の交換が必要である
⑧M-01 締結装置は、直線用の締結装置も製造可能である。ゲージブロックが不要であり、ショルダーも小さくて済むため、コストはカーブ区間用より約15%程度安くできる
⑨カーブ区間用締結装置に加え、直線用や鉄橋用締結装置も提供できる
⑩提案企業は1日8時間稼働で板ばねを6,300個製造する能力を持っている

プレゼンテーション実施後の所感

- ・提案企業の会社概要と製造製品を紹介し、参加者に内容を理解していただいた。
- ・M-01 締結装置の特徴と優位性をアピールすると共に、カーブ区間用以外に直線用・橋梁用締結装置も用意してあることをPRできた。



工事完成検査報告書セミナー



UBTZ 軌道部長による質疑



M-01 締結装置の PR



提案企業の製品 PR



モンゴル側 12 名セミナー参加者



UBTZ 第 2 保線区副区長よりデータの補足説明

M-01 締結装置用 PC 製枕木製造上の注意点及びメンテナンスセミナーの開催(2022年10月)

2022年10月 M-01 締結装置を長期間にわたり正しく使用してもらうため、UBTZ 幹部、トップエンジニア、工場長向けに「M-01 締結装置用 PC 製枕木の製造上の注意点」及び「M-01 締結装置のメンテナンス」に関するセミナーを 2 部構成で開催した。概要は以下の通りである。

表 16：M-01 締結装置用 PC 製枕木の製造上の注意点及びメンテナンスセミナーの概要

実施日	2022 年 10 月 5 日(水) 10：00-12：40
セミナー会場	UBTZ 本社会議室
セミナー出席者 (モンゴル側)	1. 軌道局長(UBTZ エンジニア) 2. 第 2 保線区長 3. 第 2 保線区のエンジニア 4. 第 2 保線区第 10 エリア長 5. 敷設工事工場・副工場長 6. UBTZ コンクリート枕木工場エンジニア
JICA 出席者	JICA 中部リモート参加、JICA モンゴル事務所 1 名
当方出席者	・丸上製作所・4 名 ・外部人材：セントレアテクノ・日本軌道工業・環設計室各 1 名 (大和総研リモート参加 1 名) ・通訳 2 名
構成(2 部構成)	・第 1 部： M-01 締結装置用 PC 製枕木の製造上の注意点(質疑応答 含む 40 分) ・第 2 部： M-01 締結装置のメンテナンス(同 120 分)

セミナー内容

冒頭、提案企業社長より「M-01 締結装置を実証サイトに 2018 年に設置後、問題なく稼働していることが報告できて嬉しい。また UBTZ の方々の日々の作業協力やメンテナンスにも感謝する」との謝意を伝えた。

第 1 部 M-01 締結装置用 PC 製枕木の製造上の注意点

・提案企業より M-01 締結装置の PC 製枕木製造上の注意点について、図表、画像入りのマニュアル資料を使用して、PC 製枕木製造に関するノウハウ、注意点をわかりやすく解説した。基本的な考え方として、既存の UBTZ 枕木製造工場で行っている手法を尊重するよう工夫されおり、モンゴル側出席者からも賛同が得られたと考えている。
提案企業から、以下の主なポイントについて解説した。

表 17：提案企業による M-01 締結装置の PC 製枕木製造上の注意点セミナー内容

①	M-01 締結措置用プレテンション枕木製造要領概要
②	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造サイクル 1. 清掃～型枠表面のコンクリートの除去作業
③	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造サイクル 2. 準備～ハクリ剤塗布、ショルダー装着、PC ストランド配置、部品取り付け重
④	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造サイクル 3. 打設～コンクリート投入、コンクリート締固め、コンクリート量確認
⑤	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造サイクル 4. 養生
⑥	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造サイクル 5. 脱型
⑦	M-01 締結装置用 PC 製枕木製造の提案 ～最終仕上げの品質向上に向けた工夫点、枕木の保管手法

・日本の JR 及び鉄道会社は PC 枕木の仕上がりの外観(見た目)を気にするが、品質・強度に問題なければモンゴルの PC 枕木で問題ないと考えている。また、UBTZ の PC 製枕木製造工場では、型枠に投入するセメントが少し硬いと思われる。日本の場合、投入するセメントはもう少し柔らかい。セメントの硬さが PC 製枕木の表面の粗さになっているのではないかと思う。PC 製枕木の外観(見た目)を気にしなければ、品質・強度に問題なければモンゴルの方法で問題ないと考えている。

セミナー参加者からの反応/コメント

・セミナー内容に関して熱心なディスカッションが行われた。提案企業から「UBTZ の PC 製枕木製造工場型枠に投入するセメントが少し硬いのではないか」という指摘に対し、枕木の型枠にコンクリートを流し込んでから脱型までの時間が短く、仕切り板・ショルダーを固定する金具を取り除いてからの脱型を行うため、早く固める必要があるため、セメントは今の硬さになっている。とのコメントがあった。

第 2 部 M-01 締結装置のメンテナンスについて

提案企業より M-01 締結装置のメンテナンスについて、図表や UBTZ の軌道実測データを活用しながら、メンテナンス方法を伝えると同時に、スペックの優位性についてもアピールした。

表 18：提案企業による M-01 締結装置のメンテナンスセミナー内容

①M-01 締結装置の開発目的とこれまでの経緯
②M-01 締結装置の特長(優位性) (a) 日本の新幹線の板ばねとして採用されている実績・信頼性 (b) UBTZ 専用のカーブ用レール締結装置として設計・開発(最大軸重 26 t で設計) (c) カーブのスラックに対応し軌間が調整可能(12 種類のゲージブロックで、細かな調整が対応可能) (d) 締め付けは弛緩防止のスペースロックナット採用 (e) 日本の鉄道総合技術研究所の第三者機関による性能確認済み (f) JICA 普及・実証事業による 1,000m の営業路線区間カーブ区間での敷設実績
③M-01 締結装置敷設現場(R300 の急カーブ)における列車実走時の軌道状況実態解明調査の実施
④M-01 締結装置敷設区間の実走調査(応力推定値)に基づく安全性・耐久性の照査
⑤M-01 締結装置のオプション紹介 (a) モンゴルにおける寒冷地特有の凍結時による凍上にもレールの高さ調整が可能 (b) ゲージブロックを樹脂化することにより、電化に対応したレール絶縁が可能
⑥M-01 締結装置のメンテナンス上の注意点(初期検査及び敷設後の定期点検)

セミナー参加者からの反応/コメント

・UBTZ より、現行の締結装置は最大軸重 23 t で設計されているが、M-01 はなぜ最大軸重 26 t で設計したのかとの質問があり、提案企業より 2007 年に UBTZ のエンジニアと協議し、UBTZ 営業路線は鉄鉱石などの重量物の輸送をしているので安全性を高めるためにも最大軸重 26 t で設計することが望ましいとの結論に至ったため、M-01 締結装置は最大軸重 26 t にした。提案企業 のセミナーでの説明にもあったように、実走で軸重の最大 30 t の荷重がかかっても問題ないことが証明されている。 営業路線は今後、ますます積載重量が大きくなる可能性もあり、輸送量が増えた場合でも M-01 締結装置は安全性の高い締結装置であると考えている。

・2018 年 5 月、ハイルハンに急カーブ専用の M-01 締結装置を敷設して以来、大きなトラブルもなく、提案企業に感謝している。既存のカーブ線において軌間が広がってしまうというモンゴルの課題を提案企業は解決してくれた。とても感謝している。とのコメントがあった



UBTZ 幹部向けセミナー開催



セミナーでは熱心な討議が行われた

2-5. の分析結果に基づく結果報告

・第7回現地調査において、敷設後の夏・秋・冬のメンテナンス実施データを入手。

MRTD・UBTZ から M-01 締結装置の高い評価を得たことから、メンテナンス実施データを基に今後のリハビリ計画には M-01 締結装置の採用を提言する。

3-2. モンゴルにおける今後の鉄道建設・更新計画を調査する。

UBTZ のリハビリ計画、整備計画の状況を調査

第8回現地調査時(2019年9月)にUBTZのリハビリ計画を調査したが、明確な(文書での)情報は提示されなかった。

ヒアリングでの情報は、2018年度は50km・2019年度は40kmのPC製枕木化を行った。2020年度は80kmの予定であるが、急カーブが含まれているか否かは未定であるとのこと。今後、同程度のPC製枕木化を進めていくとの事である。急カーブについては、何も行っていないとの事であった。

リハビリ計画にM-01締結装置を含める提言

UBTZ 軌道局長より、「本事業終了後の M-01 締結装置の採用について提言したところ、M-01 締結装置は急カーブに特化した締結装置であり、急カーブ区間には M-01 締結装置を使用するように、上層部に推薦したい。急カーブ区間については、M-01 締結装置の採用を認めるであろうとのコメントを得た。

モンゴルにおける新線の情報収集

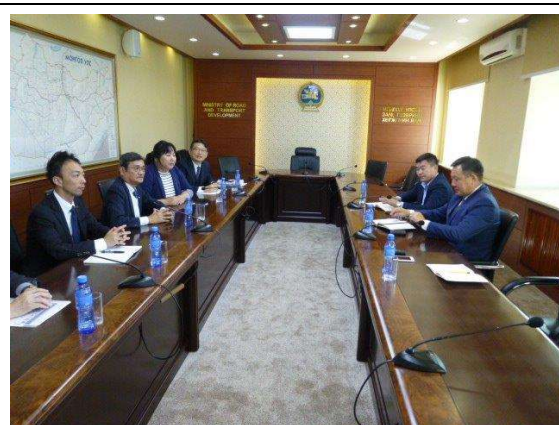
第6回現地調査(2018年10月4日)及び、第7回現地調査(2019年3月21日)・第8回現地調査(2019年9月9日)でMRTDの副大臣を訪問し、営業展開に向けたマーケティング活動を行った。

今後、モンゴルでは、鉄道新線の計画があり、モンゴル鉄道にとっては歴史的な年になる。M-01 締結装置の実績をアピールして入札に参加することを勧められた。また鉄道新線

の計画についての情報を入手した。P社及びV社より価格が高く、構成部材の点数の多さから、M-01 締結装置の評価が低いという説明に対し、今回提案している M-01 締結装置は急カーブ用であり、評価するスペックの違いを説明した。今後、直線用 M-01 締結装置の見積り書を提出し、再評価してもらうよう依頼した。評価担当者からは、早く見積書を提示するよう求められ提出した。

UBTZ は、新線の工事を担当している。MRTD の専門家の意見によると、急カーブでは M-01 締結装置が良いと評価しているが、書類が出てこないことには前進できない。新しい見積りとスペックを提出すれば、2020 年の新線工事に参入することも可能であることを確認した。

第 8 回現地調査では、UBTZ 及びモンゴル鉄道新線計画の情報収集ができた。また、関係各者から営業展開に関する助言ももらった。



MRTD 副大臣より営業展開の助言を受ける



MRTD 政策計画局長より助言を受ける



UBTZ 軌道副社長より営業の助言を受ける



UBTZ 敷設工事工場長より営業の助言を受ける



軌道局長より営業の助言を受ける

軌道部長より営業の助言を受ける

モンゴルにおける新線の情報

- ・モンゴルでは鉄道新線の計画がいくつかある。

a. 南ゴビ線：中国国境までの軌道 230km(本線以外も含めると 250km)

石炭を運ぶ路線。石炭を貨車に積載するための駅を作り、中国国境までには5つの駅を作る計画がある。軌道のほか、信号等の電気系統設備の敷設、その他エネルギー系の敷設をしなければならない。鉄道従業員用の34か所の建物の建設、等々を2年間(2019年-2021年)で行う。軌道の盛土に関する業務は全行程の45%に相当し、すでに作業は終了している。残りの55%の仕事は2年間で行う必要がある。南ゴビ線の軌間は1,435mmを予定している。(M-01 締結装置用は軌間が1,520mmの枕木であるが、軌間が1,435mm用であれば、新たな枕木用の型枠が必要である)。

b. タワントルゴイ～ズーンバヤン線 416km の軌道。

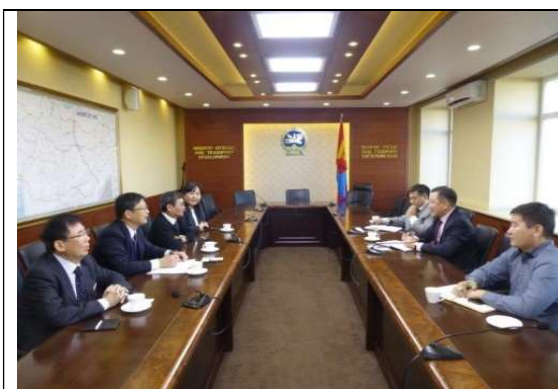
この新線は年間6,000万tから10,000万tの中国製機関車と貨物列車が通過する予定。国営のタワントルゴイカンパニーという会社がとりまとめを実施する。

416kmの内50kmについて、2019年10月より工事が始まるとのことであった。

c. ナライハ石炭エリアの新線計画

1936年から軌道があった場所：UBTZの中で一番古い軌道である。その昔、最初は石炭を馬車で運んでいたが、火力発電所がつけられてからは、トラックで運ぶようになり、そのうちに石炭が大量に必要となり、鉄道を作ったという歴史がある。モンゴル初の軌道なので修復工事して活用すべきとの意見が多くなった。ウランバートル市役所は客車を走らせたいと言っている。軌道を修復するために市役所が資金を出すなら、やってもよいと考えている。

- ・今後、技術的なディスカッションについては、MRTD 副大臣の傘下の鉄道専門官と直接打ち合わせをしても問題ない、との承諾を得ている。



MRTD 副大臣とのミーティング



右：MRTD 副大臣



右：MRTD 鉄道専門官



副大臣へ M-01 直線用締結装置見積書提出

新型コロナウイルス影響後の営業展開に向けたマーケティング活動

新型コロナウイルスの世界的な蔓延の影響で、2020年2月より現地調査が中断していたが2022年6月、第10回現地調査を再開することができた。改めて、コロナ禍でのビジネス環境を調査するためにUBTZ 軌道局長に面談し、営業展開に向けたマーケティング活動を行った。コロナ禍で現地調査が中断した期間もM-01 締結装置は試験敷設後、不具合やトラブルはなく、問題ない。しかし、資金面で課題が生じている。2021年はリハビリを80km行ったが、2022年は資金不足の問題でリハビリ工事計画はない。UBTZ 本線にM-01 締結装置を導入したいが資金がない。理由はコロナ禍に加えて、ウクライナとロシアの問題が生じてから貨物輸送量が減り売上が落ち込んでいる。中国でコロナ感染者数が増えると、中国が国境を閉ざし、モンゴルもロシアも国際鉄道の物流がストップしてしまう。

提案企業からは、M-01 締結装置のコストダウンに向けた解決策としてUBTZ でM-01 締結装置用のゲージブロックやショルダーを国内製造または直接調達することで価格を下げることができる。との提案を行った。

提案企業としても、国内生産実現に向けてゲージブロックの金型は提供できるし、技術支援もできる。ショルダーについては、図面を提供することにより、現在A社の締結装置用のショルダーを購入している所から、直接購入することにより価格を下げることができる。

なお、現在のモンゴルでは製造することができない部品(板ばね、ボルト、ナット、レー

ルパッド)は、日本から輸出する。

モンゴルでできることはモンゴルで行えば、M-01 締結装置のコストダウンが可能となるため、モンゴルでもこのスキームを検討してほしいと提案した。

また、UBTZ 内の資金不足という事情は理解できたので、それであれば、急カーブ区間の全ての枕木を入れ替えなくても、危険で交換が必要な木製枕木だけを M-01 締結装置付 PC 製枕木と交換し、軌道強化する方法もある。

ハイルハン以外の急カーブ区間を視察

第 10 回現地調査(2022 年 6 月)において、敷設現場以外の急カーブ区間で、軌道強化(PC 化)が必要な軌道を案内してもらった。UBTZ 第 2 保線区内の 35-36 エリアにあり、地名はホンホルと言う所である。軌道のねじ釘が浮いており、タイプレートと木製枕木が締結されていない状態であった。木製枕木にレールが固定されておらず事故が起きても不思議ではない危険な状態である。リハビリの緊急性が高い個所を具体的に示し、M-01 締結装置導入のマーケティング活動を行っていききたい、と考えている。

視察先：UBTZ 第 2 保線区内 ホンホル(35-36 エリア)急カーブ現場(オメガカーブ)



木製枕木直線区間の視察



木製枕木急カーブ区間の視察(35 エリア)



急カーブ区間締結装置の浮き上がり



急カーブ区間木製枕木の破損状態(35 エリア)



3-3. PC 製枕木用 M-01 締結装置普及のための事業展開計画を策定する。

UBTZ のメンテナンスに係る木製枕木の価格、PC 枕木の価格を比較

木製枕木による締結装置の 1 組(枕木 1 本分)価格は、調査を実施したが、モンゴル国内で枕木用の木材が入手困難であるため、価格の特定ができなかった。

メンテナンス時の交換本数から、年間販売本数の想定

本数としては、R300 以下の急カーブ区間の対象区間が 68km と想定して、枕木本数に換算にして約 137,000 本を想定している。

年間の販売本数は、14,000 本(締結装置部品としては 56,000 個)を想定している。

提案企業の収支計画書の作成

市場規模については、急カーブ区間約 68km のリハビリに 2,020 本/km の枕木が必要となり、@13,500(枕木 1 本分の価格)=約 18.5 億円(輸送費含まず)の市場規模を第一弾として見込んでいる。以下の収支計画表はこのリハビリ計画を受注し 2024 年から 10 年間で完了させることを前提にしている。

機材の調達に関し、当面PC製枕木は原材料も含めモンゴルで製造する。レール締結装置は日本で製造する。機材設置工事、メンテナンスについては、UBTZが行うため技術移転を行う。

表19：収支計画(2023年度～2027年度)

(単位：US\$)

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
売上	0	1,272,600	1,272,600	1,272,600	1,272,600
製造原価	0	827,190	827,190	827,190	827,190
一般管理費	0	229,068	229,068	229,068	229,068
単年度収益	0	216,342	216,342	216,342	216,342
累計収益	0	216,342	432,684	649,026	865,368

注) 2023年度は、UBTZのリハビリ計画がなく、2024年度以降は、リハビリ計画に基づき算出。本表は、原材料費の変動を含まず。

(2) 事業目的の達成状況

本件の事業目的は「カーブ区間約1kmの実線にM-01締結装置付PC製枕木を設置し、過酷な自然環境下において実際の列車運用でも問題ないことを実証する」ことである。2018年5月、ハイルハンに、鉄道カーブ区間に機材(レール締結装置)を設置した。2022年10月現在、実際の列車運用でも問題ないことが、確認できた。「過酷な自然環境下」での証明については、前述した通り、「春・夏・秋・冬、シーズン別の点検データ」を情報収集し、分析しながら問題ないことが実証できた。

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

モンゴルの鉄道の全カーブ区間150km(急カーブ区間は68km)で、PC製枕木への転換が進展することとなる。現行の木製枕木を提案製品であるM-01レール締結装置付PC製枕木に代替することにより、

- a. 安全性の向上と安定化により輸送力強化による経済効果
 - b. 耐用年数の長期化
 - c. メンテナンスの簡素化、保線業務作業の軽減による業務効率化と費用削減、
 - d. 国内森林の保護、軌道強化により輸送能力の安定化による経済効果
 - e. 本邦受け入れ研修やセミナー実施による保線業務に係る技術移転
- という5つの点で貢献できたと考えている。

具体的には

- i. **安全性の向上と輸送力強化**：老朽化した木製枕木がM-01締結装置付PC製枕木に交換されることにより、ねじ釘の破損などの危険区間が補修されることにより、列車の運行が円滑化され、事故が抑止され、運行速度の上昇につながる。
- ii. **耐用年数の長期化**：木製枕木からPC製枕木への転換が進むことにより枕木の耐用年数が延長される。一般的にPC製枕木は国内では50年以上使われている。
- iii. **メンテナンスの簡素化**：M-01締結装置付PC製枕木にすることによって、犬釘やねじ釘

がなくなると共に、板ばねがたわむことで、列車通過時のレール小返り荷重を柔軟に受け止め、横圧を斜め上方向に逃がし枕木への荷重を分散することによって、メンテナンスの簡素化、保線作業の軽減による業務効率化や費用削減が図られる。現状、モンゴルでは木製枕木に犬釘やねじ釘によるレール締結装置を用いており、列車通過時の振動と向心力による高横圧により犬釘やねじ釘の抜け上がりが発生し、抜け上がり箇所を確認し補修を行う状態が頻発している。これは列車運行に支障をきたし、a. の課題の要因ともなっている。特に冬季には過酷な労働になっている。

iv. 国内森林保護：2008年に「国家安全方針」の見直しにより、自然保護の観点より、森林伐採が禁止され、鉄道用枕木にも適用され、ロシアからの輸入に頼っている。M-01 締結装置付 PC 製枕木を国内生産することよりロシアから枕木用木材輸入量が減少する。

v. 保線業務に係る技術移転：本邦受け入れ研修やセミナーの実施により、我が国の鉄道輸送の安全に係る技術、保線業務に関連する技術のモンゴルへ移転することにより、保線管理能力が強化される。

(4) 日本国内の地元経済・地域活性化への貢献

本事業を通じて提案商品の有効性が証明され、M-01 締結装置が採用された場合は、UBTZ 南北線における 200 箇所(68km)程ある急カーブ区間のリハビリへの積極的なアプローチにより、仕事量の確保に繋がると共に、積極的な海外展開を図り、安定経営による雇用の確保と地元経済・地域活性化への貢献に資すると考えている。

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

ウランバートル駅近くにある一日 70 両編成の列車が 7 往復する火力発電所向け引込線カーブ区間に、2008 年 M-01 締結装置付 PC 製枕木 50 本分の試験設置をした。木製枕木であれば新品でも 3~4 年で交換が必要になる区間にも拘らず、敷設後 14 年間経過してもコンクリートの劣化もなく、軌間の狂いもないとの評価を得た。

本事業は、M-01 締結装置付 PC 製枕木を、現在営業運行されているカーブ区間軌道への実線投入であり、UBTZ の維持管理サイクルによって活用される。耐用年数は、対象国の気象条件や使用環境及び列車通過量等によって変化するため、定量的に想定する事は困難であるが、日本国内では 12 年程度使われており、特別な災害・事故などが無ければ、12 年間の使用に耐えるものと思われる。なお、事業実施後の維持管理保線業務は UBTZ が行う。

(6) 今後の課題と対応策

本事業では急カーブ区間約 1 km の実線に M-01 締結装置付 PC 製枕木を設置し、モンゴルの過酷な自然環境下における 実際の列車運用でも問題ないことを実証した。今後の課題は本線リハビリ工事計画に合わせて、カーブ区間での M-01 締結装置を採用してもらうことである。そのためには、引き続き提案企業の営業体制の強化し、競合他社製品の分析、ニーズ、

軌道リハビリ計画の情報収集、決裁の意思決定権者への本製品の優位性をアピールする。特に、コスト面においては、安全性を強調すると共にライフサイクルコストの概念を提示し、耐用年数やメンテナンスコストなどトータルで考えた場合の「コストベネフィット」を訴求していきたいと考えている。

JICA モンゴル事務所からのビジネス対応策、アドバイス

- ・本締結装置の見積書は、安全性とライフサイクルコストやメンテナンス費用などをアピールして、コストベネフィットを強調し、金額の見せ方を工夫するとよい。
- ・モンゴル人は、早く、シンプルにソリューションを欲しがると国民性であり、現場は製品の良さを理解しているが、組織の上層部には伝わりにくいものなので、M-01 締結装置を購入することによる効果を分かり易くアピールする工夫が必要である。
- ・モンゴルの鉄道では事故が頻発しており、事故調査のワーキンググループができるなど、新聞紙上でも報道されていて、運行の安全に対する意識が高まってきている。安全とコストの両建てで営業展開して欲しい(以下、JICA モンゴル事務所より、記事を受領。)

表 20：鉄道の事故の多さと事故調査開始を伝える地元新聞記事

UBTZ を調査開始。(地元新聞「Undesnii Shuudan」)

専門監査庁は、“UBTZ” モンゴルロシア合弁企業の活動に対する臨時検査を始めた。検査は去年予定されていたが Ch. Jigjidnyamaa 社長が2回も検査を受けることを断ったと言う。専門監査庁は、“過去2年間に於いて62回も事故が起きた。この内の22件を生産活動に関する事故と看做し、残りを生産活動に関係のない事故と看做していることは良くない。事故の件数だけでリスクが高いことが分かる”との立場を示した。専門監査庁の労災管理部長は、“UBTZは、モンゴルとロシアの合弁企業であるため検査が必要である場合、二国は合同検査を行うべきだと言っている。1949年の協定の規定に基づいている。モンゴル国内の法規を同様に遵守すると言う規定もあるはずだ。賃金、社会保険料、賠償金、残業代などの支払状況を調べさせたくないと言う姿勢を示している。”と述べた。

出所：「Undesnii Shuudan」紙(2019年3月14日)



JICA ラップアップミーティング(2019年)



JICA モンゴル事務所から助言を頂く



JICA ラップアップミーティング(2019年)



JICA モンゴル事務所から助言を頂く

新型コロナウイルスの影響後、JICA モンゴル事務所からの助言

新型コロナウイルスの影響により現地調査が中断していたが、2022年6月に第10回現地調査及び、2022年10月に第11回現地調査を再開した。

改めてJICA モンゴル事務所からの助言として、UBTZではなくモンゴル鉄道でもビジネス展開する可能性はないかとの提案をいただいたが、提案企業としては本件普及・実証事業で調査を進めてきた急カーブ用M-01 締結装置でビジネス展開したい。当初の目的であるM-01 締結装置を、UBTZの傷んだ急カーブのリハビリに使用され安全運行を実現し、モンゴルの課題解決に寄与したい。

価格が多少ネックと認識しているが、MRTD 副大臣やUBTZの反応から判断するとM-01 締結装置の優位性を理解していただいております、M-01 締結装置の導入を望んでいると考えている。価格については、UBTZが直接手配できる物は直接手配し、国内でできる部品は内製化しコストダウンする共に、ライフサイクルコストを訴求して導入を実現させたい。またモンゴル鉄道は、直線軌道が主であり、急カーブ用締結装置のニーズは低い。よって、ビジネス展開は、当初の目的であるUBTZの急カーブ用M-01 締結装置の普及を推進したいと伝えた。



JICA モンゴル事務所(2022年6月)



JICA モンゴル事務所(2022年10月)

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析(競合他社製品及び代替製品の分析を含む)

競合は、P社、V社、C社、A社を想定している。

a. C社の製品は、直線区間用であり、価格面ではM-01締結装置より安価であるが、装着現場を調査してみると、設置後わずか2-3年で破損している箇所が散見されているため、安全性に乏しくライフサイクルコストを訴求することで、M-01締結装置の優位性を伝えたい。

b. P社の製品は、軌間調整用部品がプラスチックであり、環境変化による劣化、凍上環境下のレール高さの調整がでず、摩耗に弱い。(M-01締結装置は全てのリスクに対応可能)。

c. V社の製品は、締結用ボルトのボルト穴が樹脂のため、カーブ区間に使用した場合、横圧に耐える強度が弱い(M-01締結装置は一体ショルダー方式のため強固である)。

また、1kmカーブ区間(R600)に試験導入を行っているが、急カーブ区間ではない。

d. A社の製品は、直線用に軌間調整金具を使用することにより、カーブ区間に使用しているため、軌間調整に問題がある。

以上の様に、長期間における安全性や経済性・耐久性を比較すれば、急カーブ区間であり、寒さが厳しい環境下においては、M-01締結装置の優位性が発揮できると考えている。

見積書提出について

カーブ区間用M-01締結装置部品の枕木一本分当たりの単価見積りは、欧州のコンペティター直線用締結装置部品よりも30%ほど高いようであるが、M-01締結装置部品は、カーブ区間用であり、スペックが異なるため価格の妥当性に理解を得た。

第7回現地調査時(2019年3月21日)にMRTDの副大臣及びUBTZに、カーブ区間用M-01締結装置の見積書を提出した。

①ビジネス展開の仕組み

本実証事業の実績において、競合他社製品の性能よりも優位にあるとの評価を得ており、鉄道の持つ安全・安定輸送を前面にし、メンテナンス頻度の縮小によるライフサイクルコストをアピールして、当面UBTZが一番困っている既存の南北線急カーブへのビジネス展開を行っていく。

②想定されるビジネス展開の計画とスケジュール

当面想定される顧客は、UBTZ(間接的にはMRTD、財務省の承認も必要である。)

UBTZは、締結装置は設置後約1年経過すれば、試験結果が出るので、結果を見てどの製品を選択するか決めるとのことであり、第7回現地調査の折に、M-01締結装置の見積書をMRTDとUBTZに提出した。

③ビジネス展開の可能性の評価

本事業を通じて、経年評価を含む性能・品質については高い評価を得ており、価格面においても、鉄道の安全・安定輸送とメンテナンスコストの削減を含めたライフサイクルコストを提案し、MRTD及びUBTZとの関係強化を図り、約200箇所にあつるR300以下の急カーブ区間約68kmへのアプローチ採用を目指し、中長期的には約150kmにあつるR600以下のカーブ区間へのPC製枕木交換の受注に結びつけたいと考えている。

MRTD並びにUBTZにとっては、資金計画が一番の課題となると思われるが、世銀やADB等の国際機関及び日本を含む各国のODA資金等の確保が望まれる。

更に、モンゴルでのビジネスがうまくいけば、その経験を生かして他の発展途上国への進出を検討したいと考えている

④新型コロナウイルスがビジネスに与える影響と今後のビジネス対応策

・UBTZ 南北線の営業路線は、新型コロナウイルスの影響と世界的なカーボンニュートラルの流れで石炭の需要も減り、物流量が激減し、UBTZ の収入が大きく落ち込んでいる。そのため 2022 年度及び 2023 年度は、軌道リハビリの予定がない。 コロナ禍前の 2019 年末の時点では、翌年度(2020 年)は 5 か所の急カーブでのリハビリがあるので受注の可能性を期待して待っていてほしいとのコメントを受けていたが、延期となっている。コロナ禍前であれば例年 80km 分の軌道リハビリが行われていた。そのため、その予算のうち、10%程度は傷んだ急カーブのリハビリへ優先的に資金を確保し、運行の安全性を高めるべきであると提言してきた。

また、コスト面での課題に対しても、急カーブに適した締結装置は M-01 締結装置以外にないことや、機能性、ライフサイクルコストを考慮すると、提案企業が提示した製品の価格は妥当であり UBTZ にとつても合理的な価格であることを訴求し続けたいと考えている。M-01 締結装置の見積書はすでに提出済であるが、さらにコストダウンを図るために、モンゴルで調達できる部品は自国で調達するように技術協力することも伝えた。自国で部品が調達できれば、産業も盛んになり、雇用も増え、M-01 締結装置のコストダウンも実現すると考えている。

将来、UBTZ から購入資金調達の相談があれば JICA 自体の低金利融資、または ADB の公的資金活用を支援する準備があるが、現状 UBTZ に借入れの意思確認が取れていないことから、今、動く時期ではないと考えている。

いずれコロナも収束し、UBTZ の収入も増え、リハビリも再開されれば、引き続き UBTZ と良好な関係を維持したい。

(2) 想定されるリスクと対応

- ① **経済状況の不安定によるリスク**：石炭の需要の減少や中国経済の減速懸念のもとで、資源価格に依存したモンゴルの経済状態を考えると、現在想定している約 200 箇所のカーブ区間の PC 製枕木化が遅延・中断になる可能性がある。

そのような事態にならないためにも、MRTD・UBTZのトップ・実務レベルの担当者と鉄道輸送の意義や重要性を十分に提唱し、定期的且つ継続的なコミュニケーションを行い、ビジネス展開へと結び付けたい。

- ② **人の異動に伴うリスク**：政権交代あるいは、担当大臣・UBTZの人事によって、競合他社製品との優劣において評価が変わってしまうリスクがある。政権含め本事業に関係した人の人事異動などの情報を現地の関係者を通じて可能な限り早く情報を得て、M-01締結装置の良さを後続の担当者等に周知する場や機会を設け、M-01締結装置の評価が変わらないように努力する。
- ③ **競争激化によるリスク**：M-01締結装置部品の価格が競合他社の更なるコストダウンにより、製品の技術・品質上の優位性が脅かされる事態にならないようにすると共に、通過国の関税・原材料の高騰・輸送費の高騰によるコストアップに伴う優位性が保たれなくなるリスクがある。そのためにも提案企業は常にC/Pなどに周知させ、総合的な優位性の評価が変わらないようにする。

(3) 普及・実証において検討した事業化及びその開発効果

事業化

モンゴルでのビジネスは、急カーブに特化したM-01締結装置で、他のメーカーと差別化を図る。本事業での本線敷設実績や本線走行データを活用し、全カーブ区間計150km(急カーブ区間は68km)にPC製枕木への転換を提言し、現行の木製枕木をPC製枕木に軌道強化する際にM-01締結装置を採用してもらう。

開発効果

- ① **モンゴルにおける製品技術開発**

モンゴルにおけるカーブ区間に有効なPC製枕木用レール締結装置の採用により、枕木製造工場の雇用の安定化ができ、従業員が定住することによって、枕木製造工場周辺の地域経済の活性化に繋がり、首都ウランバートルへの一極集中が緩和される。
- ② 現在使われている木製枕木から、PC製枕木変換することで、森林伐採を防ぎ、モンゴルで失われつつある森林の保護に貢献できる。
- ③ 急カーブ区間のPC製枕木化による軌道強化により、冬の過酷な気象条件下での軌道メンテナンス頻度を減少させ、保線作業者の過酷な労働条件を緩和させると共に、メンテナンス頻度の減少により、コストの削減に貢献できる。
- ④ 継続的な軌道強化により、課題解決への技術を習得し、それぞれの部品の持つ特性を知ることにより、国内生産できる部品についての内製化に繋がる。
- ⑤ 急カーブ区間の軌道強化により、列車の安全・安定運行が実現でき、今後増えつつある輸送量に対応した運行計画が実現できる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後の海外展開を検討する企業へ向けた教訓

- ・ 自国でできることは、自国でやってもらう(日本流を押し付けない)
- ・ 価格の見積もりは、「原材料の高騰リスク、輸送費用の変動リスク、為替リスク」を考慮した見積書の作成
- ・ 専門知識を有する外部人材の活用
- ・ 相手先国の担当者とのコミュニケーションを充分にとる
- ・ 普及・実証事業対象品以外の物に広げない
- ・ 現場担当者の意見に耳を傾ける

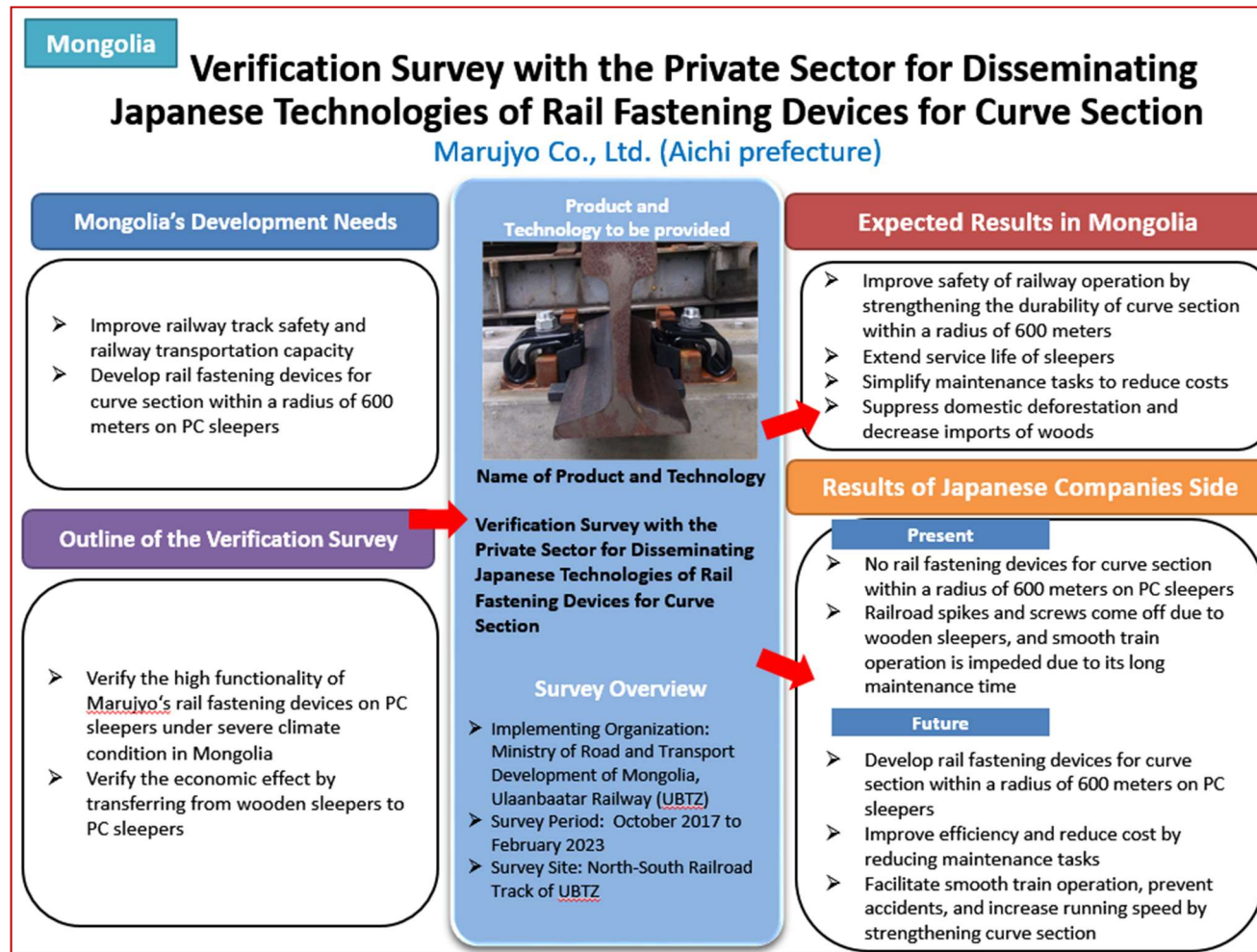
② JICAや政府関係機関に向けた提言

- ・ 応募意思のある企業は、公示後も公平性を維持し、全ての企業との面談を行ってほしい
- ・ 普及実証後も、現地JICA事務所が支援してほしい
- ・ 現地JICA事務所は、普及実証事業中の現地情報を提案企業に伝えてほしい

参考文献

- ・ 外務省「モンゴル国」(<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/mongolia/index.html>)
- ・ ジェトロ調査レポート『モンゴル経済概況(2022年9月)』
- ・ IMF「World Economic Outlook Databases」

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY



Ministry of Road and Transport
Development of Mongolia and
Ulaanbaatar Railway Joint Stock Company
in Mongolia

Summary Report

Mongolia

VERIFICATION SURVEY WITH THE PRIVATE SECTOR FOR
DISSEMINATING JAPANESE TECHNOLOGIES
FOR
RAIL FASTENING DEVICES FOR CURVE SECTION

September, 2022

Japan International Cooperation Agency

Marujyo Co., Ltd.

1. BACKGROUND

For less than 3 million Mongolian people live in 1.56 million km² territory, which is 4 times as large as Japan, railroad is an important infrastructure for exporting industries in transporting natural resources like coals and coppers.

The railroad was built in 1949 and its route has many steep curves running through mountainous area due to avoiding construction of tunnels and bridges for saving costs. In steep curve sections, the gauge of railway tends to be imprecise receiving high lateral forces caused by vibration and centripetal forces from trains passing there. As there are no appropriate rail fastening devices for Pre-stressed Concrete (hereinafter reference to as “PC”) sleepers suitable for curve sections, the Government of Mongolia compels to use wooden sleepers in curve sections which are within a radius of 600 meters. Therefore, vibration and load caused by train when it passes makes screw spikes and bolts come out or broken which anchor rails on sleepers. This situation threatens train’s safety passing and raises possibility of derailment. As it passed more than 70 years since its building, maintenance work was not done thoroughly under severe climate condition state of railroad deteriorated and accidents and delays of train occur frequently.

Furthermore, Mongolian government reviewed the National Security and Protection Guidelines in September 2010, decided to rule 2% increase of natural forest area. So it is impossible to Ulaanbaatar Railway Joint Stock Company (hereinafter reference to as “UBTZ”) to procure timbers for wood sleepers in Mongolia but import from Russia, and this makes transfer from wooden sleepers to PC sleepers an urgent task.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

This Survey aims to strengthen safety operation, increase efficiency of maintenance works and reduce costs of operation and maintenance works in railroad of Mongolia through verifying usefulness and superiority of “M-01 Rail fastening devices for curve section” (hereinafter reference to as “M-01”) of Marujyo Co., Ltd. (hereinafter reference to as “Marujyo”) , and through summarizing ways and issues for disseminating M-01.

(2) Activities

Activities associated with Output 1:

M-01 and PC sleepers were manufactured and be ready for installation.

1-1. Marujyo consulted with Ministry of Road and Transport Development of Mongolia (hereinafter reference to as “MRTD”) and UBTZ.

1-2. Marujyo and Kan Design Office proceeded prior research study for specification of formworks for PC sleepers and layout of PC sleeper factory

1-3. Based on the result of prior study, Kan Design Office designed and produced formworks for PC sleepers in Japan.

1-4. Marujyo transported formworks for PC sleepers and M-01 to Mongolia.

1-5. Marujyo and Kan Design Office confirmed that formworks for PC sleepers had been mounted properly, explained how to handle the formworks to local workers, and manufactured PC sleepers in Mongolia.

1-6. UBTZ conducted a sampling inspection to finished goods of PC sleepers.

1-7. UBTZ transported PC sleepers to the verification site and kept them until used in construction.

Activities associated with Output 2:

For MRTD as Counter Part (hereinafter reference to as “C/P”) and UBTZ , the knowledge and technology related to the utilization and maintenance of PC sleeper rail fasteners (M-01) have improved. In addition, the usefulness and superiority of this product were confirmed.

2-1. Marujyo invited 4 people from MRTD, UBTZ and conducted the activities in Japan.

2-2. Marujyo and Nihonkido Kogyo Co.,Ltd. explained the way to install PC sleepers to engineers and related people from UBTZ.

2-3. Marujyo and Nihonkido Kogyo Co.,Ltd. monitored the installation process of sleepers and verified the accomplishment of installation work done by UBTZ.

2-4. Marujyo and Nihonkido Kogyo Co.,Ltd. explained maintenance of M-01 and the way of collecting data of verification survey to maintenance workers of UBTZ at the seminar.

2-5. UBTZ measured the gauge and recorded the data when the rail fastening device for PC sleepers

(M-01) was installed. In addition, UTBZ continued seasonal data collection in spring, summer, autumn and winter. Marjyo analyzed them working with UBTZ.

Activities associated with Output 3:



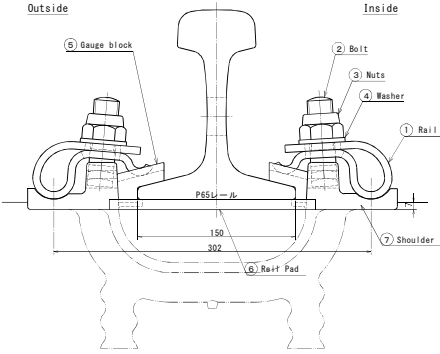
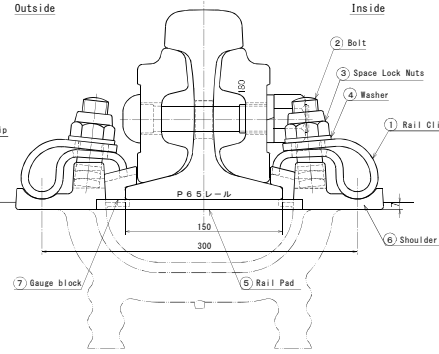
A plan for disseminating M-01 was formulated.

3-1. Marujyo held the seminar to report the result of M-01 verification survey.

3-2. Confirmed railway construction and renewal plans in Mongolia.

3-3. Marujyo formulated a plan to disseminate M-01.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

Product	M-01 : Rail fastening device for PC sleepers in curve section	
Specifications :	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>M-01 is rail fastening devices which can easily adjust gauge and horizontal level between two rails in curve sections. It can bear excess lateral forces caused by centripetal forces from passing trains.</p> <p>It can also change gauge in curve section by adjusting gauge blocks and can adjust horizontal level of rails easily by inserting adjusting panels.</p> <p>Having flexible spring structure, M-01 can escape lateral forces from passing trains toward diagonally above with its spring being bent.</p> <p>Compared with existing rigid rail fastening devices, M-01 can restrain rail abrasion and reduce maintenance works remarkably. Because it uses non looseness nuts, it can also reduce patrol cycle of maintenance workers a lot.</p>	
Features:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>M-01 for sharp curve</p> <p>M-01 For sharp curve seams</p> </div> <p>M-01 is a high rigidity rail fastening devices which can adjust gauge and horizontal level of rails in steep curve sections and endure</p>	

	<p>excess lateral forces by making shoulder combined which is embedded in sleepers.</p>
<p>Superiority compared with other competing products:</p>	<p>i . Able to adjust gauge and horizontal level easily. Able to use existing sleepers in UBTZ with minimum refinement. Because of not using plastic parts, M-01 realizes high abrasion resistance avoiding shape changes under large difference in temperature between day and night and sand invasion into gap between rail and its fastening devices.</p> <p>ii .use it adopts screw bolt tightening system.</p> <p>iii No looseness of nuts with using “space rock nuts” which never loosen.</p> <p>iv.No coming out of screw spikes and bolts which anchor rails on wooden sleepers if you use PC sleepers with M-01. Able to increase efficiency of maintenance work.</p> <p>M-01 has all features which other competing products have. In this survey PC sleepers ware manufactured in Mongolia and installed in curve section with M-01. Related maintenance works are done by UBTZ using existing own techniques.</p>
<p>Quantity of equipment proposed</p>	<p>M-01 2050sets (Length of railroad track 1km for installation)</p>

(4) Counterpart Organization

- i. Ministry of Road and Transport Development of Mongolia (MRTD)
- ii. Ulaanbaatar Railway Joint Stock Company (UBTZ)

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area : Ulaanbaatar area, Mongolia

Beneficiaries : i. Mongolia North-South Line

ii. MRTD/UBTZ/People in Mongolia

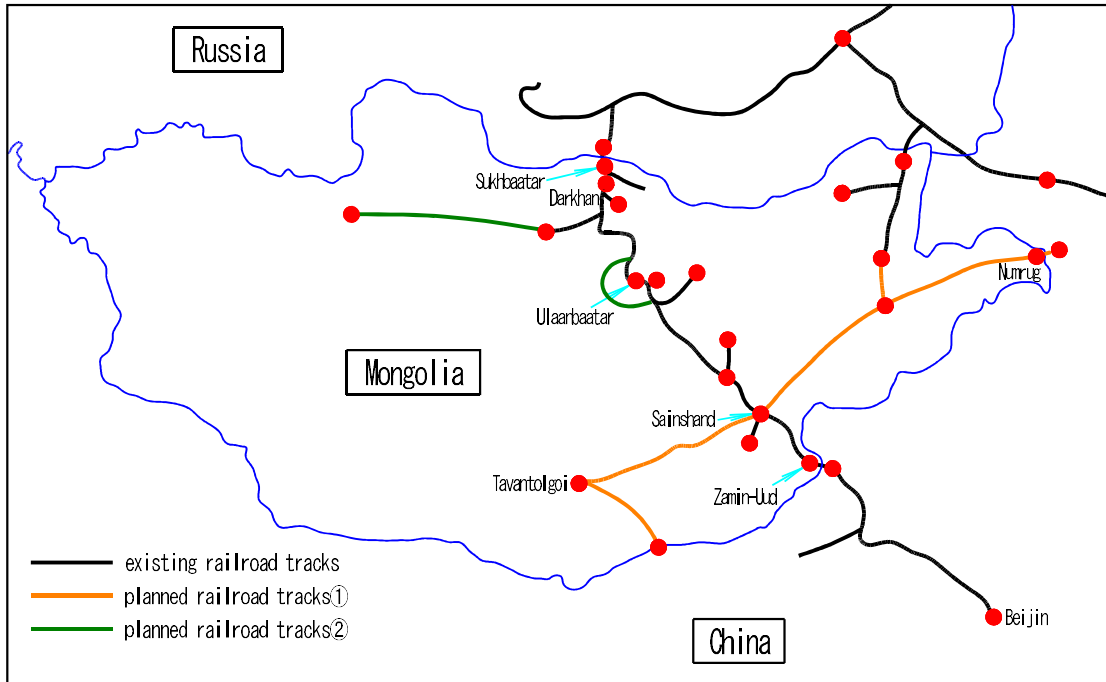


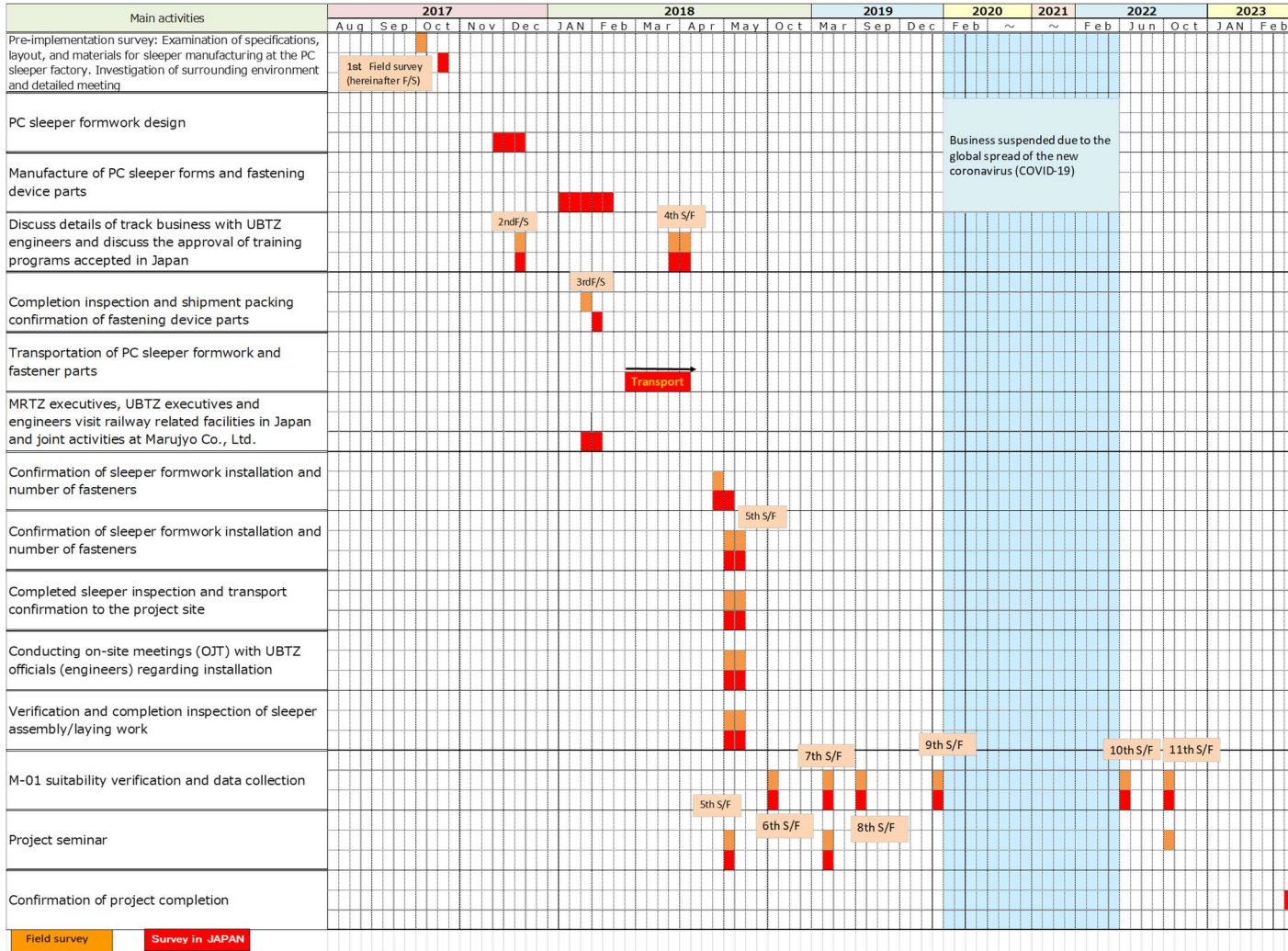
Figure-1 : Railroad tracks including Mongolia North-South Line (Source: Marujyo)

(6) Duration

From October 2017 to February 2023

During this time, due to the global spread of the new coronavirus infection (COVID-19), it was suspended from February 2020 to February 2022. Therefore, we have extended the business activity period until February 2023.

(7) Progress Schedule



(8) Manning Schedule

Name	Organization	2017年		2018年				2019				2020	2021	2022			Total	
		Oct	Dec	JAN	Mar	Apr	May	Oct	Mar	Sep	Dec	Feb	~	Feb	Jun	Oct	Days	MM
Yoshihiro Komatsu	Marujyo Co., Ltd.	5					5				6	Business suspended due to the global spread of the new coronavirus (COVID-19)		10	5	31	1.0	
Tsuneo Ukai	Marujyo Co., Ltd.	5	5	4	6	8	18	5	5	7	7			10	5	85	2.8	
Akinori Hiroma	Marujyo Co., Ltd.	5	5				10										20	0.7
Yoshio Komatsu	Marujyo Co., Ltd.								5	7	7			10	5	34	1.1	
Eiichiro Ashida	Daiwa Institute of Research Co.,Ltd.	5	5		6	8	13	5	5	7	7				5	66	2.2	
Satoshi Yokomizo	Daiwa Institute of Research Co.,Ltd.	5		4			10										19	0.6
Yasuo Sakonjyuu	Central- techno Co.,Ltd.	5	5	4	6	6	5	5	5	7					5	53	1.8	
Noritugu Abe	Nihonkido Kogyo Co.,Ltd.					2	7								5	14	0.5	
Osamu Wakatuki	Nihonkido Kogyo Co.,Ltd.						10		5								15	0.5
Hisanobu Tokuda	Kan Design Office	5			6	6									5	22	0.7	

(9) Implementation System (Japan Side)

Main/Sub	Organization	Role
Main	Marujyo Co., Ltd.	i. project lead ii. Deputy chief of operations iii. technical support iv. business development
Sub (Co-operated companies)	Daiwa Institute of Research Co.,Ltd.	i. Management of Co-operated companies ii. Support for overall research work
	Central- techno Co.,Ltd.	Coordinator with Mongolian government officials
	Nihonkido Kogyo Co.,Ltd.	i. Sleeper inspection/support for railroad track installation work ii. Completion inspection support for railroad track installation work
	Kan Design Office	Technical support for sleeper manufacturing

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

Result (1)-PC sleeper rail fastening device (M-01) and PC sleepers were manufactured in Mongolia.

Through this project, we transferred both the M-01 fastening device for sharp curves and the formworks for PC sleepers, which were designed and manufactured exclusively for Mongolia. In addition, we explained the work procedure to local workers, and PC sleepers for sharp curve sections were manufactured at a sleeper manufacturing factory in Mongolia. In addition, during the final field survey, we held a seminar on "Points to Note in Manufacturing PC Sleepers for M-01 Rail Fasteners" and were able to gain an understanding of the detailed points for manufacturing sleepers..

Result (2)-The utilization and maintenance of PC sleeper rail fasteners (M-01) were cultivated, and the usefulness and superiority of the product were confirmed.

In 2018, M-01 was installed for a length of 1km on a sharp curve section of Ulaanbaatar Railway North-South Line (business line). Even after installation, the M-01 did not lose its functionality even under the severe weather conditions of Mongolia's spring, summer, autumn and winter. By installing M-01, it was demonstrated that the railroad track safety was enhanced and the railroad track maintenance work was made more efficient.

In order to demonstrate the performance of the M-01 rail fastening device on-the-job training was provided to workers at the Ulaanbaatar Railway Assembly Factory on assembly methods and tightening torque. As a result, troubles at the time of laying work were avoided. Also, during the final field survey, a seminar on "Maintenance of M-01 Rail Fasteners" was held for UBTZ executives. As a result, we gained a deeper understanding of "key points such as the assembly method and tightening torque for demonstrating the performance of the M-01 rail fastening device.

In addition, stress tests were conducted on the railroad tracks after the construction work during actual train operation, and the measurement data were analyzed. As a result, it was confirmed that the stress of the currently running train (axle load 31t) exceeded the railroad tracks standard design value (axle load 26t).

Based on this measurement data, the C/P requested Marujyo to hold a seminar. The C/P said that the discrepancy between the standard railroad tracks design value and the stress value during actual train operation should be used as a reference for future railroad tracks design.

Result (3) - A business plan for disseminating PC sleeper rail fasteners (M-01) was formulated. Through this project, M-01 was demonstrated to be useful as a fastening device for sharp curves even under the severe weather conditions in Mongolia. If it is adopted in the future, we would like to formulate a business plan that matches the Mongolian Railway's annual rehabilitation plan (20,000 sleepers/year) and make this project a successful example.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

UBTZ reported the test results of this project to the Ministry of Road and Transport Development. MRTD recognized the usefulness and superiority of the fastening device M-01 and understand the effect of strengthening the railroad track with PC sleepers in sharp curve sections. It is hoped that safe and stable running of trains will be realized by UBTZ adopting the fastening device M-01. In addition, by domestically producing PC sleepers in Mongolia, it is possible to reduce the amount of wood imported for sleepers. The funds obtained by reducing the amount of timber imported can be used for investment in strengthening railroad tracks in other sharp curve sections. That would be a solution to the ever-increasing domestic traffic volume through continuous railroad tracks enhancements.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in Mongolia.

i. Product technology development in this projects in Mongolia: Domestic production of PC sleepers for rail fastening devices, which is effective in sharp curve sections in Mongolia, has stabilized the employment of sleeper factories, and by having employees settle down, it leads to the revitalization of the local economy around the sleeper factories, the overconcentration in the capital Ulaanbaatar will be eased.

ii. Converting the wooden sleepers currently in use to PC sleepers will prevent deforestation and contribute to the protection of the forests that are being lost in Mongolia.

iii. By increasing the use of PC sleepers in sharp curve sections, the frequency of railroad tracks maintenance in severe winter weather conditions can be reduced, and the current area division can be handled over a wide range, contributing to a reduction in maintenance costs.

iv. Through continuous orbital enhancement, they will acquire the technology to solve problems and know the characteristics of each part, which will lead to the in-house production of parts that can be produced domestically.

v. Safe and stable train operation can be realized by strengthening the railroad tracks in sharp curve sections. Furthermore, it is possible to realize an operation plan that corresponds to the transportation volume that has been increasing in recent years.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Mongolia has technology that can be implemented in its own country, such as the manufacture of PC sleepers, railroad track construction technology, and railroad track maintenance standards. However, the modernization of railroad track technology has not progressed. Especially in sharp curves, they are forced to use wooden sleepers due to the lack of effective fastening devices for PC sleepers. Deterioration of wooden sleepers increases maintenance work and hinders safe and stable operation of trains.

It is urgently necessary to reinforce the railroad tracks with PC sleepers in all sharp curve sections, but due to constraints such as the annual budget, at this stage, some of the dangerous wooden sleepers that need to be replaced immediately are made of PC sleepers. It is recommended that the sleepers be replaced sequentially.

There is also the following (a) or (b) proposal for the parts of the M-01 rail fastening device used in this demonstration project. That is, "(a) UBTZ will procure parts, such as gauge blocks and shoulders, that it can purchase directly" or "(b) make items that can be manufactured in Mongolia in-house". By doing so, they will be able to reduce the cost of parts and create new jobs.

別添資料

別添 1. 調査工程表

別添 2. 業務従事計画・実績表

別添1. 調査工程表

調査項目	2017					2018					2019			2020		2021		2022			2023	
	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	JAN	Feb	Mar	Apr	May	Oct	Mar	Sep	Dec	Feb	~	~	Feb	Jun	Oct	JAN	Feb
導入前調査：PC枕木工場の仕様・レイアウト・枕木製造に係る資材の検討。周辺環境の調査及び詳細打合せ																						
P C 製枕木型枠設計																						
PC製枕木型枠製造および締結装置部品製造																						
UBTZ技術者と軌道事業内容詳細協議・本邦受入研修承認協議																						
製締結装置部品の完成検査・出荷梱包確認																						
PC枕木型枠および締結装置部品の輸送																						
敷設関係者（UBTZ技術者）の日本国内の見学と当社に於ける本邦受入研修の実施																						
枕木型枠設置確認および締結装置員数確認																						
P C 製枕木製造及び製造検証																						
枕木完成検査および事業実施現場へ輸送確認																						
UBTZ関係者(技術者)と敷設に関する現地打合せ(OJT)の実施																						
枕木組立・敷設工事の検証および完成検査																						
本実証事業の目的である本製品の適合状況の検証とデータ収集																						
現地セミナー																						
業務完了確認																						

新型コロナウイルス(COVID-19)の世界的な感染拡大に伴う活動停止

部品輸送

現地調査業務

日本での調査業務

1. 従事者人【現地業務】
Table with columns for employee name, position, department, and monthly activity data from 2017 to 2022. Includes summary rows for total planned and actual work.

2. 従事者人【国内業務】
Table with columns for employee name, position, department, and monthly activity data from 2017 to 2022. Includes summary rows for total planned and actual work.

3. 外部人材【現地業務】
Table with columns for external staff name, position, department, and monthly activity data from 2017 to 2022. Includes summary rows for total planned and actual work.

4. 外部人材【国内業務】
Table with columns for external staff name, position, department, and monthly activity data from 2017 to 2022. Includes summary rows for total planned and actual work.

【凡例】
業務従事者計画 (グレー)
業務従事者実績 (黒実線)
自社員招 (斜線)
自社業務 (点線)

Summary table for external personnel (外部人材) showing total planned and actual work across all categories.

1. 本表の作成に当たっては、シート「業務計画・実績表の記入方法」の内容をご確認ください。
2. 各業務従事者の現地、国内のそれぞれの人月、現地業務現地は20日、国内業務現地は20日を除いた数字の小数点以下第3位を四捨五入して算定してください。
3. 人月算定を行う場合、留意点がありますので、必ず「契約管理ガイドライン」本文中の「3. 契約履行プロセスにおける契約管理」、「(6) 業務従事者の業務に係る事項 (人月算定等)」(8)を確認してください。
また、具体的な人月算定の方法については、シート「業務計画・実績表の記入方法」の「人月算定に係る事項」を参照してください。
4. 外部人材の合計実績人月は、計画(契約書上で認められている人月)を超えていないことを確認してください。(契約書上で認められた人月を超える人件費の実施はできません。)
5. 契約締結後(変更契約を締結している場合は変更契約後)、業務従事者の交代や追加が発生した場合は、新規に配置された業務従事者も追加してください。その際、当該業務従事者の「計画」欄は空欄としてください。
交代前の業務従事者については、1日でも業務実績がある場合は、本表から削除せず、実績の記録を現してください。