

山葵田における農業用モノレールの詳細検討

農業用モノレール整備の取り組み

伸東測量設計（株） 高橋誠 小澤健久

1. はじめに

伊豆半島の山間部は豊かな自然環境に恵まれており、天城山系の清流を利用した山葵栽培などの農業生産が行われている。伊豆市のみらい伊豆地区（図 1-1）の山葵田は、道路が設置できない急傾斜地を階段状に造成した農地であり、そのため農作業において生産資材や収穫物の運搬にモノレールが広く使用されてきた。敷設後 30 年近く経過した施設もあり、動力車やレール等の老朽化に伴う損傷により営農作業に支障をきたすようになってきた。農作業の効率性の維持・向上を図るためには、モノレール設備の補修や更新を含む適切な対策を講じることが必要となった。そこで、現地調査によりレール・運搬機等のモノレール設備の損傷状況や更新の有無の必要性を確認し、更に更新のための判定基準の作成に取り組むことにした。

本稿では、当社が平成 27 年度に実施した「中山間総合整備事業みらい伊豆地区」業務の事例に関して報告する。

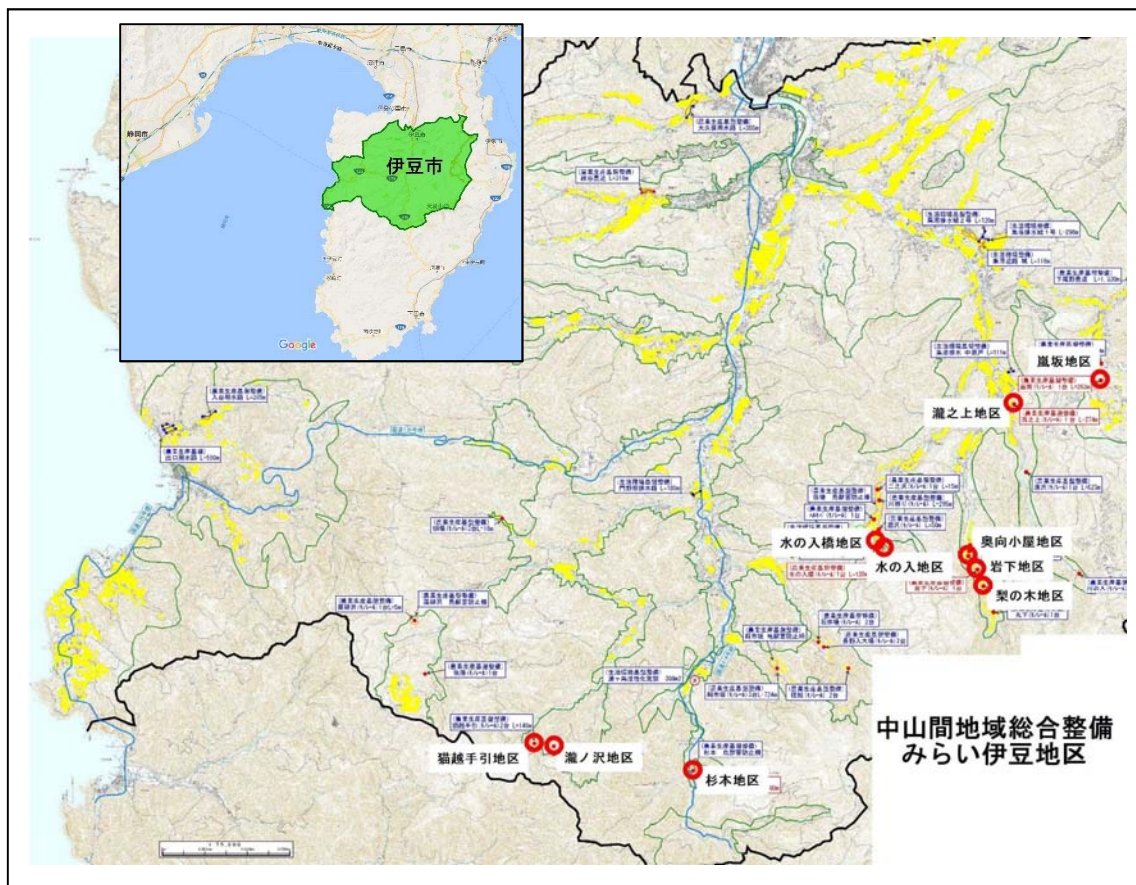


図 1-1 伊豆市のみらい伊豆地区

2. 業務概要

中山間地域は、傾斜地や狭い農地が多いなど農業の生産条件が不利で、環境の整備も遅れていることから、農業生産基盤等を総合的に整備し、農業・農村の活性化を図ることが求められている。本業務は、中山間総合整備事業（一般型）の一環として、みらい伊豆地区における既設モノレールの現況確認及び更新数量の調査を行い、今後の更新のための各種資料を整備することを目的としている。

本業務は平成 27 年 9 月から平成 28 年 1 月にかけて実施したものであり、具体的な業務内容は以下のとおりである。

- ①モノレール設備 10 箇所の現地調査
- ②更新のための設計検討
- ③モノレール設置工における製品仕様及び施工管理要領の作成

なお、農業用モノレールは、動力車（けん引車）と荷物台車で構成されており、上又は下にラックが付いたレール上を走行するものである。レールは、幅 50×高さ 50×板厚 2.3 mm の鋼製角材で、地上から高さ 1～3m 程度の支柱（鋼管：呼び径 20A）により 1.5m 間隔で支持されている。図 2-1～図 2-3 にモノレール設備の概要を示す。

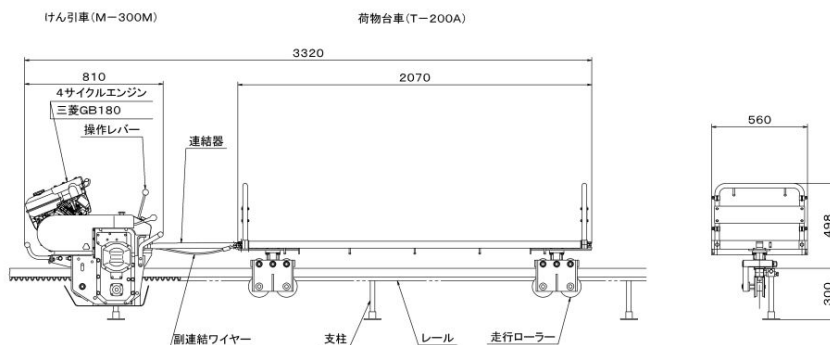


図 2-1 モノレール設備（荷物専用）の構成例



図 2-2 動力車と荷物台車



図 2-3 レール及び支柱

3. 現地調査

本業務では、中伊豆地区 7 箇所、天城湯ヶ島地区 3 箇所の計 10 箇所の地区について、レール及び動力車の破損状況の現状の調査を行い、各地区のレール破損状況及びレール更新箇所、運搬機更新の有無を確認した。新設箇所である嵐坂地区及び瀧之上地区については、運搬機の設置位置とレールを通すルートについての確認も行った。

これまでは支柱及びレールの耐久年数を 15 年程度としているが、山葵田は常時水が出て、冬には積雪がある地域のため、レール及び支柱の劣化は通常より早く進行しやすい。そのため支柱及びレールの更新目安を、異音がする場合や動力車が転落するほどレールが破損している等の損傷状況を判断して部分的に更新を行っている。また、より経済的な設計とするためには、原動機に水平機構搭載型を必要としないルート検討やレールの施工延長が少なくなるルート検討が必要となる。これらの条件を念頭に置いて現地踏査を行った。実施状況を図 3-1～図 3-4 に示す。



図 3-1 既設レールの調査



図 3-2 新設レール箇所調査



図 3-3 レール勾配の調査



図 3-4 原動機の調査

4. 設計概要

現地踏査の結果に基づき、各地区の生産条件や環境状況を考慮してレールや運搬機の今後の更新・新設に関して設計検討を行った。以下に設計概要の一部を示す。

4-1. モノレール施設等の整備について

- ①レールが損傷（図 4-1）している箇所は、部材を更新する。
- ②レール更新の前進登坂区間の最大勾配は 36 度、距離は 23m（図 4-2）となっている箇所は、施工の際には前進登坂角度 45°以上にならないよう注意する。
- ③前進降坂区間の勾配が最大 26 度、距離が 40m（図 4-3）ある箇所で、動力車を更新する場合は水平機構搭載型とする。
- ④最大前進降坂角度 40 度のため動力車は水平機構搭載型とし、最大前進降坂角度が 45 度以上にならないように注意する。
- ⑤新設箇所付近のレール更新箇所が沢の中を通るルート（図 4-4）になっている場合は、沢の中を避け山葵田側に寄せるルートとする。



図 4-1 レール損傷状況



図 4-2 最大勾配 36 度



図 4-3 レール・動力車の更新



図 4-4 ルートの変更

4-2. 動力車の整備について

- ①敷設時の動力車エンジンは2サイクルが主流だったが、現在2サイクルの動力車は製造されていないため、更新時には4サイクルの動力車エンジンを用いる。
- ②最大傾斜角度は前進降坂角度45度（水平保持機構搭載に限り）とし、水平保持機構搭載の無い場合は、前進降坂角度10度以下とする。従って、急な前進降坂勾配及び比較的長い前進降坂勾配がある場合は、水平保持機構搭載型とする。
- ③水平保持機構は、2サイクルエンジンの場合多少の前進降坂勾配でも走行可能であったが、4サイクルエンジンでは、前進降坂勾配が長く続いたり、10度以上の前進降坂勾配があるとエンジンストップの可能性があるので必要となる。
- ④荷台台車は荷物の運搬専用であり、人が乗る必要がある場合は乗用台車を用いる。

5. モノレール設置工事の詳細検討

モノレール設置工における製品仕様及び施工管理要領の作成の検討を行った。設置検討にあたっては、レール敷設ルートを選定が施工性・作業性・経済性に大きく影響するため、一般的には下記の項目を考慮する。

- ①レールの曲率はできるだけ小さくなるようなルートを選定する。
- ②傾斜角度は45度以下となるように選定し、急激な上昇・下降は避けること。
- ③山越え（押し上げ）コースを取る場合は、上りから下りの角度が最小になるようにし、左右の曲率をできるだけ小さくすること。

5-1. 農業用モノレールの設置要領

農業用資材及び収穫物を運搬するためのモノレール用軌道及び動力車の設置に関しては、使用機器により各部材の寸法・設置方法の詳細が異なる場合があるが、原則として表5-1に示す内容に従うことが望ましい。

表5-1 動力車・台車・レールの製品仕様

区 分	諸 元	備 考
動力車エンジン	4サイクル	
動力車積載量	200kg/45度積載用以上	
最大傾斜角度	前進登坂角度45度 前進降坂角度45度 (水平保持機構搭載に限り) 前進降坂角度10度 (水平保持機構無しの場合)	10度以上の降坂区間がある路線は水平保持機構搭載型を標準とする
台車最大積載量	200kg/45度積載用	
乗用型台車	乗用を考慮しない	
動力車カバー	FRP製	

5-2. モノレールの施工管理要領

レールの設置方法の詳細は使用機器によって異なる場合があるが、施工管理項目として原則として表 5-2 に示す内容に従うことが望ましい。

表 5-2 出来形管理要領

工種	項目	管理基準	測定基準
支柱打込	打込み 深さ	使用機器の定める打込み深さ 以上または岩着深さまで	5本に一箇所確認
	補助 支柱	レール下面から使用機器の定 める値以上の離隔をとる	
レール 設置	傾斜角	設置最大傾斜角度45度以下	50mに一箇所及び急傾 斜区間
	曲げ 半径	使用機器の定める最小曲げ半 径以上	各曲げ加工箇所のうち最 大曲げ加工箇所にて確認
	延長	200m未満：-200 200m以上：-0.1%	全体延長 施工箇所が複数に跨る場 合はその各延長を全数

6. おわりに

本業務は平成 27 年 9 月から平成 28 年 1 月にかけて実施したものであり、伊豆市のみらい伊豆地区では平成 28 年度以降、本成果に基づいて農業用モノレール設備を設計し施工されつつある。今後は、更新されたモノレール施設の稼働状況を確認し、実施状態に関する各種情報を収集して改善・改良点等を設置要領や施工管理要領に反映していくことが重要であろう。

農業用モノレールは、狭い場所や急斜面での資材や機材の運搬手段として使用される場合が多いが、簡易的に敷設できるモノレールの施工性の特長を生かして多方面に応用することが可能と考えられる。モノレール設備は、各種農業生産物や資機材の運搬だけでなく、例えば狭隘な現場条件の土木・建築工事での資機材の運搬、災害復旧時の応急的な資機材の運搬、山間地域での人や物資の移動・運搬等への適用が想定される。これらの用途拡大のためには、使用目的に適した経済的・効率的なモノレール設備の設置要領の更なる整備が求められる。農林・建設分野の整備や適用範囲の拡大に向けて、本報告がその一助になれば幸いである。