

論 說 報 告

第 23 卷 第 9 號 昭和 12 年 9 月

アンチクリーパーの効果に就て¹⁾

會 員 星 野 陽 一*

On the Use of Anticreepers

By Yōiti Hosino, C. E., Member.

要 旨

1. 軌條匍進の原因は未だ定説を得ないが、軌道構造上動的作用下に於て始めて軌條が匍進することが可能である。
2. 従来用ひられてゐた各種匍進防止装置中凡る點から見てアンチクリーパーが最も有利な施設である。
3. 匍進防止装置なき軌道の匍進量 S_0 なるとき防止装置 n 箇所を取付ければ、該軌條の匍進量 S は $S = a^n S_0$ 。但し $a =$ 係數となる。
4. 經濟比較によれば年間匍進量 25 mm 以下の場合には匍進するに委せた方が有利であるが、之以上の匍進ある箇所はアンチクリーパーを取付けて匍進を 25 mm に拘束すべきである。

目 次

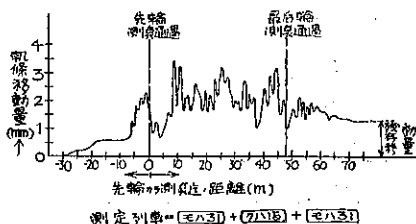
1. 軌條の匍進	頁
2. 匍進防止の方法	969
3. アンチクリーパーの匍進防止効果	970
4. アンチクリーパーの經濟價值	971
5. 雜 錄	972
	973

1. 軌條の匍進

軌條の匍進とは枕木を残して軌條のみが其の長手方向に移動する現象を云ふのであつて、其の量は年間 20~50 mm 程度のもが多く、大なるものは年間 100~200 mm 以上に及ぶ。現在匍進防止工を施しある延長は仙臺鐵道局管内の調査によれば總延長の 10%，主要幹線たる東北本線に於ては 25% に及ぶ。

列車が通過する場合に軌條が如何に移動するかを實測した一例を示すと圖-1 の如くである。之によれば列車の先輪が測點から三つ手前の接目に來た時より漸次前方移動を始め、直前に來てより列車が通過し終る迄は移動點を中心として激しい前後移動を行ひ、列車通過後幾分後退して落着く。

圖-1.



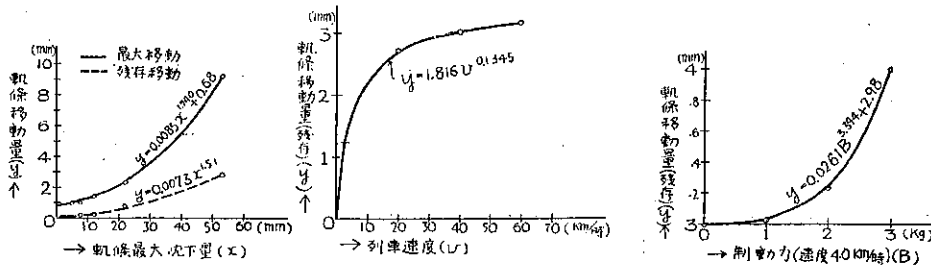
1) 本論文は鐵道省工務局主催の下に毎年1回開催される保線講話會討議會の研究を基として記述したものである(第22回保線講話會, 昭10.12. 従つて各種の數字は昭和10年を標準としてゐる)。

* 鐵道技師 工學士 鐵道省大臣官房研究所第四科勤務

又線路状態及運転状況別に列車通過時の軌條移動を實測した一例を示すと図-2. の如く、軌條沈下(路盤不良)、列車速度、制動率大なる程移動量が増大してゐる。

軌條匱進の現象は近時軸重大なる車輛が高速度を以て頻繁に運転されるに至つて著しく注目を牽くに至つた現象であつて、大なる勾配線に於て勾配の下方に、又制動區間に於て列車進行方向に起るのが最も普通であるが、匱進量と匱進を起す原因と推定される所謂匱進力との關係は場所々々によつて甚だしく相違し一定の關係を見出し難い。又勾配の上方に動く匱進、左右軌條で匱進方向を異にする等種々複雑なる現象もあつて、其の原因に就ては確たる定説を見出し難い。其の原因の一因を爲すと考へられるものを列挙すれば

図-2.



- (1) 通過列車が軌條接目部に於て衝撃を與へること
 - (イ) 遊間があること及兩側軌條高に差があること
 - (ロ) 接目鈹の軌條支持面に空隙があること
 - (ハ) 列車通過時接目鈹ボルトが延びて2枚の接目鈹が兩側に開くこと
 - (ニ) 接目部に於て兩側軌條端部が落込み、軌條面が或る角度を爲して交ること
- (2) 車輪、軌條面間の摩擦力(回戻及滑り摩擦)後者は主に機關車動輪下、制動車輪下及軌道曲線部に於て生ずるが、實測によると其他一般の場合に於ても車輪は常時スリップしてゐる。
- (3) 列車通過時の軌道各部の振動(通常軌道の波動現象と稱されてゐる)。
- (4) 實測によると走行車輪の前方軌條面に隆起を生ずるが、之が車輪の走行につれて脈動的に押進められる。
- (5) 軌條の溫度伸縮

上記諸原因中(5)及列車制動を除いた諸作用は單線區間に於ては上下列車により相殺さるべき性質を帯びてゐるが、矢張り原因の一部と見做さざるを得ない。

匱進の原因はさておき、軌條匱進は軌條が枕木を離れて移動する現象であるが、軌條が犬釘を以て枕木に締結された部分の摺動に對する抵抗力は犬釘2本打にて約2000kg(軌條片側1箇所分)之に對し道床中を枕木が移動する際働く抵抗力は其の約1/10の200~300kg程度であつて、靜的に軌條を押しても軌條枕木間に移動を生ずることは無い。従つて軌條の匱進は列車通過時に枕木軌條間に瞬間的に空隙を生ずるとか、軌條枕木間に揉み合ひを生ずるとかの動的作用下に於て始めて可能な譯である。

匱進力が靜的のものであるならば犬釘打のみにて軌條匱進を喰止めるに充分であつて、軌條匱進を防止すべき装置は前記の如き動的の作用に對して充分有效でなければならぬ。この點はアンチクリーパー設計上及效力試験の上に於て最も重要な事項である。

2. 匱進防止の方法

國有鐵道では從來より50kg軌條の大部分以外はノッチを有するL形接目鈹を用ひて居り、この接目鈹脚部

のノッチに大釘を打込んで枕木に締結してあるから、接目枕木に於ては軌條枕木間に移動を生じない。従つてこの軌條が匍進する場合には中間枕木上にて移動した軌條が接目枕木を伴つて動くことになる。従つてこの場合の匍進抵抗は主として接目枕木部の道床抵抗である。最も初歩的な匍進防止装置は此の接目枕木部の抵抗力を増す爲に、接目枕木に杭を打つとか踏張りを設けるとか、又は接目附近數挺の枕木を繋材を以て梯子形に繋ぎ合せ、接目枕木のみ道床抵抗に頼つてゐた匍進抵抗を附近數挺の枕木に分擔せしめるものである。

之等の方法は匍進力を軌道の弱點たる接目部に於て局部的に阻止する結果、生じ得る抵抗力に制限があるのみならず匍進力大なる場合は軌道に諸種の悪影響を及ぼし、到底現時に於ける匍進防止の要求を満足することは出来ない。

之に對しアンチクリーパーは接目以外の任意箇所に取り付け得るから、之を軌道に悪影響少く効果大なる如き箇所に任意個數だけ取付けて最も有効適切な匍進抵抗力を發揮させることが出来る。又装置が小さいから日常作業に支障を及すことも少い。

國有鐵道に於てはアンチクリーパーは大正末期頃より輸入品其他各種の考案が種々試用せられたが、現在では成績最も優秀なるものとして國産品 3 種 (住友型、戸畑型、外山型) に限定されるに至つた。以下アンチクリーパーと稱するのは之等現今標準形となつたものを謂ひである。

アンチクリーパーは前記の如き效力上の利點を有するのみならず、之を經濟的に見ても最も有利な施設なのである。計算の一例を挙げれば、匍進ある軌道に杭打を行つた場合 100m 當り年間軌道保守費 10.75 円に對し、アンチクリーパーを用ふれば 5.80 円となり、各種の匍進防止工中アンチクリーパーに依るものが最も經濟的であると云ふことになる。

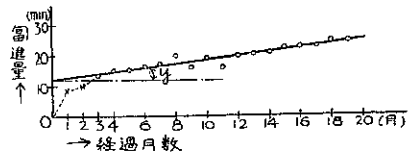
現在國有鐵道に於ては未だ杭打繋材等の匍進防止工が一般的に施されてゐるが、將來はアンチクリーパーを取付け得ない特殊の箇所を除き、之を全廢してアンチクリーパーを使用すべきである。

現在國有鐵道に於けるアンチクリーパーの毎年購入數は約 18 萬個である。

3. アンチクリーパーの匍進防止效果

アンチクリーパーを匍進して居る現場軌道に取り付け取付後の匍進の進行状態を見ると圖-3 の如くなる。取付後 3 ヶ月間は比較的大なる而して不規則な進行を爲すが、其の後は略一定の進行状態を辿る。取付初期に於ては取付の爲の道床弛緩其他の爲斯くなるのであつて、實際の效力は軌道が落ち着いた 3 ヶ月以後に現はれると見てよい。3 ヶ月以前を除外した以後の傾向線の傾角 y の大小を以て效果の大小が表示される。

圖-3.



同一箇所同種のアンチクリーパーにて取付個數を増加すれば傾角

y は次第に減少するが、之を圖示すると圖-4 の如くなる。この有様は次式を以てよく表示される。

$$y = a^n y_0$$

但し n : アンチクリーパー個數
 a, y_0 : 常數

y, y_0 を一定期間内の匍進量例へば年間匍進量に換算して表示すれば

$$S = a^n S_0 \dots \dots \dots (1)$$

但し S : アンチクリーパーを取付けた場合の年間匍進量
 S_0 : アンチクリーパー無き場合の "
 n : 軌條 1 本當りアンチクリーパー個數 (片側軌條分)
 a : アンチクリーパーの效力に関する係數

(1) 式の意味はアンチクリーパー 1 個を取付ければ S_0 なる匍進量は $100a\%$ に減少し, 2 個取付ければ 1 個にて喰止めた残余の匍進 ($=aS_0$) の同じく $100a\%$ となる (以下同前) と云ふことである。調査の結果によれば杭打又は緊材等にて匍進を防止する場合にも n を杭本數緊材の枕木跨挺數又は組數とすれば, 矢張り (1) 式と同様の關係式が成立する。従つてアンチクリーパー個數不足の爲アンチクリーパー取付枕木に杭打を施して其の不足を補つた如き場合の匍進量は次式で表はされる。

$$S = a^n b^m S_0$$

但し a, n : アンチクリーパーの效力及個數に関するもの
 b, m : 杭打緊材等の " "

又緊材を用ひた場合は

$$S = a^n c^{p(q-1)} S_0$$

但し p : 軌條 1 本内の緊材組數
 q : 緊材 1 組の枕木跨挺數

$$a = 0.72 \sim 0.79 \quad \text{平均} = 0.75 \dots \dots \dots (2)$$

(戸畑型及住友型アンチクリーパー)

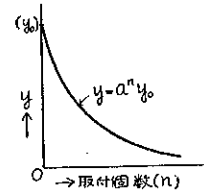


図-4.

である。即ちアンチクリーパー 1 個を取付ければ匍進量は約 75% に減少する。

(2) 式の數字は片側軌條長 10m につきアンチクリーパー n 個を取付けた場合の 1 個當り効果率であるが, 調査によれば軌條長異なる時は軌條長に比例してアンチクリーパー個數を増減すれば同一の效果を表はす。従つて軌條長 l m なるときは (1) 式 n の代りに $(10/l) \cdot n$ とし, この n を軌條 1 本 (l m) 當りのアンチクリーパー個數と考へれば (2) 式係數を其の儘用ひてよい。

4. アンチクリーパーの經濟價值

軌條匍進を防止する爲にはアンチクリーパーを用ふるのが經濟上其他の點より見て最も有利であることは既述の通りであるが, 次に匍進防止を施すべき限界に就て述べる。

表-1

年間匍進量 (mm)	アンチクリーパー個數 (軌條長 10m 當り側分)
25 ~ 35	1
35 ~ 45	2
45 ~ 60	3
60 ~ 80	4
80 ~ 100	5
100 ~ 130	6
130 ~ 180	7
180 ~ 230	8
230 ~ 310	9
310 ~ 400	10

軌條が匍進する場合一般に遊間, 高低, 通り等軌道狂を助長し, 又一定以上の匍進が起れば軌條を元に引戻さなければならぬ。アンチクリーパーを取付けて軌條匍進を抑制すれば之等軌道の保守作業に要する費用を減ずることが出来るが他方餘分の添加物が出来ただけ軌道保守費 (アンチクリーパー取付及壽命によるアンチクリーパーの付替を含む) が增加する。このアンチクリーパー取付の爲の利得額と損失額の

差の最大となる様アンチクリーパーを取付ければ軌道の保守費は最少となる筈である。この趣旨により計算決定された適當なるアンチクリーパー個數は表-1 の通りである。

$$\text{計算式: } H = 2n \left\{ \frac{1}{20}(A+B) + C \right\} + \frac{1}{50} a \cdot S_0 (Y+Z+2nB)$$

但し H : 延長 10 m 當アンチクリーパー取付關係年間軌道保守費

n : 軌條長 10 m 片側軌條當アンチクリーパー個數

A : アンチクリーパー 1 個の價格=0.56 (円)

B : " " の取付費=0.0054 (円)

C : " " 取付の爲の年間保守費の増額=0.0105 (円)

a : " " の効果率=0.75

Y : 延長 10 m 當遊間整理費 (軌條引戻)=0.399 (円)

Z : 遊間整理後の保守費増額 (10 m 當)=0.224 (円)

又アンチクリーパーの生命を 20 年とし、匍進量、50 mm に達すれば遊間整理を必要とする。

上式に於て各種 S_0 に對し H を最小とする n の値を求める。

表-1 結果によれば年間匍進量 25 mm 以下の箇所に於てはアンチクリーパーを取付けず軌條を匍進するに委せた方が有利であるが、之以上の匍進を爲す箇所に於てはアンチクリーパーを取付けて之を抑制した方が有利なことを知る。又年間匍進量 25 mm 以下ならば現有保守勢力を以て此の軌道を保守するに支障は無い。

アンチクリーパー取付個數は線路状態 (勾配、曲線、路盤等)、運転状況 (車種、速度、通過噸數、制動の有無等) 別に決定するのが便利であるが、之等多數の條件を考慮して個數を決定することは相當困難であり、且實情に即した數字を得るや否やにも疑問がある。因に現在國有鐵道に於ける匍進防止裝置に關する規程は次の如くである (鐵道省軌道整備心得第 51 條)。

本線路 = ハ左ノ標準 = 依リテ軌條匍進防止裝置ヲ施設スベシ

1. 複線 = 於テハ 10% ヨリ急ナル上リ勾配ヲ除ク全區間
2. 單線 = 於テハ甲線 10%、乙線 16%、丙線 20% ヨリ急ナル勾配線
3. 其他匍進甚シキ箇所

5. 雜 錄

(イ) アンチクリーパーの價格……1 個約 60 錢 (國産品 50~30 kg 軌條用)

取付所要時分 1 人にて 1 個約 1 分 (砂利掻出、取付、砂利埋戻共)

(ロ) アンチクリーパーの耐久……アンチクリーパーを一般に使用し始めてより 4,5 年を経たに過ぎず耐久に就ては判然としないが、現在弛緩し用を爲さざるもの又は過去に於ける不良品更換數は取付總數の 1% 以下程度である (之は取付技術及製品の不完に關係すること大である)。

(ハ) アンチクリーパー取付に關する注意

- (1) 枕木は正角にして彎曲少きものを要す。
- (2) タイプレート敷設箇所はアンチクリーパーの枕木當り面が枕木上位となり效果劣る (效果 50% 低下せる調査あり)。
- (3) 取付取外を頻繁に行ふと緊締力を減ずるから、取付に際して軌道状態を整備し置くのが得策である。
- (4) 閉業當初又は軌條更換直後は匍進量が少ない。
- (5) 曲線では一般に外方軌條の方が匍進量大である。
- (6) 日常の軌道保守作業に及ばず支障は問題とするに足りない。
- (7) 軌條の溫度伸縮によりアンチクリーパーと枕木間に空隙を生ずるが、之をつめると遊間を亂す結果となる。

現在標準形となつてゐるアンチクリーパーは軌條に喰付く様式により、彈力式と楔力式に分類されるが、兩者の

特長を列挙すると次の如くである。

(イ) 弾力式

- (1) 取付の際枕木に密着させることが困難である。
- (2) 形状簡單で製作上の公差等により取付困難を生ずることが少い。又取付後の弛緩も少い。
- (3) 取付取外を度々行ふと效力低下す。
- (4) 枕木上位に於て枕木と接觸するから枕木小返りを起し易い。又枕木正角の不正、タイププレート使用箇所等に不都合が多い。

(ロ) 楔力式

- (1) 取付容易である。
- (2) 形状複雑で製作上の缺點が影響し易い。
- (3) 枕木との接觸面が軌條中心線から横にずれてゐるから、枕木直角狂を生じ易い。又兩側軌條の匄進量に差を生ずる。
- (4) 枕木との接觸面積が小さいから枕木喰込が大である。
- (5) アンチクリーパーが枕木から離れた場合、軌條に喰付く力が弱くなるから脱落し易い。

効果の點から云へば大差なきも、前者は當初より效力があるのに對し、後者は初め稍弱く、軌條匄進力が大で充分締つた後は效力大となる傾向がある。

引 用 文 獻

1. 第 22 回保線講話會紀錄 (昭 11, 鐵道省工務局)
2. 業務研究資料 20 卷 5, 6 號 (昭 7)
 " 22 " 38 " (昭 9)
 " 23 " 6 " (昭 10)
3. 篠崎冬茂: 軌條並其附屬品 (鐵道出版局)