

【技術分類】 2-7 自然災害による破損防止

2-7-1 地震対策

【 F I 】 B66C15/00@B

【技術名称】 2-7-1-1 コンテナクレーンの積層ゴム式免震装置

【クレーン種別】 1-5 コンテナクレーン

### 【技術内容】

東京港の新バースに設置した免震装置付コンテナクレーンについて述べた。

コンテナクレーンの走行装置とシルビームの間に4組の免震装置を設置した。この免震装置によってクレーンの固有周期が長周期化し、地震に対するクレーンの加速度応答を低減させることができる。免震装置は地震動の3方向のうち特に影響が大きなクレーンの横行方向に機能を発揮するものとした。アイソレータには積層ゴムアイソレータを使用した。図1に免震装置の構成図を、図2にその構成要素と機能を示す。シアピンは大地震時にもみ切断するように設定している。

実機加振による免震性能確認試験を実施した。図3に試験時の外観を示す。実際のクレーンを加振し、免震装置の設置によりクレーン横行方向周期が長周期化することを確認した。

積層ゴムアイソレータのせん断変形時のばね定数は、せん断変形量が小さくなると大きくなる傾向がある。解析によって得たアイソレータのせん断変形量とクレーン横行方向の固有周期との関係を図4に示す。試験によるせん断変形量から推定し、実機においてもレベル2級の地震に対し目標の約4秒にまで長周期化できることが検証できた。

### 【図】

図1 免震装置の構成図

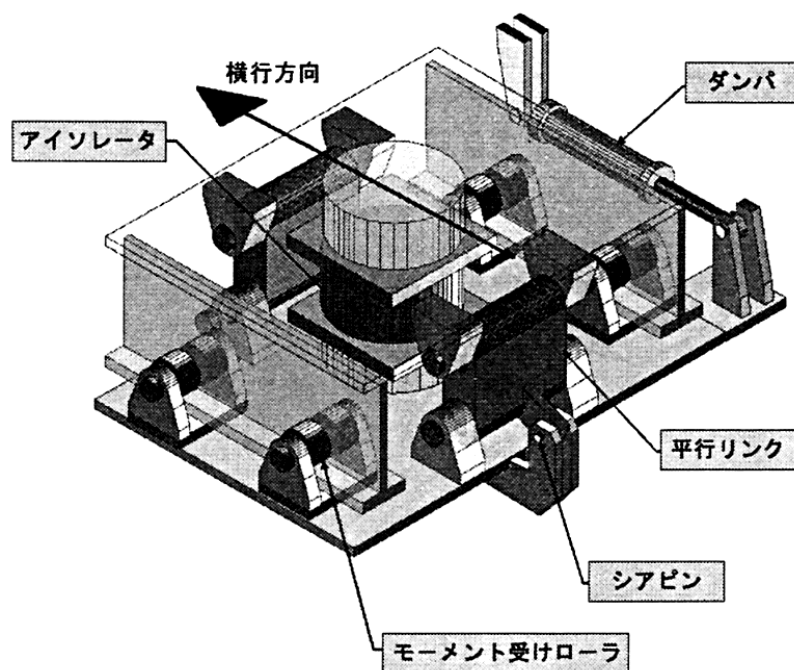


図-1 免震装置の構成図

出典：「免震装置付コンテナクレーン」、「港湾荷役 第47巻 1号 125頁」、「2002年1月」、「永松健一郎、小柳誠一（財団法人東京港埠頭公社）著」、「港湾荷役機械化協会発行」

図2 免震装置の構成要素・機能

表-1 免震装置の構成要素・機能

構成要素	機能・役割
積層ゴムアイソレータ	・クレーンの横行方向固有周期の長周期化。
	・鉛直荷重の支持伝達。
ダンパ	・地震エネルギーの吸収。
モーメント受けローラ	・積層ゴムアイソレータの回転変形の拘束。
平行リンク	・積層ゴムアイソレータの過度の水平変形の抑制。
	・走行方向水平力の伝達。
シアピン	・荷役時の免震装置の固定。
	・大地震時の免震装置の固定解除。

出典：「免震装置付コンテナクレーン」、「港湾荷役 第47巻 1号 125頁」、「2002年1月」、「永松健一郎、小柳誠一（財団法人東京港埠頭公社）著」、「港湾荷役機械化協会発行」

図3 試験時のクレーン外観

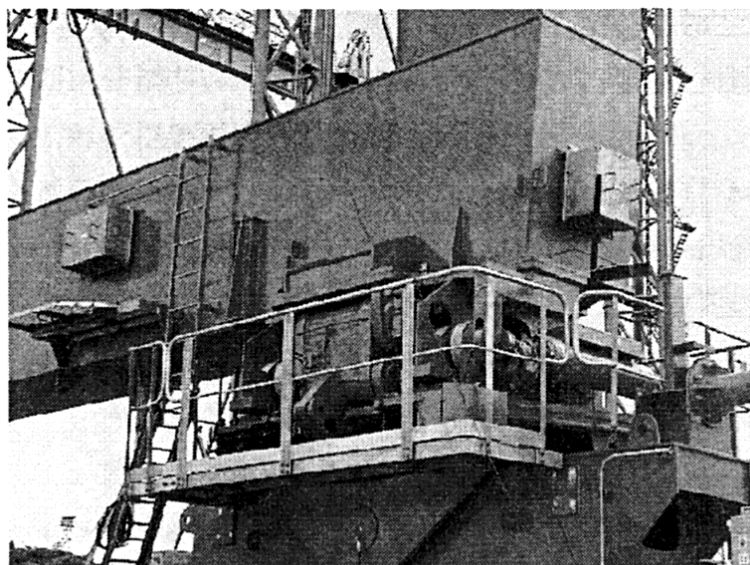


写真-3 試験時クレーン外観

出典：「免震装置付コンテナクレーン」、「港湾荷役 第47巻 1号 128頁」、「2002年1月」、「永松健一郎、小柳誠一（財団法人東京港埠頭公社）著」、「港湾荷役機械化協会発行」

図4 アイソレータのせん断変形量とクレーン固有周期の関係

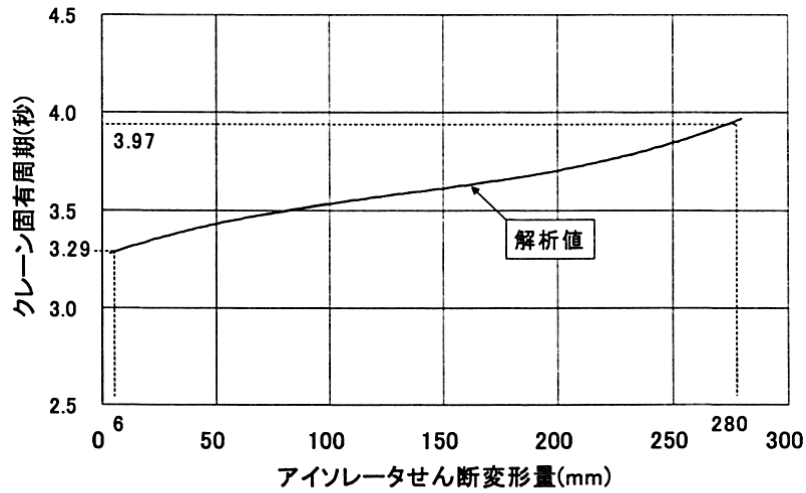


図-4 アイソレータのせん断変形量とクレーン固有周期の関係

出典：「免震装置付コンテナクレーン」、「港湾荷役 第47巻 1号 129頁」、「2002年1月」、「永松健一郎、小柳誠一（財団法人東京港埠頭公社）著」、「港湾荷役機械化協会発行」

【出典／参考資料】

「港湾荷役 第47巻 1号 124-129頁」、「2002年1月」、「永松健一郎、小柳誠一（財団法人東京港埠頭公社）著」、「港湾荷役機械化協会発行」

【技術分類】 2-7-1 地震対策

【 F I 】 B66C15/00@B

【技術名称】 2-7-1-2 コンテナクレーンのスライド機構式免震装置

【クレーン種別】 1-5 コンテナクレーン

### 【技術内容】

耐震コンテナクレーンは、レベル2地震動に対しクレーン全体系の安定度が満足されていることが必要である。大規模地震時に起きるロッキング（脚の浮き上がり）現象は、コンテナクレーンの耐震強化のみでは防止できない。

大規模地震時に対し、耐震強化することなく、ロッキングの振動を抑制してクレーンの脱輪を防止し、地震後直ちに使用できる免震コンテナクレーン（図1）を開発した。

免震装置は、スライド機構、復元機構、減衰機構、トリガ機構によって構成され、走行装置と脚構造の間の4個所に搭載される。図2に機構の詳細を示す。地震時に許容以上の地震力が働いた場合、トリガ機構のシヤピンが切断され、クレーン上部はスライド機構の軸受けで自由に動くようになり、脚部にクレーン上部の地震による水平力が伝わらないようになり、脱輪が防止される。クレーン上部の地震による水平力はオイルダンパを用いた減衰機構、コイルばねを用いた復元機構で吸収され、地震後は元の位置に復帰する。

耐震強化岸壁の設計に使用される地震波で時刻歴応答解析を行い、免震装置のばね定数、減衰定数などのパラメータの最適値を設定した。1/15縮尺模型および一体組みによる実機加振試験を実施して免震装置の性能を検証した。

免震装置の作動によりクレーンは長周期化し、地震力により損傷を受けないため地震後補修が不要となる。地震時にはクレーン自重の約50%の水平荷重が岸壁に掛かるが、免震装置の設置により約20%にまで低減できる。これにより、水平荷重を耐震強化岸壁の設計値に抑えることができる。

### 【図】

図1 免震コンテナクレーン

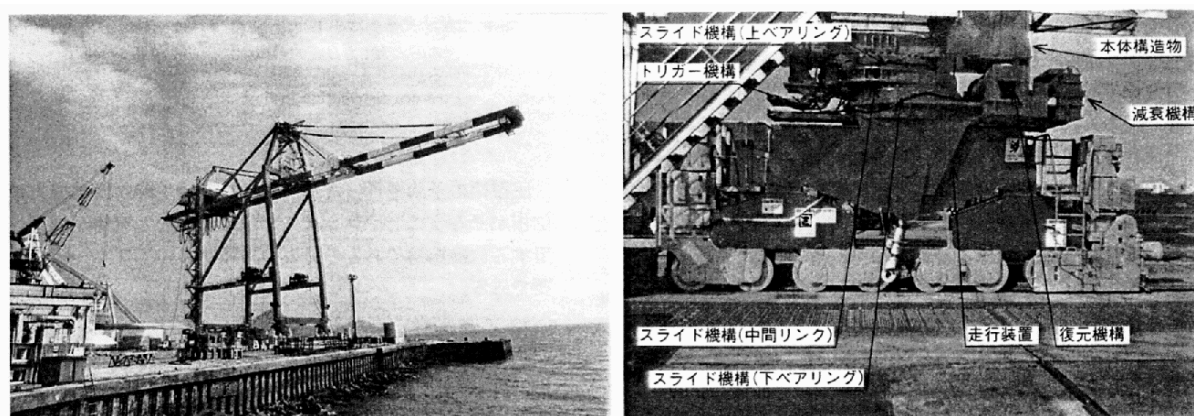
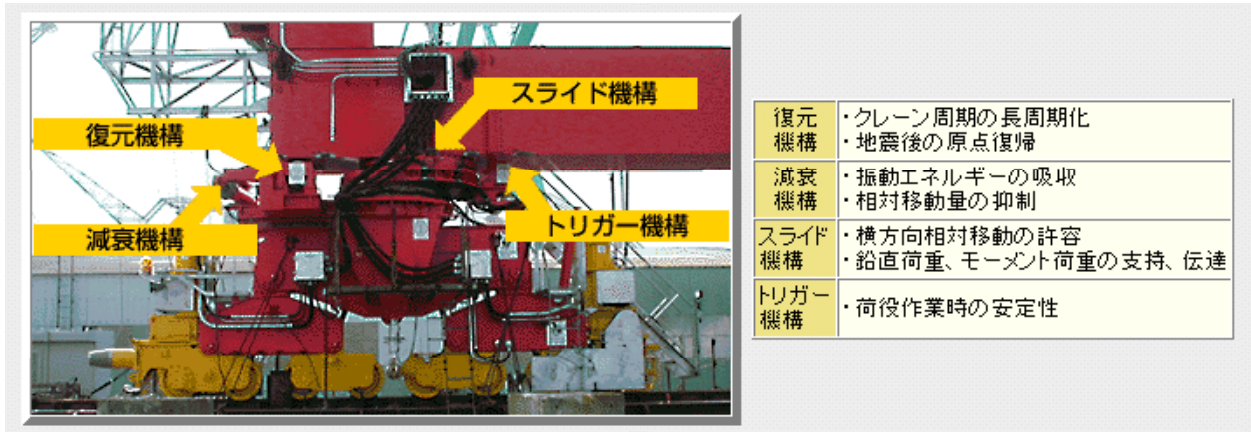


図1 免震コンテナクレーン

出典:「免震コンテナクレーン」、「三菱重工技報 Vol.37 No.6 338頁」、「2000年11月」、「池田(三菱重工工業株式会社)著」、「三菱重工工業株式会社発行」

図2 免震機構



出典：「三菱重工業株式会社ホームページ」、[「http://www.mhi.co.jp/hmw/stst/conveyance/new/mensin.html」](http://www.mhi.co.jp/hmw/stst/conveyance/new/mensin.html)、「新製品情報」、「免震クレーン」、「2005年2月3日入手」

【出典／参考資料】

「三菱重工技報 Vol.37 No.6 338頁」、「2000年11月」、「池田（三菱重工業株式会社）著」、「三菱重工業株式会社発行」

「三菱重工業株式会社ホームページ」、[「http://www.mhi.co.jp/hmw/stst/conveyance/new/mensin.html」](http://www.mhi.co.jp/hmw/stst/conveyance/new/mensin.html)、「新製品情報」、「免震クレーン」、「2005年2月3日入手」

【技術分類】 2-7-1 地震対策

【 F I 】 B66C15/00@B

【技術名称】 2-7-1-3 コンテナクレーンのヒンジ式免震装置

【クレーン種別】 1-5 コンテナクレーン

【技術内容】

大地震においても耐震強化岸壁上で脚の浮き上がりや脱輪を起こさず、レールスパンが広がっても走行機能を維持できる免震機能を持ったコンテナクレーンを開発した。

考案した免震装置を図1に示す。皿ばねを介して上下フランジを接合することにより、自重および皿ばねによって得られる圧縮力を利用して地震による揺れを長周期化し、復元モーメントを発生させる。

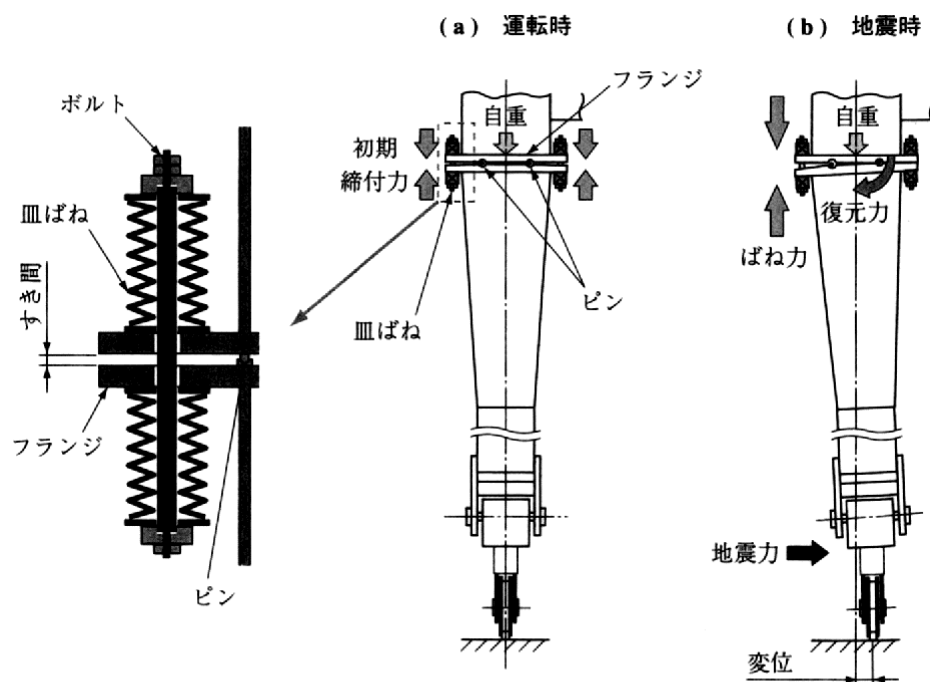
上下のフランジが1脚あたり2個所で接触し、その接触部に間隔を空けることでヒンジ型の構造とした。これにより、復元力特性は図2のようになる。すなわち、免震機構は、フランジ面に掛かる予圧縮力に打ち勝つだけのモーメントが作用するまで変形を起こさず、トリガ機構を内包した特性を呈する。

縮尺模型を用い振動台加振試験を行った。神戸ポートアイランド波を加振波として実施した試験結果の代表例を図3に示す。免震装置が非作動の場合は、4脚とも激しく浮き上がり、脱輪による衝撃で正負1.02Gを超える応答加速度が発生した。免震装置を作動させた場合は、脚の浮き上がりも脱輪も起きず、応答加速度は目標値の正負0.225G以内にほぼ収まった。

縮尺模型に対し有限要素法を用いてシミュレーションを行い、その解析結果を試験結果と比較することによって解析手法の妥当性を立証した。

【図】

図1 免震装置の構造



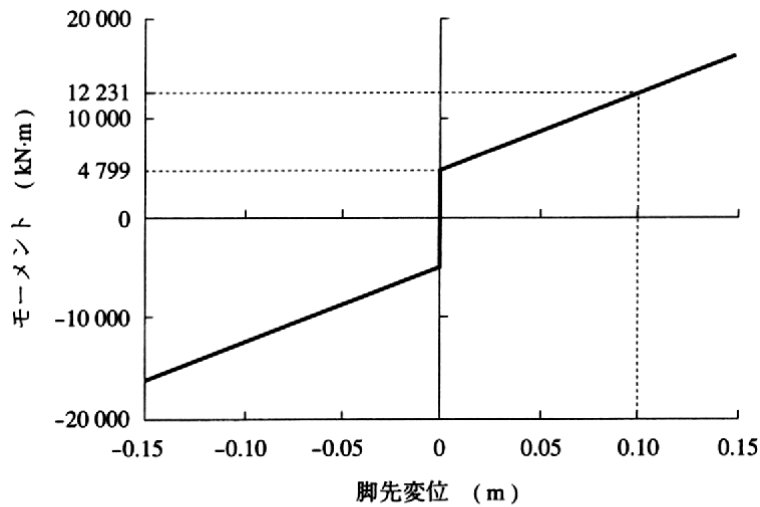
第2図 免震装置の構造

Fig. 2 Structure of seismic isolation system

出典：「コンテナクレーン用ヒンジ式免震装置の開発」、「石川島播磨技報 Vol.43 No.6 232 頁」、  
「2003年11月28日」、「辻直人、島田貴弘、柏崎昭宏、信太雅人、近藤晃司（石川島播磨重工業株式

会社) 著、「石川島播磨重工業株式会社発行」

図2 実機の復元力特性試算

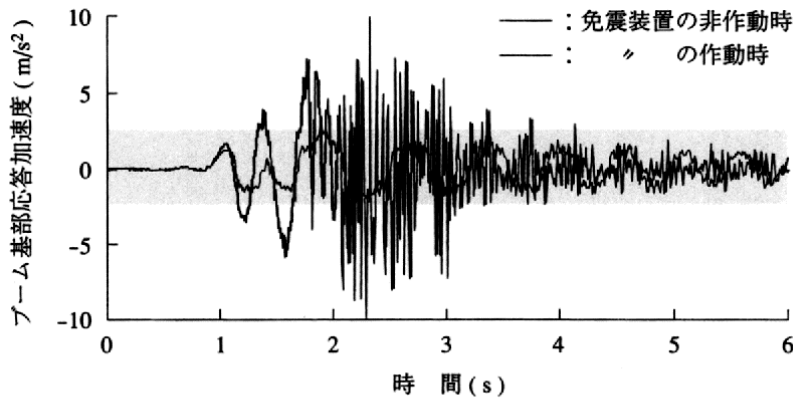


第4図 実機の復元力特性試算

Fig. 4 Estimated restoring force characteristics of existing cranes

出典：「コンテナクレーン用ヒンジ式免震装置の開発」、「石川島播磨技報 Vol.43 No.6 233 頁」、  
「2003年11月28日」、「辻直人、島田貴弘、柏崎昭宏、信太雅人、近藤晃司（石川島播磨重工業株式  
会社）著」、「石川島播磨重工業株式会社発行」

図3 模型加振試験の結果



第6図 模型加振試験結果

Fig. 6 Results of vibration tests for scale model

出典：「コンテナクレーン用ヒンジ式免震装置の開発」、「石川島播磨技報 Vol.43 No.6 234 頁」、  
「2003年11月28日」、「辻直人、島田貴弘、柏崎昭宏、信太雅人、近藤晃司（石川島播磨重工業株式  
会社）著」、「石川島播磨重工業株式会社発行」

【出典／参考資料】

「石川島播磨技報 Vol.43 No.6 231-235 頁」、「2003年11月28日」、「辻直人、島田貴弘、柏崎  
昭宏、信太雅人、近藤晃司（石川島播磨重工業株式会社）著」、「石川島播磨重工業株式会社発行」

【技術分類】 2-7-1 地震対策

【 F I 】 B66C15/00@B

【技術名称】 2-7-1-4 天井クレーンの耐震装置

【クレーン種別】 1-1 トロリ式天井クレーン

### 【技術内容】

本装置は、図1に示すように爪部がレールを左右から常につかむ構造となっており、破壊しない限り、外力によりクレーンがレールから外れることがない。このため地震または誤操作によるクレーンの脱輪、落下を防止できる。

爪とレール間の把持強度を図2に示す。

本装置はレール進行方向に自由に動作するようレールとの隙間を設けており、またレールの据付精度の誤差に対応するため、フローティング構造としているので、クレーンの走行には全く支障がない。取付け方法は図1の溶接タイプのほか、既設クレーンへの取付けが容易なボルト取付タイプ(図3)がある。

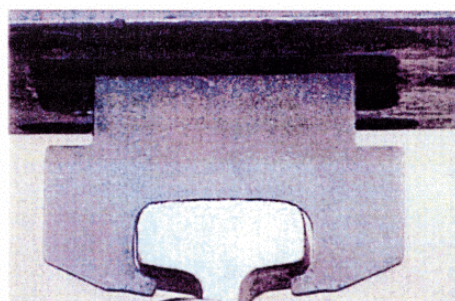
### 【図】

図1 溶接取付タイプ

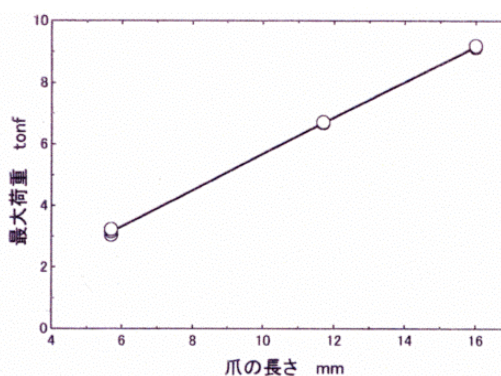


出典:「<http://www.itc.pref.kagawa.jp/tech/seihin.html>」、「香川県産業技術センター」、「製品化例2頁」、「天井走行クレーンの脱輪防止装置」、「2004年10月22日入手」

図2 静的強度試験



(a) 静的強度試験状況



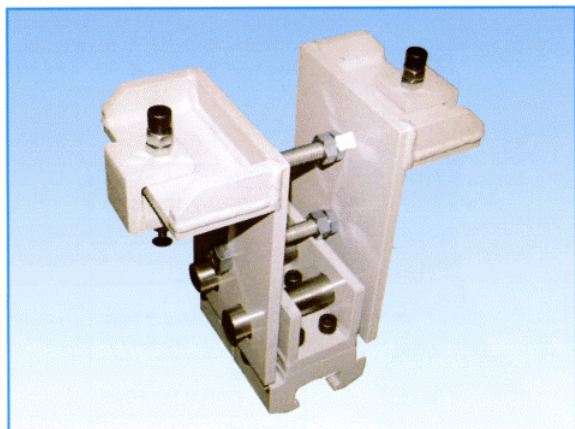
(b) 試験結果

図5. 静的強度試験

出典:「株式会社今井鉄工所 商品説明書」、「天井クレーン脱輪防止装置 4頁」、「平成15年」



図3 ボルト取付タイプ



●ボルト取付タイプ

「三菱電機ホイスト株式会社 カタログ」、「MITSUBISHI クレーン脱輪防止装置」、「クレーングリッパ」

【出典／参考資料】

「<http://www.itc.pref.kagawa.jp/tech/seihin.html>」、「香川県産業技術センター」、「製品化例 2 頁」、「天井走行クレーンの脱輪防止装置」、「2004 年 10 月 22 日入手」

「株式会社今井鉄工所 商品説明書」、「天井クレーン脱輪防止装置」、「平成 15 年」

「三菱電機ホイスト株式会社 カタログ」、「MITSUBISHI クレーン脱輪防止装置」、「クレーングリッパ」