

フォークリフト等の産業車両の EMC — EN 12895 の概要

株式会社 e・オータマ 佐藤智典

2021 年 2 月 15 日

目次

1	概要	1
1.1	対象となる産業車両の例	2
1.2	適用対象外となるもの	3
2	試験の実施	4
3	エミッション	4
3.1	駆動系の試験	4
3.2	電動モータ駆動の荷役システムの試験	4
3.3	電動パワー・ステアリング・システムの試験	5
3.4	補助電気機器の試験	5
3.5	交流電源に接続できる場合	6
4	イミュニティ	6
4.1	電磁放射へのイミュニティ	6
4.1.1	合否判定	7
4.1.2	速度ゼロでの駆動系の試験	7
4.1.3	低回転速度での駆動系の試験	8
4.1.4	荷役システムの試験	8
4.1.5	電動パワー・ステアリング・システムの試験	8
4.1.6	補助電気機器の試験	9
4.2	静電気放電に対するイミュニティ	9
4.3	磁界へのイミュニティ	9
4.4	交流電源に接続可能な場合	10
5	補足	10
5.1	欧州指令との関係	10
5.1.1	EMC 指令	10
5.1.2	機械指令	10
5.2	ISO 13766-* との比較	10
5.2.1	機械からの電磁放射のエミッション	10
5.2.2	機械の電磁放射へのイミュニティ	11
6	参考資料	12

1 概要

EN 12895^[1] はフォークリフトに代表されるような産業車両の EMC 要求を定める欧州規格である。

ここで言う“産業車両 (industrial truck)”は、少なくとも 3 つの車輪を持つ、線路上を走行するものを除く、任意の貨物を運搬し、牽引し、押し、持ち上げ、積み重ね、あるいはラックに並べるように設計された、オペレータが制御するか自動制御される車輪付きの車両等を意味する。^{†1}

本稿ではこの EN 12895:2015+A1:2019 の要求事項の概要を述べる。なお、本稿は規格の内容全てをカバーするものではなく、また正確であるとも限らないので、正確な情報は規格そのもの^[1] や関連する公式な文書を参照されたい。



^{†1} “industrial truck”には手押しのパレット・トラック (ハンドフォーク) のようなものも含まれるため、“車両”という表現は適切ではないようにも思われるが、関連する JIS 規格での表現に併せて“産業車両”としておく。

1.1 対象となる産業車両の例



Pallet truck



Order-picking truck



Reach truck



Variable-reach truck

(photo: Editor5807, license: CC BY 3.0)



Straddle truck



Variable-reach container handler

(photo: joost j. bakker, license: CC BY 2.0)



Counterbalance container handler



Towing tractor

(photo: Hunini, license: CC BY-SA 4.0)



Burden carrier

(photo: Bundesstefan, license: CC BY-SA 4.0)



Automatic guided vehicle

1.2 適用対象外となるもの

以下のものはこの規格の対象から除外される:

- ストラドル・キャリア



(photo: Bengt-re, license: CC BY 3.0)



- 電動で昇降する荷役装置を備えたものを除く、人力での搬送のための機器



- 最大速度が 30 km/h を超える、公道などでの使用が意図された車両^{†2}
- 無人搬送車の位置決めシステム^{†3}
- 車両のシステム間の相互作用
- 車両上の無線機器へのインターフェース
- 車両が使用されていない時にのみ使用される、交流電源に接続される機器 (例えばオンボード充電器)

また、非接触給電が用いられる場合、それに伴う放射 (車両ではなく充電器側からのものとなるが) は別に考慮することが必要となるだろう。

2 試験の実施

試験は以下のいずれかの形で行なう:

- 完成車両試験 — 組み上げられた車両 1 台を試験する。
- システム試験 — システムを車体から分離して試験する。システムの車体への組み込みでは試験されたものと物理的に、また電氣的に同一のコンポーネントとハーネスを用いる。^{†4}

但し、電源周波数の磁界に対するイミュニティは磁界の影響を受けるかも知れないコンポーネントを試験する。

3 エミッション

放射エミッションの測定は、受信アンテナをフォークなどの荷役装置を除いた部分の中心線上、車両の左右双方の側面から 10 m の距離に置いて行なう (図 1)。

測定は、まずアンテナの高さを 3 m とし垂直偏波と水平偏波で行ない、さらにその結果が高い (エミッション限度に近い) 少なくとも 5 つのピークに

ついてアンテナの高さを 2~4 m で変えて測定を繰り返す。^{†5}

測定されたエミッションは規定されたエミッション限度 (図 2) を超えてはならない。

測定設備は EN 55016-1-4 (CISPR 16-1-4) と EN 55016-1-1 (CISPR 16-1-1) に適合するものを使用する。

狭帯域のエミッションは平均値検波 (AV) か準尖頭値検波 (QP) で、高圧点火系が発生する広帯域のエミッションは準尖頭値検波 (QP) で測定できるが、ISO 13766-1^[9] などと異なり狭帯域エミッションか広帯域エミッションかによる限度値の違いもないので、通常はエミッションが狭帯域か広帯域かを気にせず準尖頭値検波 (QP) で測定すれば済むだろう。

§3.1~§3.4 の試験は、別々に、あるいは同時に行なうことができる。

3.1 駆動系の試験

駆動系の試験のため、車両は駆動輪を空転させられるように持ち上げる。

駆動系が速度制御を備える場合は最大動作速度の 60~80 % となるように、それが不可能な場合は最大動作速度に設定する。

内燃機関式の車両の場合、火花点火エンジンは 1500 rpm で、ディーゼル・エンジンはアイドル速度の 1.5 倍で動作させる。

3.2 電動モータ駆動の荷役システムの試験

この試験は、リフトなどの荷役システムの駆動のための油圧が電動の油圧ポンプで発生させられる場合、あるいは荷役システムが電動モータで直接駆動される場合に必要となるだろう。

荷役システムが電気パルス制御を用いる場合、最大動作速度の 60~80 % となるように、それが不可能な場合は最大動作速度に設定する。

^{†2} 公道を走行する車両の車両としての部分は一般に ECE Regulation No. 10 (ECE R10) ^[8] の対象となる。

^{†3} 例えば、電磁誘導方式での誘導用の交流磁界、走行制御用の RFID に関連する放射など。

^{†4} これは完成車両での試験が困難な大型の車両で特に有用であろう。

^{†5} 一見、CISPR 12^[4] の測定法と似ているように見えるかも知れないが、測定サイトに関する要求も測定法も CISPR 12 などとは異なる。

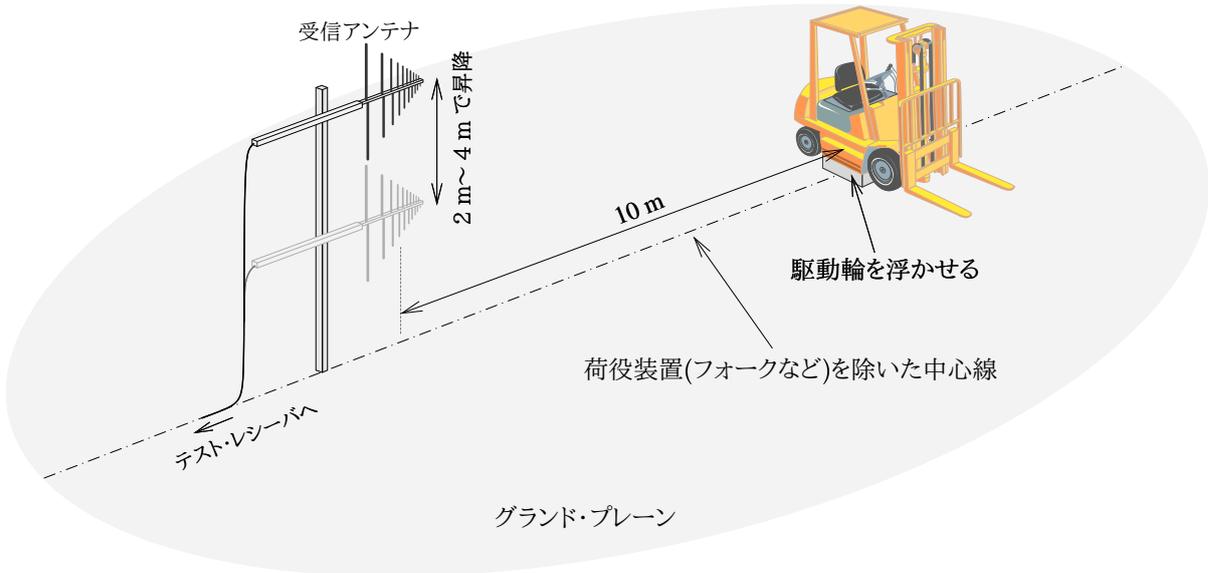


図 1: オープン・サイトでの放射エミッション測定セットアップのイメージ

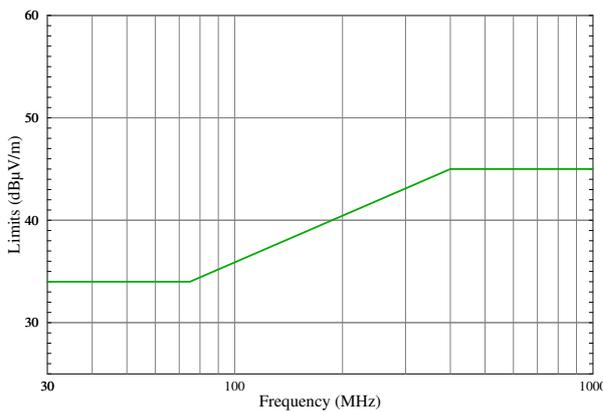


図 2: 放射エミッション限度

車両の油圧システムの仕様のために連続動作させられない場合、必要な試験手続きを可能とするように試験対象の車両の油圧システムを改造する。

荷役システムが電磁弁や比例弁などの電気式のコンポーネントを含む場合、通電状態で試験する。

荷役システムがモータで直接駆動される場合、モータを持続的に動作させるためには、荷役システムをモータから機械的に切り離すことが、あるいは荷役システムの反復動作を自動的に、もしくは試験に悪影響を与えないような形での遠隔操作で行なわせられるようにすることなどが必要となるかも知れない。

モータが油圧ポンプの駆動のために用いられる場合はポンプを持続的に動作させるだけで済みそうであるが、上記のように、ポンプを持続的に動作さ

せるためには油圧システムの改造が必要となるかも知れない。

3.3 電動パワー・ステアリング・システムの試験

ステアリング・モータを持続的に回転させて試験する。ステアリング・システムがパルス制御を用いている場合、パルス駆動状態で試験する。

ステアリング・モータを持続的に動作させるためには、ステアリング機構をモータから機械的に切り離すことが、あるいはステアリングの反復動作を自動的に、もしくは試験に悪影響を与えないような形での遠隔操作で行なわせられるようにすることなどが必要となるかも知れない。

3.4 補助電気機器の試験

試験中、電圧変換器、ファン、ワイパー・モータなど^{†6}の補助的な電気コンポーネントは通電する。

短時間(数秒間)のみ使用される、警笛、ウインド・スクリーン・ウォッシャーなどのアクセサリは除外する。

^{†6} その他、前照灯や後照灯、方向指示器、回転警告灯、動作警告音(ブザーやメロディー)発生装置などもあるかも知れない。

3.5 交流電源に接続できる場合

動作中に交流電源に接続できる場合、電源に接続して動作させた状態で EN 61000-6-3:2007^[3] で定められた限度にも適合しなければならない:

- 放射エミッション (30~1000 MHz, 図 3)
- 伝導エミッション (0.15~30 MHz, 図 4; 図 5)
- 高調波電流エミッション — EN 61000-3-2、もしくは -3-12^[6] に適合すること
- 電圧変動/フリッカ — EN 61000-3-3、もしくは -3-11^[7] に適合すること

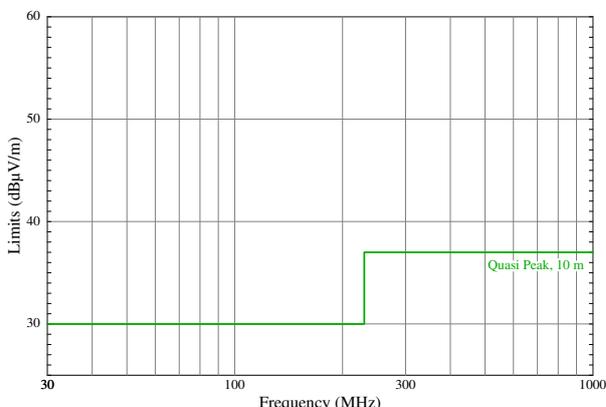


図 3: EN 61000-6-3:2007 — 放射エミッション限度

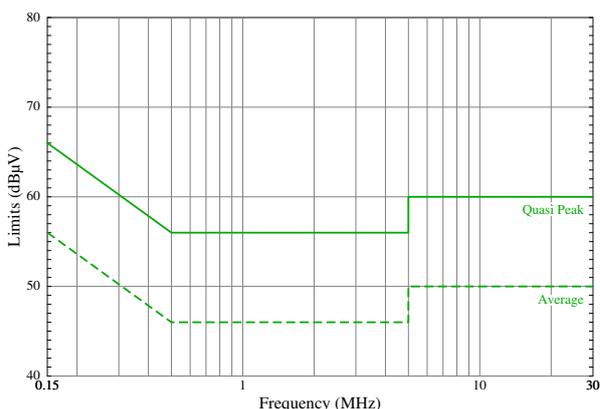


図 4: EN 61000-6-3:2007 — 電源ポート伝導エミッション限度

動作中以外 (おそらくは充電時) にのみ交流電源に接続される場合、§1.2 で触れたように、交流電源への接続の機能はこの規格の適用範囲からは除外される。

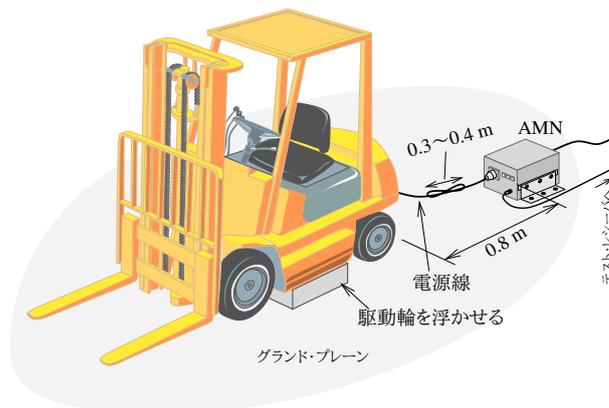


図 5: 電源ポート伝導エミッション測定セットアップのイメージ

従って、そのような場合は交流電源に接続した状態ではこの規格のエミッション限度 (図 2) の適用は不要となるが、EN 61000-6-3^[3]、あるいは他のより適切な規格の適用が必要となるだろう。

4 イミュニティ

4.1 電磁放射へのイミュニティ

電磁放射へのイミュニティの試験は、送信アンテナをフォークなどの荷役装置を除いた部分の中心線上、車両の左右双方の側面から 3 m 以上の距離 (必要な場合、電界均一性を確保できるのであれば距離を小さくしても良い) に置き、EN 61000-4-3^[5] に従って表 1 で示した周波数範囲の電磁界を垂直偏波と水平偏波で照射することで行なう (図 6)。

但し、車両全体が電界均一面に入らない場合、必要な範囲を電磁放射に曝せるように、車両に対するアンテナの位置を変えて試験を繰り返すことが必要となるかも知れない。

特に 27~80 MHz では電界均一性を達成することは困難かも知れず、いずれにしても EN 61000-4-3 では床面から 80 cm よりも下については電界均一性の達成は要求されていないが、この試験では重要な部分^{†7}全てが少なくとも 20 V/m に曝されることを確かとすべきである。これは、車両の重要な部分に相当する位置 (それが床面から 80 cm よりも低い位置であっても) の電界強度が少なくとも 20 V/m となるように留意しながら、放射アンテナの位置を

^{†7} 特に、§4.1.1 で述べた機能に関係する、電磁放射の影響を受けるかも知れないコンポーネント、またそれらのコンポーネントに接続されたハーネス。

現象	規格	試験レベル
車両での試験		
放射電磁界	EN 61000-4-3:2006	27~1000 MHz: 20 V/m 1.0~2.0 GHz, 3 V/m 2.0 2.7GHz, 1 V/m
静電気放電	EN 61000-4-2:2009	接触放電: ±8 kV 気中放電: ±2, 4, 8, 15 kV
コンポーネントでの試験		
磁界	EN 61000-4-8:2010	0 Hz, 1000 A/m, 3 s 50 Hz, 30 A/m, 3 s

表 1: イミュニティ要求

変えて置換法で試験することで行なえるかも知れない。^{†8}

このような低い周波数で効率的に放射するためには物理的に大きな放射アンテナが必要となることもあり、車両の低い位置への照射のためには、送信アンテナを斜め下を向けるように取り付けるか、あるいはそれが実際であれば試験対象の車両を高い位置に持ち上げることも必要となるかも知れない。

照射する妨害は 1 kHz 80 % の振幅変調を行なう。^{†9}

それぞれの周波数の妨害を印加するドウェル・タイムは、車両の動作と妨害への応答の、またその動作を観測する手段の応答の時間に応じて、だが 0.5 s を下回らないように決定する。

4.1.1 合否判定

イミュニティ試験中、少なくとも以下の条件を満たすことが必要となる:

- ブレーキが電氣的に制御される場合、試験中もその機能が維持される。
- 試験中に生じるいかなる妨害も

- オペレータの車両の直接の制御への影響^{†10}
- 車両やシステムの安全関連の部分の性能への影響
- オペレータの危険な操作を引き起こすかも知れない誤ったシグナル

を生じない。

- 下記の §4.1.2~§4.1.6 の試験では、それぞれについて定められた要求を満たす。

車両のどの機能の確認が必要か、またその機能の確認をどのように行なうかは事前に良く検討し、その確認と判定を行なえるような形で試験することが必要となる。

例えば、ブレーキの機能の確認のためには、ブレーキを備えた車輪に外部から適切な回転トルクを加えた状態で、また場合によってはブレーキを間欠的に作動させて試験することなども考えることが必要となるかも知れない。

4.1.2 速度ゼロでの駆動系の試験

駆動系の試験のため、車両は駆動輪を空転させられるように持ち上げる。

^{†8} あるいは、電力増幅器などがそのレベルでの試験に対応している場合には、電界強度の校正に際して床から 0.4 m の高さで記録された電界強度の情報からその位置での電界強度が 20 V/m を下回らないように試験レベルを上げ、車両を重要な部分が床から 0.4 m 以上の高さとなるように配置しての試験を追加で行なうこともできるかも知れない。

^{†9} EN 61000-4-3 での 80 % 振幅変調は妨害の振幅が試験レベルの 0.2 倍から 1.8 倍になるような形で行なわれるため、この規格での 20 V/m は車両の類の試験で用いられることが多い ISO 11451-2 での 80 % 振幅変調での試験での 36 V/m に相当する。

^{†10} 例えば走行、制動、操舵、荷役システムの動きなどに関係する機能、オペレータの位置に影響する機能 (例えば座席の位置)、オペレータの視界に影響する機能 (例えば前照灯、ワイパー、間接視界システム、ブラインド・スポット・システム) への影響など。§4.1.2~§4.1.6 では操作を行ないながらの試験は要求されておらず、また妨害を受けている時に荷役システムが動くことの確認も含まれていないが、妨害の影響でそれらの機能が損なわれる可能性が想定される場合、それらの機能を試験で確認することも考えた方が良くかも知れない。§5.1も参照。

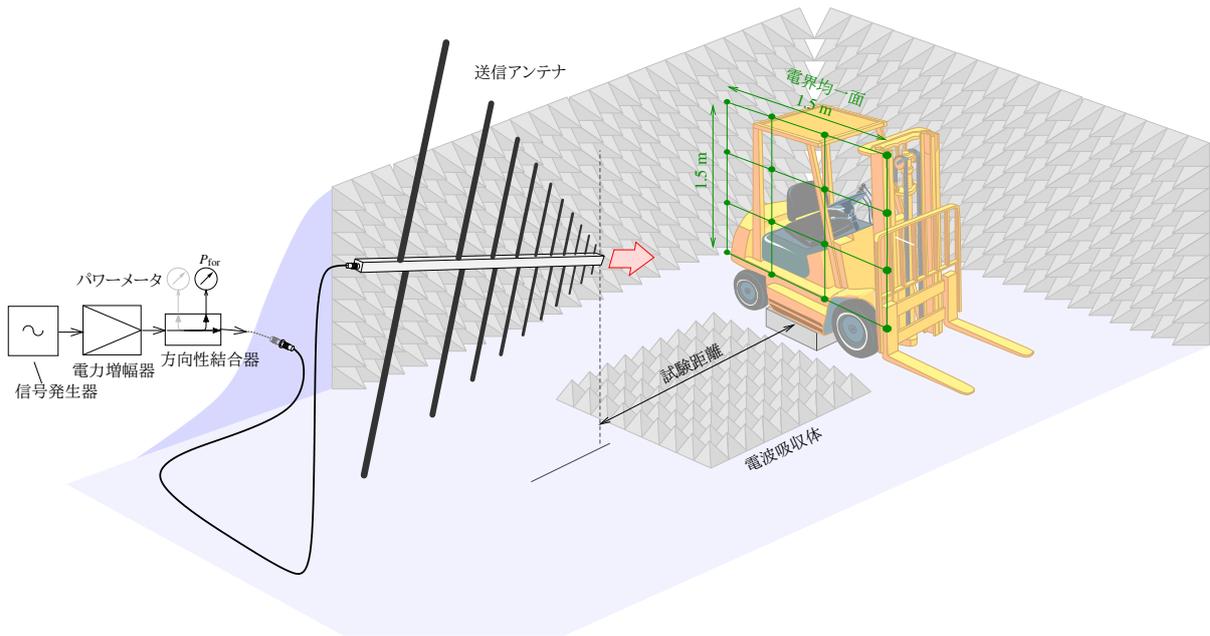


図 6: 電磁放射イミュニティ (EN 61000-4-3) 試験セットアップのイメージ

電動の車両の場合、駆動系は動作可能な状態とし、だが速度制御デバイスを中立状態とする。内燃機関式車両の場合、進行方向制御（前後進レバー）をニュートラルとする。

試験中、駆動輪の速度は車両の 0.05 m/s の速度に対応する速度を超えてはならない。

内燃機関式車両のトランスミッションのタイプによってはドラッグのためにこの形で試験を行なうことができない（駆動を意図していない時でも駆動輪に僅かなトルクが伝わり、駆動輪を浮かせると回転を生じる）かも知れず、その場合は車両の車輪を接地させた状態で試験し、試験中に車両が動かないことを確認する。

4.1.3 低回転速度での駆動系の試験

駆動系の試験のため、車両は駆動輪を空転させられるように持ち上げる。

駆動輪は最大動作速度の 20～40 % で、あるいはもし安全上の理由で移動速度が最大動作速度の 40 % よりも低く制限されているならばその制限に相当する速度で回転させ、駆動輪の速度を測定しながら妨害を印加する。^{†11}

試験中、駆動輪の速度は設定された値の 20 % を超えて変動してはならない。

^{†11} 駆動輪の速度の測定には、例えば適切な光電式回転計を用いることができるかも知れない。

4.1.4 荷役システムの試験

荷役システムの試験は、油圧バルブが電気/電子デバイスで制御される場合、あるいはステアリング・システムが荷役システムと同じモータから駆動される場合に必須となる。

試験は、負荷なしで、モータの回転速度を最大動作速度の 10～30 % に設定してモータの回転速度を監視しながら行なう。

車両の油圧システムの仕様のために連続動作させられない場合、必要な試験手続きを可能とするように試験対象の車両の油圧システムを改造する。

最大高さが 500 mm 以下のリフトのみを駆動する油圧ポンプのモータにはこの回転速度の要求は適用しないが、ポンプは動作可能な状態としなければならない。

試験中、モータの速度は設定された値の 20 % を超えて変動してはならない。また、荷役システムの意図しない動きがあってはならない。

4.1.5 電動パワー・ステアリング・システムの試験

ステアリング・モータは以下のそれぞれの状態で試験する：

- 動作状態の制御システムに接続して、ステアリング・デバイスは操作しない状態。

この場合、試験中、操舵角が $0.5 \text{ }^\circ/\text{s}$ を超える割合で変化してはならない。

この判定を操舵角の動きから直接行なうためには、操舵角を高い分解能で測定するか、あるいは操舵角の測定の分解能に応じてドウェル・タイムを長くすることが必要となるかも知れない。

- ステアリング・モータを最大動作速度の 20～40 % で回転させた状態。

この場合、試験中、ステアリング・モータの実際の速度が設定された値の 20 % を超えて変動してはならない。

この試験は車両の設計がステアリング・モータの連続的な動作を可能とする場合に必須となる。

パワー・ステアリング・システムが電子式自動誘導システム^{†12}の一部である場合、そのシステムをシミュレートして動作させて試験する。車両は通常の値に設定した誘導手段上にロックし、ステアリング・モータを静止状態とする。機械的なステアリング・リミッタがある場合、リミッタは動作状態とする。

試験中、ステアリング・モータが動いてはならないが、システムが発生した誤差を修正するならば小さい動きは許容される。システムは誘導モードのままであればならず、手動モードに戻ってはならない。

4.1.6 補助電気機器の試験

システムは通電状態で試験する。試験中、ハザードを引き起こし得る変化があってはならない。

4.2 静電気放電に対するイミュニティ

試験中に車両が動いて危険を生じる可能性があれば車両を駆動輪が空転するように持ち上げる。

試験は、全てのシステムに通電し、車両やシステムが動作できる状態で、だが速度制御デバイスを中立状態として行なう。内燃機関式車両の場合、進行方向制御（前後進レバー）をニュートラルとする。

荷役システムは動作させず、操舵デバイスは操作しない。

^{†12} 例えばあらかじめ敷設された光学的な、あるいは磁気的なガイドに沿って走行する無人搬送車（AGV）で用いられているような。カメラやその他の手段を用いて自律走行するようなもの場合、別途検討が必要となるかも知れない。

試験は、EN 61000-4-2^[5] に従って、だが ESD 試験器の放電リターン・ケーブルは車両のフレームに接地して行なう（図 7）。直接放電を印加する箇所は通常の使用で人が触れられる箇所から選択し、選択された箇所を記録する。

放電を印加した際、自己回復する一時的な性能の低下や喪失は許容される。

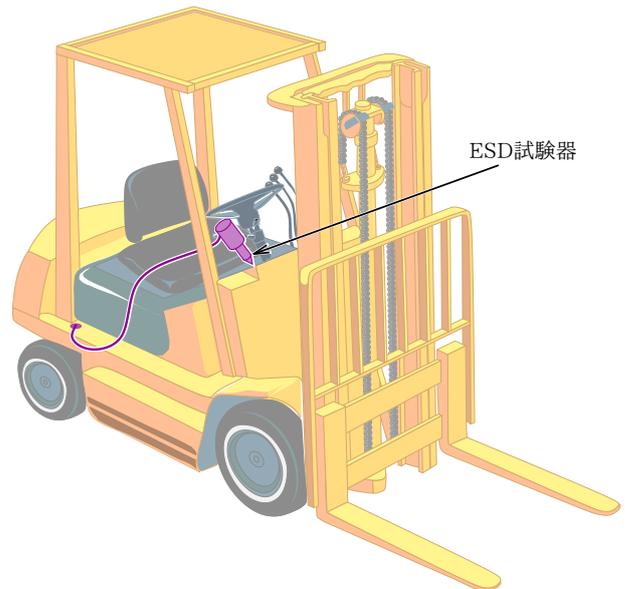


図 7: 静電気放電試験 (EN 61000-4-2) セットアップのイメージ

4.3 磁界へのイミュニティ

磁界へのイミュニティの試験は、磁界の影響を受ける可能性がある、その結果として危険な状況や基準からの逸脱を引き起こし得る安全関連のコンポーネントで必須となる。

例えば磁気式のジョイスティック、加速度センサ、位置センサなどは磁界の影響を受けるかも知れず、その結果として可動部の意図しない動きを生じ、あるいは誤った情報を提示することでオペレータの不適切な操作を招き、危険をもたらすかも知れない。

この試験は、そのようなコンポーネントを車両から分離して、だがその性能への磁界の影響を判定できるような形で構成して行なうことができる。

これは、試験対象のコンポーネントのみを動作させてその動作を直接監視しながら、あるいはそれが適切であれば適切な長さのケーブルで車両と接続して実施することができるだろう。

試験は、EN 61000-4-8^[5] に従い、それぞれのコンポーネントを表1で示した強度の均一な磁界に3つの直交する方向で、また0 Hzの場合は双方の方向で曝し、コンポーネントの反応を観測することによって行なう。

4.4 交流電源に接続可能な場合

交流電源に接続可能な場合、表2に示すような、EN 61000-6-2:2005^[2]の交流電源ポートに対するイミュニティの要求にも適合しなければならない。

5 補足

5.1 欧州指令との関係

5.1.1 EMC 指令

EN 12895:2015+A1:2019 は EMC 指令 2014/30/EU^[10] の整合規格となっており、この規格の全面的な適用はこの規格でカバーされる範囲について EMC 指令の必須要求への適合の推定を与えると考えられる。

だが、EMC 指令では整合規格への適合ではなくその必須要求、

1. 機器が発生する電磁妨害が無線/通信機器やその他の機器の動作を妨害しないこと
2. 意図した環境において許容できない性能低下を生じることなく動作できるように、予期される電磁妨害への耐性を持つこと

への適合が求められること、さらに電磁両立性評価でその機器の通常の意図された全ての動作条件を考慮することが、またリスクの分析と評価を実施することが求められていることに留意すべきである。

このため、それを試験で確認することは必須ではないものの、指令への適合性を示す上で、この規格で要求されていない動作条件での試験が、またこの規格に含まれていない試験法や試験レベルでの評価が必要と判断されることもあるかも知れない。

例えば、

- この規格では例えばイミュニティ試験を荷役システムの操作を行ないながら行なうことも、またイミュニティ試験中に荷役システムが動くこ

とを確認することも求められていないが、妨害の影響でそれらの機能が損なわれる可能性が想定される場合、イミュニティ試験中にそれらの機能を動作させて確認することを考える価値があるかも知れない；

- 産業車両は荷重センサや近接センサなどを備えているかも知れないが、この規格で示されているイミュニティ試験条件ではそれらの機能の確認は考慮されておらず、それらの機能を確認できるような試験条件の追加を考える価値があるかも知れない；
- オペレータやその他の人が車両の上や近傍で携帯電話やその他の無線送信機を使用することも予期されそうであるが、無線送信機の近傍での使用の影響はこの規格のイミュニティ要求ではカバーされそうになく、それを模擬する追加の試験の実施を考える価値があるかも知れない。

5.1.2 機械指令

この規格の対象となる車両は一般に機械指令 2006/42/EC^[11] の対象ともなり、その要求に適合させることも必要となる。

いずれにしても機械は過剰なリスクをもたらすべきではないが、機械指令の対象となる場合、電磁妨害の影響が危険を引き起こし得る場合は機械指令への適合性の評価でもその影響を考慮することが必要となるだろう。^{†13}

5.2 ISO 13766-* との比較

5.2.1 機械からの電磁放射のエミッション

土木機械などを対象とした ISO 13766-*^[9] で定められた機械からの電磁放射のエミッションの限度を図10に示す。但し、この規格では単一のサンプルでの試験では測定結果が該当するエミッション限度よりも2 dB以上低ければ適合とみなす。

この規格では狭帯域限度と広帯域限度が規定されており、狭帯域エミッションに対する要求は

^{†13} 制御が電子化されている場合、電磁妨害の影響で、車両の走行/制動や操舵に関する機能の異常、荷役システムの意図しない動きなどを生じる可能性が考えられるかも知れない。また、灯火類や警告音の不作動、カメラの機能不全、危険の低減のためのセンサ類(例えば近接センサ)の異常などもリスクの増加を引き起こすかも知れない。

現象	規格	試験レベル
無線周波伝導妨害	IEC 61000-4-6 (図 8)	0.15~80 MHz, 10 V emf
電圧ディップ、短時間停電	EN 61000-4-11:2004	0 % 1 周期 40 % 40/12 周期 (50/60 Hz) 70 % 25/30 周期 (50/60 Hz) 0 % 250/300 周期 (50/60 Hz)
サージ	EN 61000-4-5:1995	ライン-接地: ± 2 kV ライン-ライン: ± 1 kV
ファスト・トランジェント/バースト	EN 61000-4-4:2004 (図 9)	± 2 kV (5 kHz)

表 2: 交流電源ポートのイミュニティ要求 (EN 61000-6-2:2005)

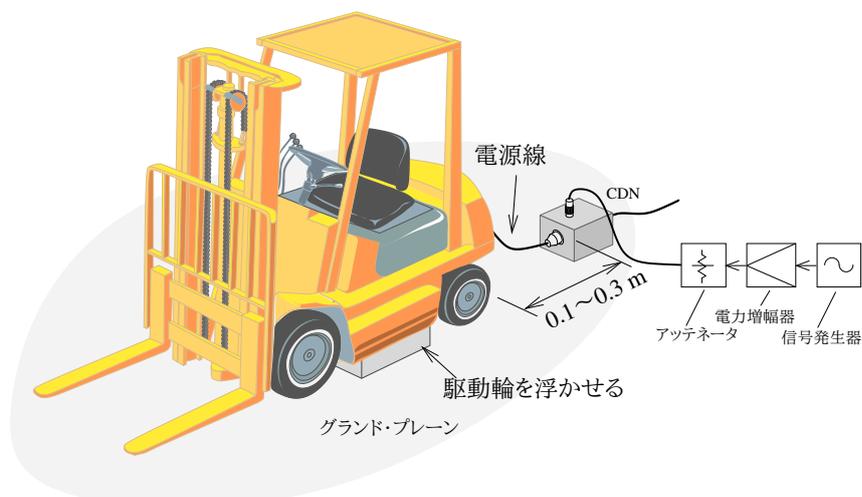


図 8: IEC/EN 61000-4-6 試験セットアップのイメージ

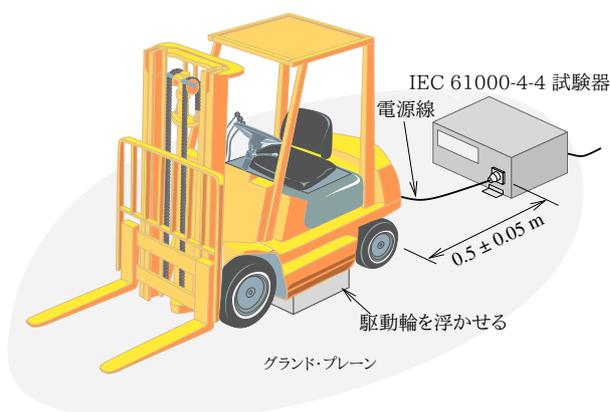


図 9: EN 61000-4-4 試験セットアップのイメージ

EN 12895 のエミッション限度よりも著しく低くなっている。

5.2.2 機械の電磁放射へのイミュニティ

EN 12895 の放射電磁界イミュニティ試験レベルを土木機械などを対象とした ISO 13766-*[9] の類似の試験の試験レベル (単一のサンプルでの試験の場合の) と対比したものを図 11 に示す。

800 MHz 以下では ISO 13766-* でも EN 12895 と同様に 1 kHz 80 % の振幅変調が用いられるが、ISO 13766-* の車両での試験では ISO 11451-2 の試験法が用いられ、EN 12895 で用いられる EN 61000-4-3 とは振幅変調された信号のレベルの表現が異なるためにこの規格での 20 V/m は ISO 13766-* の 36 V/m に相当するものとなり、EN 12895 の方が ISO 13766-1 よりもやや厳しい試験となっていると考えられる。

だが、 $10^{-5}/h$ よりも低い危険側故障発生確率を持つように設計された ESA を含む機械は ISO 13766-2 の対象にもなり、このイミュニティ試験レベルは EN 12895 のものよりも著しく厳しいものとなる。

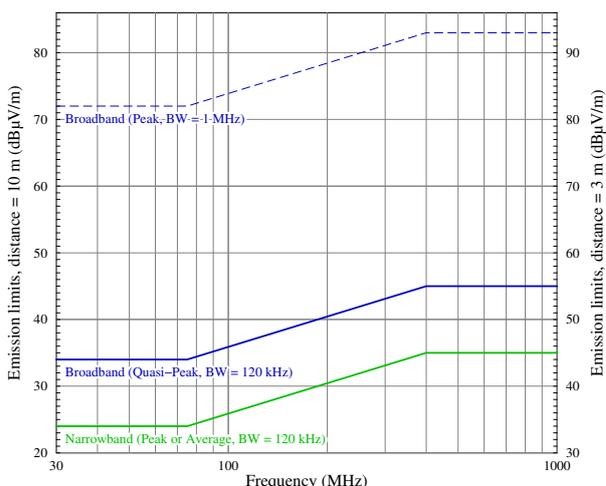


図 10: ISO 13766-1 — 機械の電磁放射のエミッションの限度

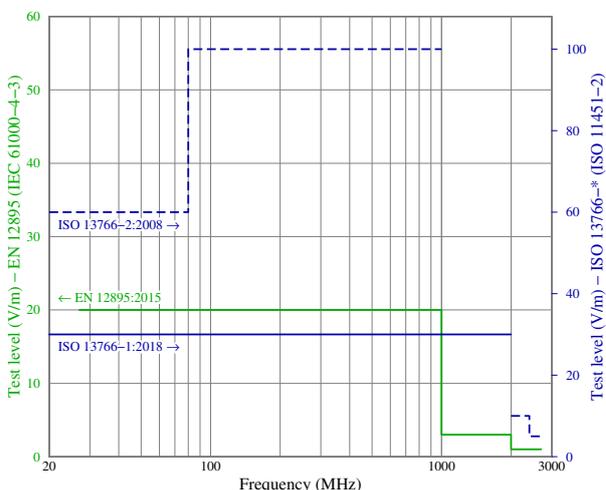


図 11: 放射電磁界イミュニティ試験レベル — ISO 13766-2* との対比

- [5] IEC 61000-4 シリーズ イミュニティ試験規格の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2018,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [6] 電源高調波電流の制限 — IEC 61000-3-2, -3-12 の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [7] 電圧変動やフリッカの制限 — IEC 61000-3-3, -3-11 の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [8] ECE Regulation No. 10.06 の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [9] 土木機械 / 建設機械の EMC — ISO 13766-1, -2 の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [10] EMC 指令 — 2014/30/EU への適合のためのガイド, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2018,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>
- [11] 機械指令 2006/42/EC への適合のためのガイド, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2013,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>

6 参考資料

- [1] EN 12895:2015+A1:2019, *Industrial trucks — Electromagnetic compatibility*
- [2] EN 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-2: Generic standards — Immunity for industrial environments*
- [3] EN 61000-6-3:2007, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-3: Generic standards — Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*
- [4] 車両等からの電磁波の放射の制限 — CISPR 12 の概要, 株式会社 e・オートマ 佐藤, 2020,
<https://www.emc-ohtama.jp/emc/reference.html>

© 2021 e-OHTAMA, LTD. All rights reserved.

免責条項 — 当社ならびに著者は、この文書の情報に関して細心の注意を払っておりますが、その正確性、有用性、完全性、その利用に起因する損害等に関し、一切の責任を負いません。