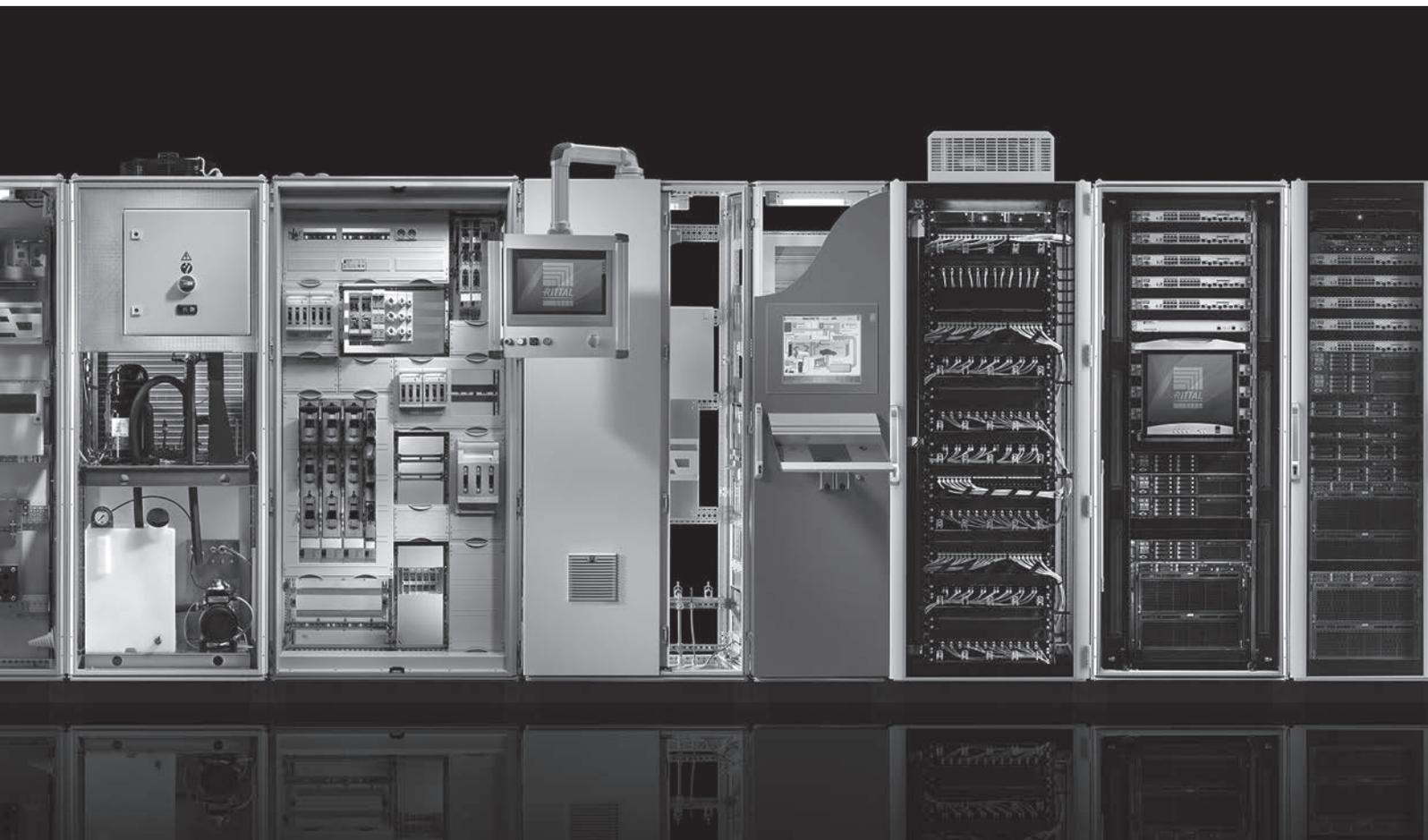


# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ホワイトペーパー  
スイッチギアシステムの耐震保護

ハルトムート・パウル

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



## 目次

目次.....	2
はじめに .....	3
スイッチギアシステムの耐震化.....	5
震度、マグニチュード、地震区分 .....	6
電気インフラへの地震被害.....	9
現行規格の概要.....	10
代表的な試験方法.....	12
耐震エンクロージャー .....	14
個別手法.....	16
まとめ .....	17
参考文献.....	18

## 著者:ハルトムート・パウル

1998年にリタールに入社。さまざまな部署で勤務後、現在は同社エンクロージャーシステムの研究開発部門を担当。卒業論文のテーマとして以来、特に「耐震性」を中心として、エンクロージャーにかかる動的負荷に関心を持つ。マンハイム・デュアル大学で機械工学の学位取得。

## はじめに

自然の力は人間にとって常に脅威であり、これまで多くの死傷者や甚大な物的被害をもたらしてきました。最近では、高潮、洪水、熱波等の極端な気象現象は比較的正確に予測できる一方で、地震を予測することは依然として比較的難しい状況です。1980年から2013年にかけて死者数が多かった自然災害11件(表1)のうち、7件が地震である理由の一つです[Mun14]。

表1：1980年から2013年までの自然災害による死者数

日付	結果	マグニチュード	発生地域	死者数
2010年1月12日	地震	7.0	ハイチ	222,570
2004年12月26日	地震、津波	9.1	スリランカ、インドネシア、 タイ、インド、バングラデシュ、 ミャンマー、モルディブ、マレーシア	220,000
2008年5月2 -5日	サイクロン ナルギス、高潮	-	ミャンマー	140,000
1991年4月29 -30日	熱帯サイクロン、 高潮	-	バングラデシュ	139,000
2005年10月8日	地震	7.8	パキスタン、インド、アフガニスタン	88,000
2008年5月12日	地震	5.8	中国	84,000
2003年7月/8月	熱波	-	欧州	70,000
2010年7月-9月	熱波	-	ロシア	56,000
1990年6月20日	地震	7.4	イラン	40,000
2003年12月26日	地震	6.6	イラン	26,200
2011年3月11日	地震	9.0	日本	18,537

地震は、地表下でさまざまなプロセスが発生した結果として起こります。地殻は複数のプレートでできており、これらプレートは液相核上を移動しています。このプロセスは、マグマの移動を原因としており、プレートテクトニクスと呼ばれます。これらのプレートは境界面で互いに近づいたり、離れたり、あるいは同方向に移動します。移動中に相互に衝突すると、大きな圧力が蓄積されます。このエネルギーが突然解放されると地震が発生し、その大きさに応じてかなり遠くの距離まで甚大な被害をもたらします。

一般に地震は、地滑りや津波等の二次事象の結果として、建物及び交通インフラの構造的損傷をもたらします。しかし建物の内部システムにも、非常に深刻な被害が発生することがあります。地震の規模及び被災地域の人口によっては、前述の建物及び交通インフラと同じくらい深刻な被害が発生することがあります。実際の地震による結果として、技術インフラへの損傷が起こり、これが電気、飲料水、ガス供給等の遮断の原因となります。地震直後、救援が最も緊急に必要とされる時、交通及び技術インフラへの損傷があると支援活動の妨げとなります。

上述のような被害を防ぐために、地震多発地域の建物や交通及び技術インフラは「耐震」設計されるべきです。しかし、当該地域（建物、技術インフラ）に応じて、なにが適切な対策であるかが大きく異なるだけでなく、地震の発生リスクにも考慮が必要です。言い換えれば、地震が多発する地域では、その他の地域に比較して、さらに周到な対策が必要となります。本書は、電気インフラとの関係における「耐震」の重要性について論述します。

# スイッチギアシステムの耐震化

耐震保護に関しては、しばしば建物の安全性が主たる関心事となります。通常、地震による建物への一次被害は死亡の最大要因であり、多くの場合、物的被害の主原因となっているので、十分に理解できる考え方です。しかし、電気スイッチギアシステム及びデータセンター等の技術インフラ設備も効果的な耐震保護を必要します。発電所又は化学産業の生産施設における重要システムに加えて、一般的な電源供給用の全てのシステムにおいても同様な事がいえます。

## 何をすべきか

スイッチギアメーカーにとって、耐震要件は通常の業務範囲を超えた問題となります。例えば、顧客が耐震性のスイッチギアシステムを必要とする場合、何をすればよいのでしょうか。本書は、スイッチギアメーカーに対する耐震問題の一般の見解及び同様な事柄についての提言を行なうことを目的としています。

## 何を考慮すべきか

地震多発地域で電気スイッチギアシステムを設置する場合、どのような配慮が必要でしょうか。これが重要です。問題について手掛かりを提供するため、まず初めに、地震、震動計測、震度階級などの基本原理について説明します。次に、地震による電気スイッチギアシステムへの影響及び潜在的な被害について検討します。

## 適用規格

耐震保護に関してはいくつかの規格及び規制があります。既に述べたように、建物の安全性が最優先されます。ある意味では、規格は分野ごとに対応に違いがあります。土木工学、電気工学、情報技術では規格の内容が異なります。本書では、電気インフラに関する規格の概要について説明します。

## 震度、マグニチュード、地震区分

物理学の観点からは、地震とは地震の震央から出る衝撃波のことです。衝撃波が発生すると、地殻が複素周波数スペクトルで水平及び垂直に振動します。この振動は、地表の振幅及び周波数として表されます。地震によって解放されたエネルギーを直接計測することはできないため、地震の強さを説明するためにさまざまな指標を使用します。震度やマグニチュードなどです。

### 主観的震度階級

震度階級は、建物被害の深刻度など地震の巨視的効果、及び地震を感じたり聞いたりする人々の主観的印象に基づいています。震度は、通常、1902年に確立し現在も使用されているメルカリ震度階級で表されます(表2)。震度階級は、被害が発生する建物が少なく、経験を報告する人が少ない過疎地域において、限定的に使用されます。

表2：日本のJMA(気象庁)震度階級とメルカリ震度階級の比較

JMA		メルカリ			
階級	土壌加速度			説明	階級
	gal	gal	g (9.81 m/s <sup>2</sup> )		
0	< 0.8	< 1.0	< 0.001 g	極めて弱い	I
1	0.8-2.5	1.0-2.1	0.001-0.002 g	弱い	II
2	2.5-8.0	2.1-5.0	0.002-0.005 g	やや弱い	III
3	8.0-25	5.0-10	0.005-0.01 g	中くらい	IV
4	25-80	10-21	0.01-0.02 g	やや強い	V
5	80-250	21-44	0.02-0.05 g	強い	VI
6	250-400	44-94	0.05-0.1 g	極めて強い	VII
7	> 400	94-202	0.1-0.2 g	破壊的	VIII
		202-432	0.2-0.5 g	破滅的	IX
		over 432	0.5-1 g	壊滅的	X
			1-2 g	超壊滅的	XI
			> 2 g	破局的	XII

注：震度は加速度のみに基づいて規定されるわけではない。したがって、この表は参考程度にとどめていただきたい。

## 地震計測技術

マグニチュード階級は地震計による計測に基づきます。地震計は速度、加速度、変位について地表の局部振動を計測します。これらの測定値を使用して計算することで、地震の強さを表すことができます。最も有名なマグニチュード階級は、1930年代に確立し現在も使用されているリヒタースケールです。リヒタースケールでは、マグニチュードは震央近く(100kmの距離)に設置した特殊地震計の測定値を使用して計算されます。従って「ローカルマグニチュード階級」とも呼ばれます。チャールズ・F・リヒターが考案した特殊震度計により、リヒタースケールの最大値は6.5であり、厳密には、米国カリフォルニア州のみに適用されます。それより大きいマグニチュードは、モーメントマグニチュード値が採用されています。これは、「open-endedリヒタースケール」として報道されることもある、新しいリヒタースケールです。1960年にチリのバルディビアで起こったマグニチュード9.5の地震は、観測史上最大でした。一方、2011年に日本の福島県で原子炉事故を引き起こした地震は、マグニチュード9.0でした。

## リスク評価で重要な地震の発生確率

地震の強さ、すなわち震度やマグニチュードによる分類に加えて、もう一つの重要な側面は、地震が発生する確率です。適正なリスク評価のため、地震危険地帯が定められています。例えばアメリカには5つの地震区分があります。ZONE0は強い地震の発生が事実上ないとされる地震区分で、ZONE4は非常に大きなマグニチュードの地震が起きる可能性が比較的高い地域です。アメリカ合衆国カリフォルニア州の一部はZONE4の典型例となっています。IT及び電気通信設備や電気インフラ設備の耐震保護に関する要件は、しばしばこの地震区分に基づいて設定されています。

しかし、地震区分の分類は国によって異なります。ヨーロッパのほとんどの国(ドイツを含む)では地震区分は0から3までですが、最大5つの地震区分に分類される場合もあります。地震区分(表3)を定める国家規格が統一されていない場合、一層複雑になります。発表されている数値だけで、国家規格を比較することは無意味です。しかし、耐震システムを販売する上では、地震区分を分類することは重要です。なぜならば、地震発生リスクの高い地域のみで周到的耐震対策(追加用が発生する)を講じればよいと考えられるからです。

表3：ヨーロッパ及びアメリカ合衆国の土壌加速度

国	AT	GER	CH	FR	IT	GR	USA
規格	ÖN 1998-1	DIN EN 1998-1	SIA 261	NF EN 1998-1	OPCM 28	Gna 1998-1	1997 UBC
Zone 0	$a < 0,035g$	0,0g					0,0g
Zone 1	$0,035g < a < 0,05g$	0,04g	0,06g	$a < 0,07g$	$a < 0,05g$	$a < 0,16g$	0,075g
Zone 2	$0,05g < a < 0,075g$	0,06g	0,1g	$0,07g < a < 0,11g$	$0,05g < a < 0,15g$	$0,16g < a < 0,24g$	0,15g
Zone 3	$0,075g < a < 0,1g$	0,08g	0,13g	$0,11g < a < 0,16g$	$0,15g < a < 0,25g$	$0,24g < a < 0,36g$	0,3g
Zone 4	$0,1g < a$		0,16g	$0,16g < a < 0,3g$	$0,25g < a < 0,3g$		0,4g

## 電気インフラへの地震被害

電気設備に対する耐震保護の妥当性を評価するために、電気システムが故障した場合に伴う派生的被害を含めて、地震による被害の概要を知ることが必要です。一般に、建物への被害は地震後に注目が集まります。建物の種類によっては、設置されるシステムの価値はしばしば構造部材よりも高価となります。したがって建物の耐震性だけでなく、地震発生時の、システムの要求事項も含めて配慮することが大切です。

### 故障又は構造的損傷

原子力施設等の安全が非常に重要なインフラ設備は、高マグニチュードの地震後であっても稼働を続けられることが特に重要である。これは本書の範囲を超えた、非常に広範囲な対策を必要とします。電気通信及びITにおいても、高水準のシステム運用性、強固な耐震保護が特に不可欠です。同時に、地震後、設備が一定期間稼働を継続できること、あるいは地震後すぐにサービスを再開できることも重要です。

地震時に発生する振動数は、通常0.3 Hzから50 Hzの範囲です。この振動によってスイッチギアシステムにかかる応力が、システム全体の不具合及び構造的損傷の原因となります。地震による不具合はすぐに修復でき、スイッチギアシステムは地震後比較的早くサービスを再開できます。ここでの不具合とは、接合の緩みや一時的な短絡であり、安全システムの作動による停止などです。

より深刻な損傷として、エンクロージャーのサポートレール又はマウンティングプレートから部品がずれることがあります。スイッチギアシステムに深刻な損傷があった場合、地震でエンクロージャーが動いて取り付けが外れたり転倒すると、エネルギー供給の中断が長期化します。

これにはエンクロージャーの構造的な損傷も含まれます。耐震性がなければ、システム全体の故障につながるため、エンクロージャーの耐震性は極めて重要です。エンクロージャーの耐震保護が関連規格において重要な理由です。しかし、エンクロージャーの耐震性は、単独で考えるべきではありません。周辺の建物や取り付けた部品も、同様に関連要件に準拠することが必要です。システムが地震後又は地震中にも稼働を続ける必要がある場合、エンクロージャーだけで問題が解決するわけではありません。加えて、取り付けた部品も規格要件に準拠し、システム全体の機能も試験条件下で正常に動作することが証明されることが必要です。

## 現行規格の概要

耐震保護はさまざまな観点から見て重要です。従って、関係する分野によって、さまざまな異なる規格が適用されています。これらの規格は、土木工学、IT、電気通信、電気工学といった分野に分類することができます。さらに、適用規格は、市場の地理的位置によって異なります。耐震性の電気スイッチギアシステムについては、建築規格が果たす役割は小さく、ここでは詳細な説明を省略します。しかし、電気システムは多くの建物に設置されており、建築規格もある程度は関連します。建築規格とエンクロージャーとの関連で言えば、主としてエンクロージャーの床への設置が問題となります。しかし、床への設置には、設置側の状態に関する知識が必要です。したがって、この部分は建築の専門家が担当することになります。電気工学やIT及び電気通信に適用される規格には、もともと建築基準であったが関連機器の特定要件に移行したものがあります。例えば建物は、地震の影響を増幅し、結果として電気システムにかかる振幅及び加速度が増加します。

### 機器の関連規格

スイッチギアシステムと他の電気工学及び情報技術インフラには、DIN EN/IEC 60068-3-3、IEEE 693、Telcordia(Telcordia(テルコーディア))GR-63-COREの3つの規格が関連します。他の規格、例えば建設業の規格は、通常はスイッチギアの生産に関連しません。ただし、構造設計者がこれらの規格を考慮することはあります。建築と電気工学の接点、つまり建物とエンクロージャーの接点が重要です。従って、さまざまな規格内で建築規格への言及がなされます。

### DIN EN/IEC 60068-3-3

ドイツ及びヨーロッパにおけるIEC 60068-3-3すなわちDIN EN 60068-3-3 [Beu93]は、本来は、電気装置の耐震性を管理するための指針です。この規格では、一般的な震度階級と特定の震度階級を区別します。特定の震度階級は、地域の地理的状況又は装置が設置される建物に基づいた地震動の情報が存在する場合に使用されるべきです。

### IEEE 693

米国電気電子学会(IEEE)が発行する693 [IEE05]規格は、耐震スイッチギアのパラメータを指定しています。この規格は、完全なスイッチギアシステム及び電力回路遮断器等の個別構成品の試験方法を定めています。試験方法に加えて、建物、基礎、床へのエンクロージャーの固定に関連した耐震スイッチギア的设计についての指針も含まれます。この文書では建築規格についても言及があります。

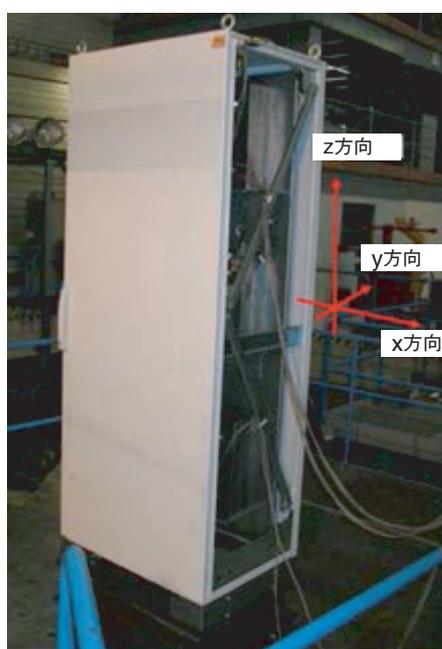
## **Telcordia (テルコーディア) GR-63-CORE**

旧ベルコア(現Telcordia(テルコーディア))が開発した電気通信のGR-63-CORE [Tel02]一般要件はそれ自体、公式規格ではありませんが、米国の契約においては、非常に一般的な要求事項となっています。データセンター等のシステムは、湿気、火災、汚染物質、地震等のさまざまな影響に対して高水準の構造耐性を持つことが前提となっています。文書ではアメリカの指定地震区分(ZONE0~4)について述べられています。ZONE0は地震のリスクが非常に低く、ZONE4はリスクが高いことを示します(表3を参照)。システム運用性を高めるため、ZONE4の要件はZONE0より厳しくなっています。これらの要件は非常に厳格で、他の規格にも記載されています(例えばIEC 60068-3-3、DIN EN 61587-5(1軸加速度のRRS)、ETSI EN 300019-1-3)。

## 代表的な試験方法

地震多発地域では、一般に二通りのシステム設計方法があります。一つはエンクロージャー内に取り付けた全部品を含め、望ましい方法で実装し完成したスイッチギアシステムを、適切なラボで試験することです。時間とコストがかかるため、リタールの経験から述べると、利用者は少ないようです。もう一つは、制御装置又はスイッチギアの製造業者が、地震多発地域に使用できる検定済み部品（エンクロージャーを含む）を使用することです。このため、リタールでは、認定ラボでTS 8型シリーズのエンクロージャーを試験しました。地震多発地域におけるエンクロージャーの検定取得のために、決められた試験方法に従ってエンクロージャーの試験を実施します。以下の章では、エンクロージャーの耐震性を試験する代表的な方法について詳しく説明します。多くの利用者にとって、費用が少なく済む方法です。

図1：振動台での試験



全ての適用規格が、エンクロージャーの耐震性を立証するために振動台での試験を要求しています（図1）。目的は、ラボで地震の影響すなわち振動及び衝撃応力をシミュレーションすることです。試験片は、予め決められた試験プログラムで動作する振動台に取り付けられます。試験片は構造的な損傷を受けないことが求められます。全ての耐力部品は損傷、反り、破壊されないことが要求されます。さらに、重要な接続は切断しないことが必要です。通常はエンクロージャーの扉、ヒンジ、ロックにも同様のことが適用されます。システムが応力を受けた後も要求通りに機能していることを確認するため、機能試験が実施されます。

### 規格における周波数スペクトル

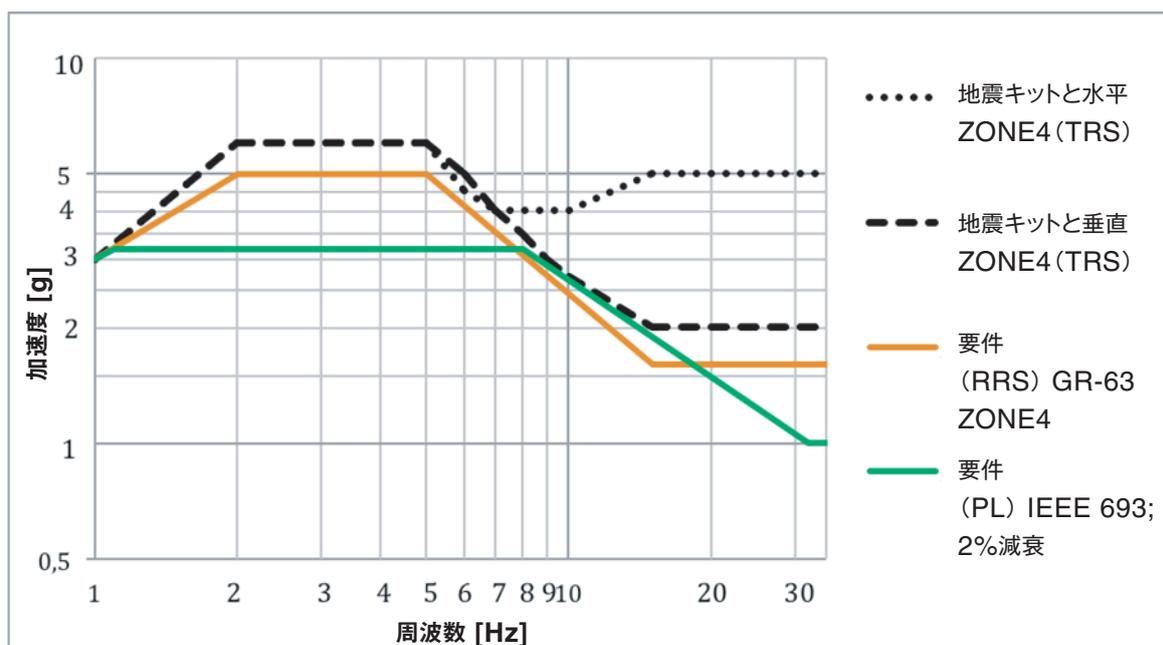
精密な試験要件、特に正確な周波数スペクトル及び関連する加速度に関しては、規格によって異なります。Telcordia(テルコーディア)GR-63-COREが規定する試験方法をここに例として挙げます。エンクロージャーを振動台に設置し、上部に加速度及び経路記録器に取り付けます。試験ではエンクロージャーに実装機器を想定した荷重を与えます。次に周波数1 Hzから50 Hzの間で決められた加速度値に到達する規定プログラム（いわゆる要求応答スペクトル(RRS)）を実行し、試験を実施します。試験体に入ってくるスペクトル、いわゆる加速度応答スペクトル(TRS)が重要です。これは試験の設定方法、及び試験体の質量及び形状によって決定されます。試験中のいずれの時点であっても、試験体上部で計測される変位が75mm(3インチ)より大きくならないことが必要です。

前述の振動台試験は三軸全てで実施します。GR-63-COREが規定するRRSは各軸で31秒間続きます。これらの試験中にエンクロージャーにかかる負荷は、モーメントマグニチュード階級で強さ8.3の地震による負荷と同じです。

### 類似試験スペクトル

関連する3つの規格における振動台試験の要求事項を比較するため、必要とされるRRSを加速度-周波数図(図2)にプロットすることができます。各規格に適用されるスペクトルは類似していますが、関連領域では加速度値が異なることが分かります。また、GR-63-COREに準拠したZONE4の認証が、ほぼ完全に他2つの規格要求事項も満たしていることが分かります。

図2：加速度-周波数図



## 耐震エンクロージャー

震動に耐え得る安定した機械構造を構築する方法の一つが、古代から使われてきた木骨構造です。使用する柱は端で結び付き、三角形を形成します。その結果、柱にかかる力はほぼ例外なく圧縮力又は張力となり、構造全体を頑丈にし、さらには重量が減少します。この原理は家屋、橋、他の耐力構造を建設する効果的な方法であることが証明されています。今日の標準的な方法は、頑丈なコンクリート構造を使用して建物をできる限り堅固にすることです。他に、高層ビルに多く見られる手法として、振り子を能動素子として使用します。地震動により振り子が揺れてほぼ全てのエネルギーを吸収し、建物構造に損傷が及ぶことを防ぎます。3つ目の方法としては、保護すべき物体を地震から切り離すことです。力を吸収したり、合流点を離すシステムです。建物又は機器は床にしっかり固定されず、代わりにダンパーの上に立ち、建物を地震の加速度の大部分から保護します。この場合、抑えるべき重量を正確に把握する必要があり、ばね/減衰に十分なたわみが必要です。

### 地震キット — エンクロージャーの拡張

リタールは木骨原理も利用しながらTS 8エンクロージャーを耐震化しています(図3)。

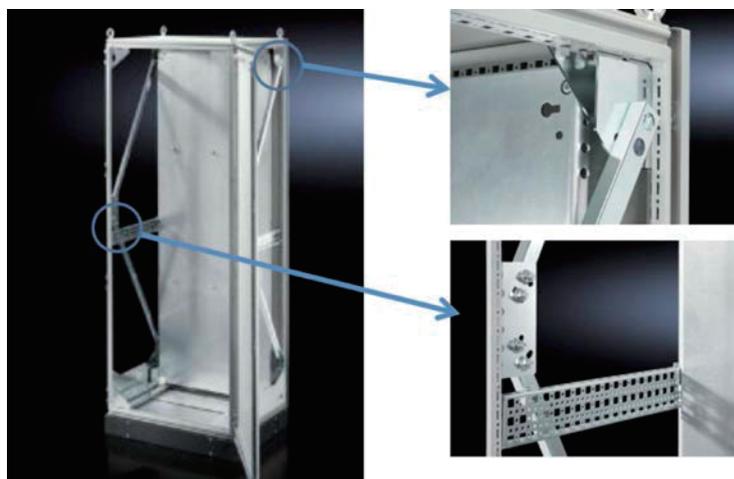
TS 8エンクロージャーは、1999年に発売され、昨年生産台数が1,000万台に到達しました。世界中で、標準エンクロージャーとして幅広い分野で使用されています。

ユニットは頑丈で、自由度が高く、効率的で高品質です。オプションの追加地震用アクセサリを使えば、TS 8エンクロージャーフレームの構造をGR-63-COREの厳格なZONE4の要件に適合させることができます。地震キットには、剛性強化用のエンクロージャーフレームの側面にねじ込むステイが含まれています。フレームの角にあるガセット板で安定性がさらに向上します。マウンティングプレートも堅固で、ステイにネジで固定されます。

耐震保護のため、ベースを使うと床へのエンクロージャーの固定がより安定します。3サイズのTS 8標準エンクロージャーを使って、GR-63-COREのZONE4の要件との適合性について調査が行なわれました。調査を担当したのは、独立試験機関EQEインターナショナル社で、ブリストル大学及びオットブルンのIABGにおいて試験が行なわれました。特別な地震用アクセサリ(地震キット、地震用ベース、クイックハンドル)を備え付けた場合、

エンクロージャーはマウンティングプレート上に最大500kgの部品を取り付けた状態で、ZONE4の認証を達成しました。

図3：TS 8の地震用拡張アクセサリ



さらに、TS 8が特別なアクセサリなしで最大重量152kgまでGR-63-COREのZONE3の要求事項を満たしていることが確認されました。

試験は600 mm × 2,000 mm × 400 mm (幅×高さ×奥行)、600 mm × 2,000 mm × 600 mm、800 mm × 2,000 mm × 600 mmの寸法のTS 8エンクロージャーに対して実施(表4)。エンクロージャーの認証は、基本的にこの3サイズと実際に試験された負荷に対して有効となります。

しかしながら、リターンは、複数の製品を使った試験で合格(顧客別の試験で実証)しており、これは、フレーム構造及び耐震強化構造の背景となる基礎的技術力がすぐれていることの証左だと見ることができます。耐震要求事項では、下記基準を満たす限り他の寸法も信頼性が高いとみなすことができます:

- 地震規格/周波数スペクトルは類似(図2)
- 均等な重量配分
- 構成品の搭載重量が、試験された重量以下
- 底面積が試験された面積より広い(底部が広いとレバーのつながりが改善される)
- ベースを除いて2000mmを超えない高さ(又は1000mmより高くない重心)

表4：試験されたTS 8エンクロージャー

品番	寸法 WHD (mm)	対策	試験時の 部品取り付け重量	規格、レベル
8806.500	800 x 2000 x 600	標準	152kg	Telcordia GR-63-Core ZONE3
8806.500	800 x 2000 x 600	コンフォートハンドル、 地震キット、 地震ベース	500kg	Telcordia GR-63-Core ZONE4
8604.500	600 x 2000 x 400	コンフォートハンドル、 地震キット、 地震ベース	500kg	Telcordia GR-63-Core ZONE4
8606.500	600 x 2000 x 600	コンフォートハンドル、 地震キット、 地震ベース	500kg	Telcordia GR-63-Core ZONE4

リターンはアドバイザーとしての立場で支援し、限られた領域において、お客様とともに最適なソリューションを実現いたします。

## 個別手法

地震、潜在的損傷、規格の情報があっても、耐震スイッチギアに関する個別の問い合わせにどう対応するべきか疑問が残ります。まずは地理的位置を明らかにする必要があります。どの国で、どの地震区分でスイッチギアが必要とされるのか。次に、要求事項に合う関連規格を特定する必要があります。建設及び構造設計担当者は、建物又は建物内におけるスイッチギアの固定に関する全要件を考慮する必要があります。

### 構造安全性又は機能性

上記の適用規格の例に関しては、構造安全性とシステム機能の維持を区別することが必要です。構造安全性のみを考慮する場合、通常は前項で説明した通り適切な地震用アクセサリを備え付けたTS 8エンクロージャー等の認証済みエンクロージャーがあればほとんどの場合十分です。

地震後に、システムが継続的に機能することは、エンクロージャーでは保証できません。この点を確認するためには、追加的な試験が必要です。予め、有限要素法による構造計算を行うこともできます。スイッチギアは実際に備え付ける部品と一緒に試験することが重要です。取り付けた部品の配分及び重量は、エンクロージャーの振動挙動に影響を与えることがあります。エンクロージャーの設置方法(マウンティングプレート、DINレール、又はさまざまなバスバーシステム)も挙動に影響する可能性があります。そのため、こうした要求事項に関しては個別のシナリオで、言い換えれば意図した部品を所定の場所において耐震エンクロージャーを試験することが必要です。

## まとめ

地震は一定の地理的位置にある人や財産にとって重大な危機となる可能性があります。電気スイッチギアシステム及びデータセンターは、非常に貴重な財産であるだけでなく、リスク地域においては耐震性を確保する必要性から、技術インフラにおいて重要な役割を担う不可欠な存在です。通常スイッチギアとサーバーを収納するエンクロージャーは、地震の際にシステムの継続的機能を確保するための重要な役割を果たします。これらが深刻な構造的損傷を受けた場合、システムは間違いなく停止します。

従って、耐震エンクロージャーは極めて重要です。耐震向けとされるエンクロージャーが満たすべき要求事項は、さまざまな規格で明確にされています。用途及び市場の地理的条件によって異なる規格が適用されます。手法は異なりますが、重要事項は同じです。地震による加速度をシミュレーションするために振動台上で実施する振動試験などです。しかし詳細な周波数及び加速度スペクトルは、振動台試験によってある程度異なっています。

リタールが製造するTS 8エンクロージャーは、地震用アクセサリーのオプションと共に、試験済みであり、Telcordia (テルコーディア) GR-63-COREで最高のZONE4の要件を満たしているとしています。

## 参考文献

- [Mun14] ミュンヘン再保険, NatCatSERVICE, 2014年
- [BEU93] DIN IEC 60068-3-3:1993-09 環境試験; 装置の耐震試験方法, Beuth-Verlag
- [IEE05] IEEE 規格 693 — 変電所の耐震設計に関するIEEEの推奨指針, 2005年
- [TEL02] Telcordia (テルコーディア) GR-63-CORE 第2版, 2002年

# Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- エンクロージャー
- 分電・配電
- 温度管理
- IT インフラ
- ソフトウェアおよびサービス

## リタル株式会社

本 社 〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2 丁目 5 番 11 号 金子第 1 ビル 7 階  
北 関 東 営 業 所 〒338-0001 埼玉県さいたま市中央区上落合 2 丁目 3 番 2 号 新都心ビジネス交流プラザ 8 階  
名 古 屋 支 店 〒460-0002 愛知県名古屋市中区丸の内 2 丁目 19 番 32 号 Pinetree 3 階  
大 阪 支 店 〒533-0033 大阪府大阪市東淀川区東中島 2 丁目 9 番 15 号 日大和生ビル 9 階  
西 日 本 営 業 所 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東 2 丁目 5 番 19 号 サンライフ第 3 ビル 5 階  
カス タ マ ー セ ン タ ー 〒306-0431 茨城県猿島郡境町西泉田下野原 1438-1

お問い合わせはリタル株式会社へ：0120-998-631・contact@rittal.co.jp

ウェブサイト <http://www.rittal.co.jp>

・掲載内容を予告なく変更する場合があります。

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

