短絡電流定格

産業用制御パネルの短絡電流定格決定と容量アップ方法

ホワイトペーパー

Littelfuse®

Expertise Applied | Answers Delivered

はじめに

短絡電流定格（SCCR）[1]とは、デバイスまたはシステムが、規定時間（0.05秒など）、あるいは指定されたヒューズまたは回路ブレーカーが開いて回路を遮断するまで安全に耐えることができる最大電流です。SCCRは通常、キロアンペア（kA）で表されます。

SCCRのラベル表示要件により安全な設置が実現され、製造業者、所有者、および管理者がOSHA規則およびNFPA基準と規格を満たせるようになります。

NECとOSHAはいずれも、短絡電流が、機器の耐電流よりも大きくなるような場所の近くに機器を配置することを禁じています。

電力需要が継続的に増大しているため、産業施設において故障電流が増加しています。機器での故障電流がパネルのSCCRを超えると、壊滅的な結果が生じるおそれがあります。

設計の段階でSCCRを考慮することにより、限流ヒューズは、パネルを最適化し、モールドケースサーキットブレーカー（MCCB）よりも強い競争優位性を発揮することができます。MCCBでは、ほとんどの場合、十分なSCCRを得ることが出来ません。

MCCBが原因となりパネルの低SCCRを改善させる最も伝統的な方法は、MCCBを限流ヒューズと交換することです。ただし、この方法でパネルを改善した後、パネルのSCCRをさらに増やすにはどうすればよいのでしょうか。

産業用制御パネルにSCCRを表示しなければならない理由

NEC第409.110条では、産業用制御パネル（ICP）にはパネル全体のSCCRを目に見える形で表示することを要求しています。NEC第409条では、潜在的な電気的危険性についてパネルと設備の分析を行うことを要求しています。表示されるSCCRは、認証登録ラベルが付いた組立部品のSCCRか、または承認された方法で確立されたSCCRのいずれかに基づいている必要があります。過電流保護デバイスには、遮断定格またはアンペア遮断容量も表示する必要があります。

機器製造業者の間でよくある誤解は、主回路保護デバイスのアンペア遮断容量または遮断定格（IR）が産業用制御パネル（ICP）のSCCRと同じであるという誤解です。そのため、パネルを安全に使用することの出来る場所について担当者が混乱することがあります。例えば、2005年にNEC第409条が導入される前は、パネルに遮断定格が22 kAのメインフィーダー回路保護デバイスがあった場合、未承認のパネルの製造業者はそのパネルにも22 kAのSCCRをラベル付けしていました。

ただし、パネル内の各電源コンポーネントのSCCRまたはIRは上記の値とは異なっており、その大多数は、定格が5 kA以下である場合が多いです。このため、22 kAの故障が発生した場合、主回路保護デバイスが障害を安全に遮断できたとしても、パネル内の電源コンポーネントが発火したり、激しく爆発したりすることがあります。

NECは、特に以下の場合にSCCRマーキングを要求しています。

- サービス（第230条）
- 産業用制御パネル（第409条）
- モーター、モーター回路、およびコントローラー（第430条）
- 空調および冷凍機器（第440条）
- エレベーター、配膳用エレベーター、エスカレーター、動く歩道、プラットフォームリフト、いす式階段昇降機（第620条）
- 産業機械（第670条）
- 緊急システム（第700条）
- 法律上必要な待機システム（第701条）
- オプションの待機システム（第702条）
- 重要な業務用の電力システム（第708条）

これらのマーキングにより設置者や検査員は、パネルを設置する予定の施設での故障電流調査結果を制御パネルのSCCRと比較して、産業施設や商業施設での潜在的な危険を最小限に抑えることができます。

安全性と信頼性のために、機器の正確なSCCRマーキングと、故障電流を定期的に比較することが不可欠です。

1 短絡電流定格は、NECが1999年版で最初にこれを定義する前は、「耐圧定格」と呼ばれていました。

© 2019 Littelfuse, Inc.

電流制限過電流保護デバイスとは

NECの第240.2条で定義されているとおり、電流制限過電流保護デバイスは、故障した回路を流れる電流を、同等のインピーダンスを持つ固体導体にこのデバイスを置き換えた場合に得られる電流よりも大幅に低減します。これらのデバイスは、限流範囲内で動作しているとき、8.3ミリ秒未満で短絡電流をクリアできます。これは電気交流周波の半分未満です（**図1**を参照）。

電流制限過電流保護デバイスが効果を発揮するためには、限流範囲内の電流を遮断する必要があります。

電流制限によってSCCRが増大する仕組み

電流制限によってSCCRが増大するのは、破壊的熱エネルギーが減少するからです。**図1**は、故障発生後の最初の半サイクルにおける最大瞬時ピーク電流（I_{peak}）を示しています。灰色の領域は、限流ヒューズを使用しない場合のI_{peak}を表し、緑色の領域は、限流ヒューズを使用した場合のI_{peak}を表します。

力率および故障の発生時期にもよりますが、電流制限のない場合の最大可能I_{peak}は、故障が発生したときに故障電流Rmsの2.3倍にもなる可能性があります。ただし、限流ヒューズを使用するときの最大I_{peak}は、使用しないときの潜在的な電流のごく一部にすぎません。曲線の下の領域は、ヒューズの通過エネルギーI^2tを表しています。I^2tが低いほど、回路が遮断されたときに回路を通過する潜在的な破壊的熱エネルギーが低くなります。

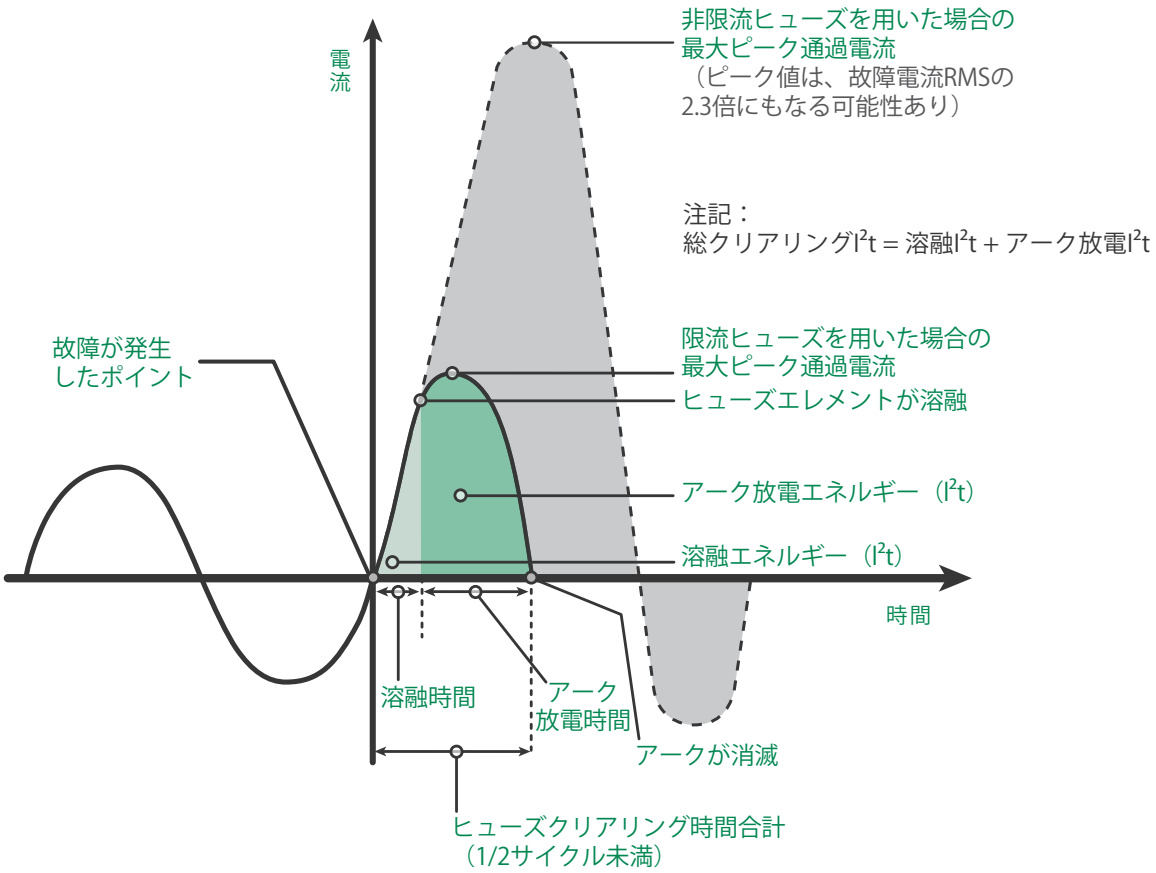

図1.限流ヒューズと非限流ヒューズを用いた場合の、故障の最初の1/2サイクル中の最大瞬時ピーク電流

© 2019 Littelfuse, Inc.

過電流保護デバイスの遮断定格

ヒューズとサーキットブレーカーはさまざまな方法で試験されていますが、ヒューズの遮断定格（およびサーキットブレーカーのAIC）はSCCRと同じであると見なされています。

NEC第110.9条は、「故障レベルで電流を遮断することを目的とした機器は、公称回路電圧において少なくとも機器のライン端子で、容易に流すことのできる電流に等しい遮断定格を備えている必要がある」と規定しています。

NEC第110.10条では、過電流保護デバイスとこれらを保護するように設計されたコンポーネントの連携を特に要求しています。これにより、短絡故障が発生した場合に、コンポーネントまたは回路が大規模に損傷することを防ぎます。

NRTLからリステッド認証またはレコグナイズド認証を取得しているヒューズおよびサーキットブレーカーは、特定の故障電流を安全に遮断できることを検証するために、実験室で試験されています。認証を取得するには、ヒューズが安全に遮断し、ヒューズ自体や周囲のものに損傷を与えないようにする必要があります。また、周囲の可燃性ガスに引火する可能性のある高温ガスを排出しないようにしなければなりません。

サーキットブレーカーは、制御された条件下で安全に遮断し、近くの物体に引火しないようにする必要があります。ただし、サーキットブレーカーは高温ガスを排出する可能性があり、危険領域での発火源となる場合があります。

一部のサーキットブレーカーと補助プロテクターについては、高レベルの短絡電流を1回だけ安全に遮断できることが試験されて承認されています。最初に遮断された後、これらのサーキットブレーカーは動作不能になる場合があり、再使用することは認められません。

Rms対I_{peak}

パネル内のコンポーネントのSCCRは、*kArms*として表されます。二乗平均平方根（rms）電流は、ある期間にわたる実効電流を表すものです。

逆に、限流ヒューズのI_{peak}が23 kAの場合、等価または見かけのrmsはI_{peak}の0.435倍、つまり10 kAになります。限流ヒューズは、適切に利用した場合、I_{peak}および見かけの短絡電流のrmsを、パネルの他の部分が安全に処理できるレベルに制限します。この動作は、ICPのSCCRを決定するために使用されることがあります。

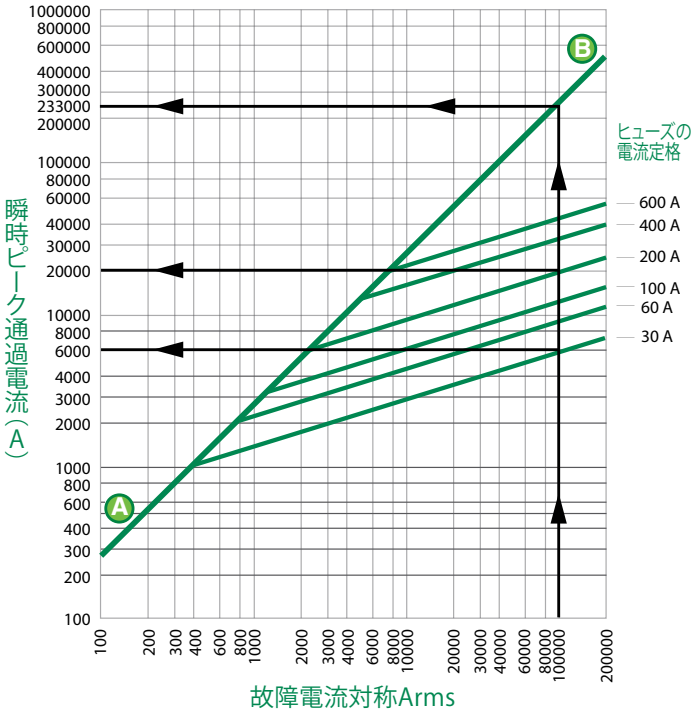

図2.故障電流rmsと短絡時の最大瞬時ピークとの関係

電流制限とピーク通過チャート

限流範囲で動作する限流ヒューズは、最大瞬時ピーク電流（I_{peak}）を、ヒューズが回路内にない場合に流れる可能性のあるピーク電流よりも大幅に小さい値に制限します。

図2は、対称故障電流rmsと、短絡が発生した場合の最大可能I_{peak}との関係を示しています。**図2（A–B）**は、最悪条件下（15%の力率、非対称）での最大可能I_{peak}、または対称故障電流rmsの2.3倍です。**図2**の他の線は、標準の限流ヒューズの電流定格がピーク通過にどのように影響するかを示しています。

例えば、パネルのライン側端子で、対称故障電流rmsが100,000 Aの場合、電流制限がない場合の最大可能I_{peak}は233,000 Aです（**図2（A–B）**を参照）。ただし、200 Aの限流ヒューズを使用する場合、最大I_{peak}は約20,000 Aに制限されます。30 Aのヒューズを使用する場合、最大I_{peak}は約6,000 Aに制限されます。

ピーク通過チャートは、システムが耐えることができる等価または見かけの対称故障電流rmsを推定しています（**図3**を参照）。例えば、600 Aの限流ヒューズのライン側端子で対称故障電流rmsが100,000 Aの場合（**図3（a）**を参照）、ヒューズは最初の1/2サイクル以内にクリアされ、最大I_{peak}を45,000 A以下に制限します（**図3（b）**を参照）。45,000 AのI_{peak}（**図3（b）**を参照）は、18,000 Aの電流rmsが生成できる最大I_{peak}（**図3（c）**を参照）と同じです（**図3（d）**を参照）。

言い換えると、実際に故障電流が100,000 Aの場合、600 Aの限流ヒューズは、I_{peak}を等価電流rmsである18 kAに制限します。

ピーク通過チャートの例

ULなどのNRTL機関に試験を申請する前に、ICPが安全に処理できる最大予想故障電流rmsまたはSCCRを推定しておくことをお勧めします。

以下の標準ICPを例として考えてみましょう。

- AC480 Vにおいて60,000 Aの故障電流rms
- 3つのリテルヒューズJTD_IDULクラスJヒューズを備えたメインフィーダー回路の溶融断路器
- 5 kAの最小定格SCCRコンポーネント

予想される60 kA rms 対称故障が発生した場合、60 AのJTD_IDヒューズは、見かけの対称通過電流を5 kA rms以下に制限します。

これは、ピーク通過チャートを見ればわかります。ピーク通過曲線（図4を参照）に基づくと、予想される対称故障電流は60,000 A rmsです。60 Aのクラスジヒューズは、最大I_{peak}を約7,400 Aに制限します。最大I_{peak}ラインまで水平に移動し、予想される対称故障ラインまで下方に戻ると、見かけの対称故障電流は約3,200 A rmsになります。

60 Aのクラスジヒューズは、60,000 A rmsの予想される対称故障電流が発生した場合に、3,200 Aを超えるSCCRを持つコンポーネントと直列のあらゆるコンポーネントを安全に保護することができます。これは、パネル内の他のコンポーネントで利用可能なヒューズの最大等価故障電流によるものです。

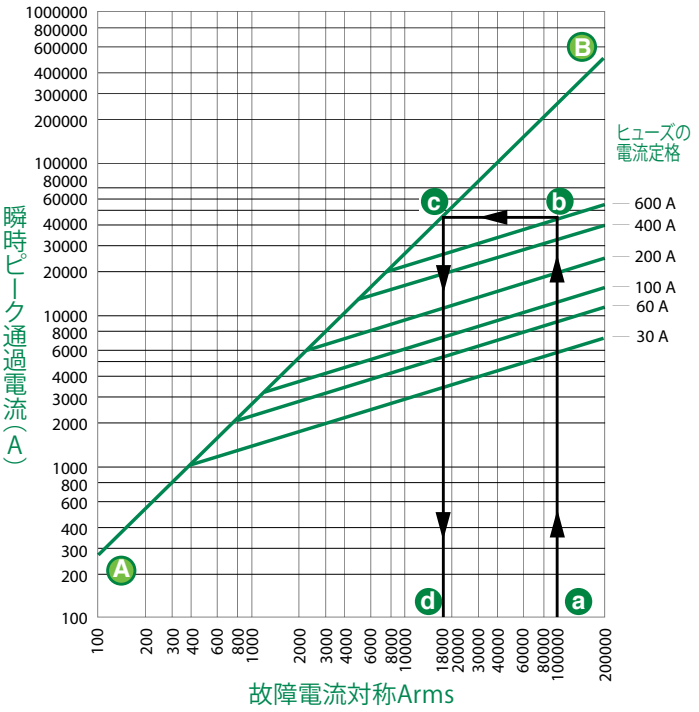

図3.システムの最大許容故障電流rmsを推定するためのピーク通過チャート

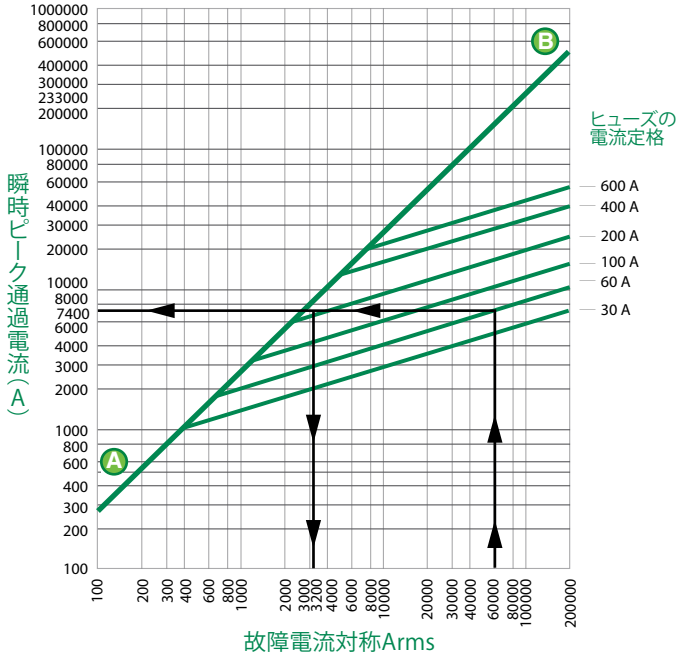

図4.リテルヒューズJTD_IDクラスJヒューズのピーク通過曲線

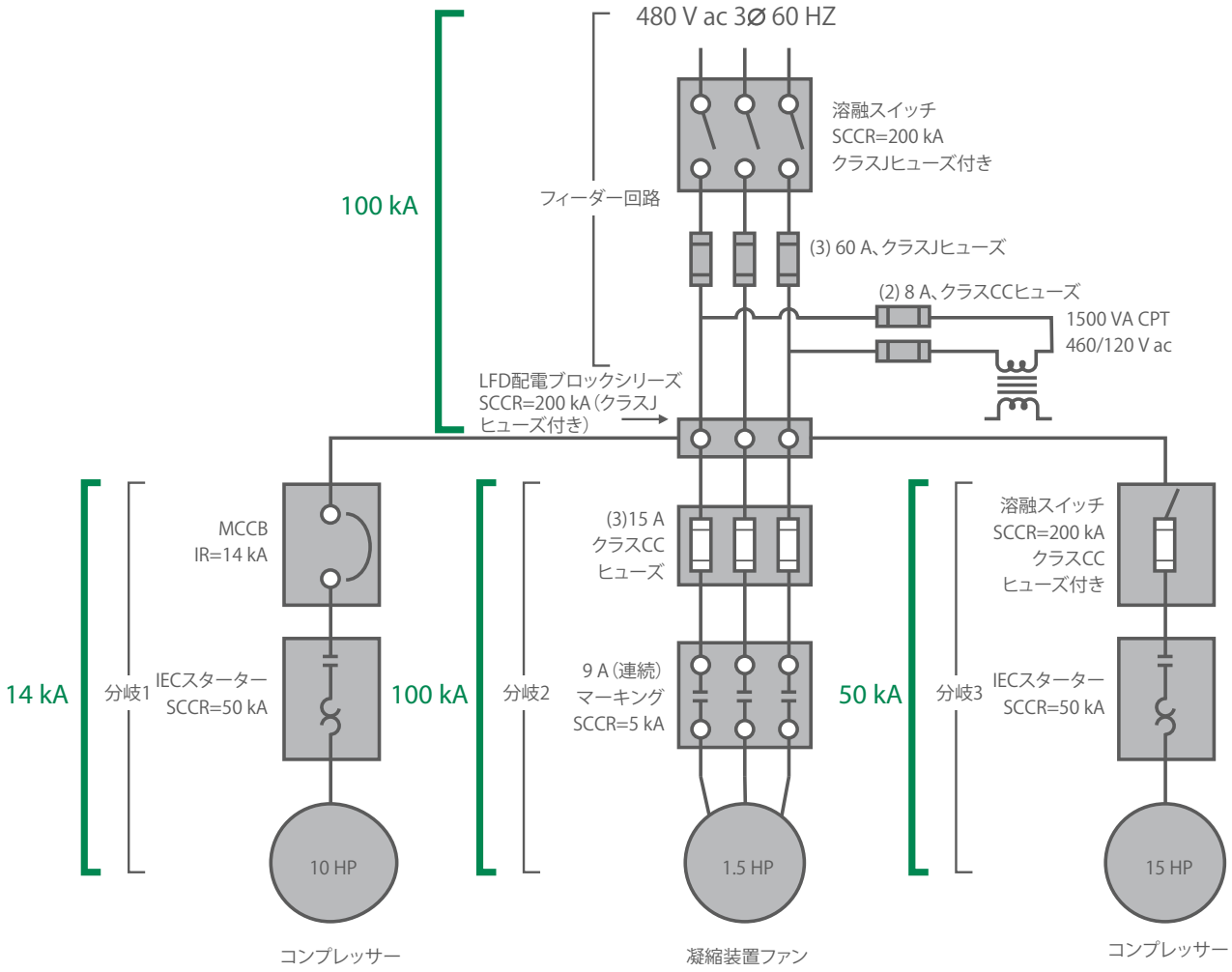

図5.標準的な産業用制御パネル

ただし、分岐回路に限流ヒューズと直列のサーキットブレーカーまたはヒューズが含まれている場合（**図5**を参照）、電流制限フィーダーヒューズのしきい値電流が、分岐回路内の非電流制限の過電流デバイスの遮断定格を超えないように注意する必要があります。

この例では、60 Aのクラスジェイヒューズのしきい値電流は約1,000 Aであり、分岐回路#1の14 kAサーキットブレーカーの遮断定格よりも大幅に小さくなっています。

ピーク通過チャートに基づくと、このパネルのSCCRは、60 Aのリテルヒューズ JTD_IDクラスJヒューズが使用されている限り、推定される最小アンペア数は60,000 Aになります。実際、対称故障電流が200 kA rmsの場合、ヒューズは見かけの故障電流をわずか4,000 A rmsに制限し、パネル内のすべてのコンポーネントを安全に保護します。

© 2019 Littelfuse, Inc.

パネル全体のSCCR決定方法

NEC第409.110条では、ICPのSCCRは、認証登録ラベルが付いた組立部品のSCCRに基づいているか、承認された方法を利用していると述べています。この条項では、これらの承認された方法の1つとしてUL 508A補則SBがリスト化されています。

一部のOEMメーカーでは、パネルが特定の目的で使用され、継続的に製造されている場合、またはパネルが認証登録機器の大きな構成部品である場合、ULなどのNRTL機関でパネルの試験を受けることが多いようです。

パネルの認証を取得するもう一つの理由は、他の承認された方法が提供できるSCCRよりも大きいSCCRを取得できる可能性があるからです。

ANSI/UL 508A補則SB

ANSI/UL 508A補則SBは、ICP内のコンポーネントを分析することにより、ICPのSCCRを決定するための承認された方法を提供しています。この方法では、パネル内の個々のコンポーネントのSCCRと、パネル内で使用されている電流制限電源デバイスのタイプを調べることにより、パネルの全体的なSCCRを見つけます。

UL 508A補則SB方式では、パネルの認証登録は必要ありません。2006年以降、ULリステッドマークを取得しているカスタム制御パネルの製造業者は、UL508A 補則SBの製造基準とマーキング要件に従う必要があります。

UL 508A補則SBは、認証登録されているICPのみに言及していますが、規格の要件は、あらゆるタイプの利用機器に電力を供給するあらゆる制御パネルに適用できます。パネルの少量生産をしている製造業者、または多品種生産をしている製造業者は、ほとんどの場合、UL 508A補則SBを使用してパネルのSCCRを確立することが多いようです。

UL 508A補則SBでは、過電流保護デバイスのタイプとパネル内のコンポーネントの定格に基づいてICPのSCCRを設定しています。補則SBによると、ICPの全体的なSCCRは、以下のSCCRと同じです。

- 最小定格のコンポーネント
- 最小定格でUL認定シリーズ定格の組み合わせ
- 規格に準じた認定シリーズの組み合わせのSCCR

ただし、UL 508A補則SB方式では、目的のアプリケーションに適切なSCCRが提供されない場合があります。このような状況では、パネルを再設計するか、別の方法で認証登録を得る必要があります。

ヒューズとサーキットブレーカーを備えたパネルが高いSCCRでNRTL機関からリステッド認証を取得している場合、機器の説明書とラベルには、過電流保護デバイスは、指定されたヒューズクラスと定格、またはサーキットブレーカーの特定の製造業者、型式、および定格によってのみ置き換えられることが示されていなければなりません。

リステッド認証を取得していないパネルは、必要なNEC第409条SCCRマーキングについて、地域の電気検査官またはAHJによって精査される場合があります。地元のAHJから要求された場合、製造業者は、部品表、すべてのコンポーネントのSCCR、およびパネルの全体的なSCCRを決定するために使用した方法の詳細な記録を保持する必要があります。

© 2019 Littelfuse, Inc.

パネル演習

UL 508A補則SB4.1には、ICPのSCCRを決定するための3つのステップがあります。

1. UL認証と認定シリーズ定格の組み合わせを含む、すべての個々の電源コンポーネントのSCCRを決定する。
2. フィーダー回路で限流ヒューズが使用されている場合、特定コンポーネントの組み合わせのSCCRを変更します。
3. 任意の電源コンポーネント、過電流保護デバイス、または修正された組み合わせの中で最小定格SCCRをパネルのSCCRに適用します。

以下の標準ICPの例を使用し、UL 508A補則SB4.1の3つのステップを用いて、パネルの全体的なSCCRを決定します。

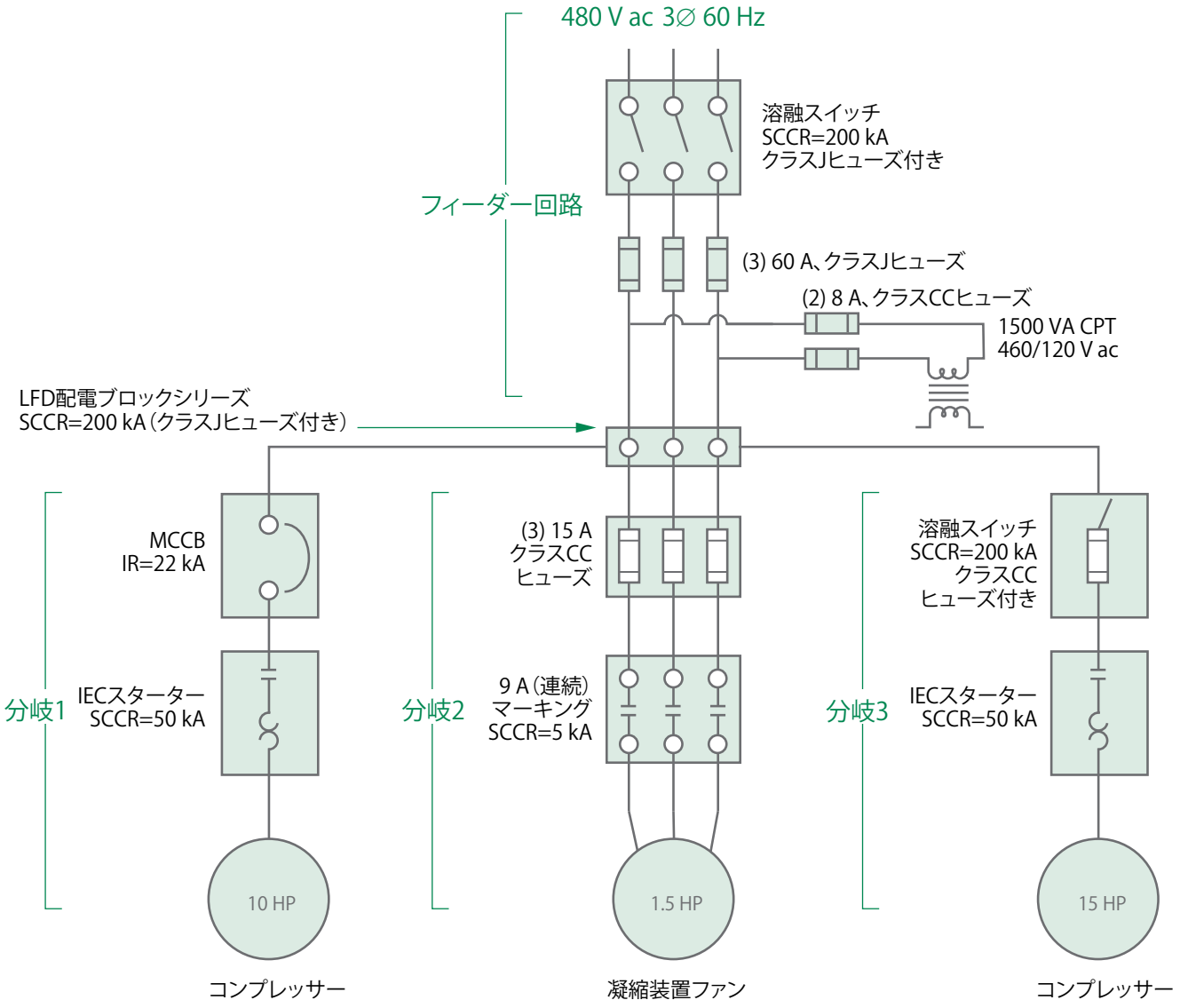

図6.SCCRを決定するためのUL 508A補則SB方式以前のパネル

ステップ1

> UL認証と認定シリーズ定格の組み合わせを含む、すべての個々の電源コンポーネントのSCCRを決定します。

筐体の外側または内側にある個々のモーター、ドライブ、およびその他の負荷を制御して電力を分配するために使用されるすべての電源コンポーネントを分析する必要があります。電流測定トランスなどの周辺機器や、電流制限制御電源トランスの二次側の品目（電源回路の直接経路にない押しボタンやコンタクターコイルを含む）は分析する必要がありません。

SCCRまたは遮断定格が製品に表示されていない場合、製品の資料および取扱説明書を確認してください。製造業者が製品のSCCRを提供していない場合は、UL 508A補則SBの**表SB4.1**を参照してください。ここに、デバイスの想定最大SCCRが示されています。パネル内のすべての電源コンポーネントを文書化し、そのSCCRを記録する必要があります。

この例の給電回路と分岐回路のすべての電源コンポーネントには、SCCRまたはIRが表示されています。

パネル内の各電源コンポーネントのSCCRを記録し、**表SB4.1**を使用してマーキングされていないコンポーネントにSCCRを割り当てると、最初は、マーキングされたSCCRが5 kAの分岐回路#2のコンタクターがパネル内で最小定格SCCRであるように見えます。ただし、過電流保護デバイス付きの電源コンポーネント（限流ヒューズ付きのモーターコントローラーなど）の特定の組み合わせは、UL認証と認定シリーズ定格の場合があり、個々のコンポーネントの最小定格SCCRよりも大きいシリーズ定格SCCRを備えています。制御パネル内のいずれかの組み合わせがUL認証またはリステッド認証を取得している場合、分岐回路の最も弱いリンクを決定するときに、承認済みシリーズの組み合わせのSCCRを考慮することができます。

この例では、分岐回路#2のコンタクターの製造業者と話し合い、かつそのULリスティング文書を調べた結果、コンタクターがULクラスCCまたはULクラスJヒューズによって順番に保護されている

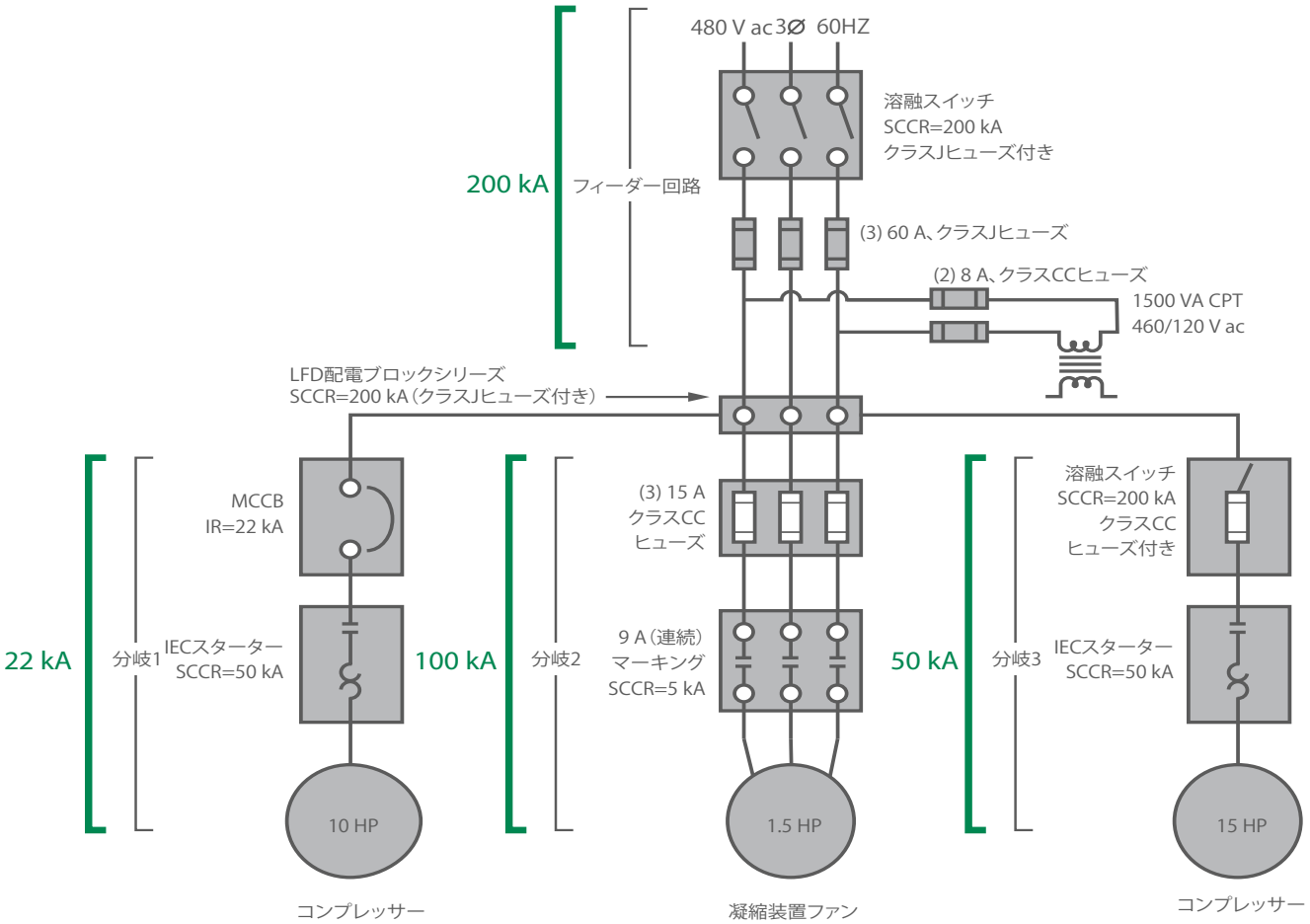

図7.ステップ1を完了した後のパネル

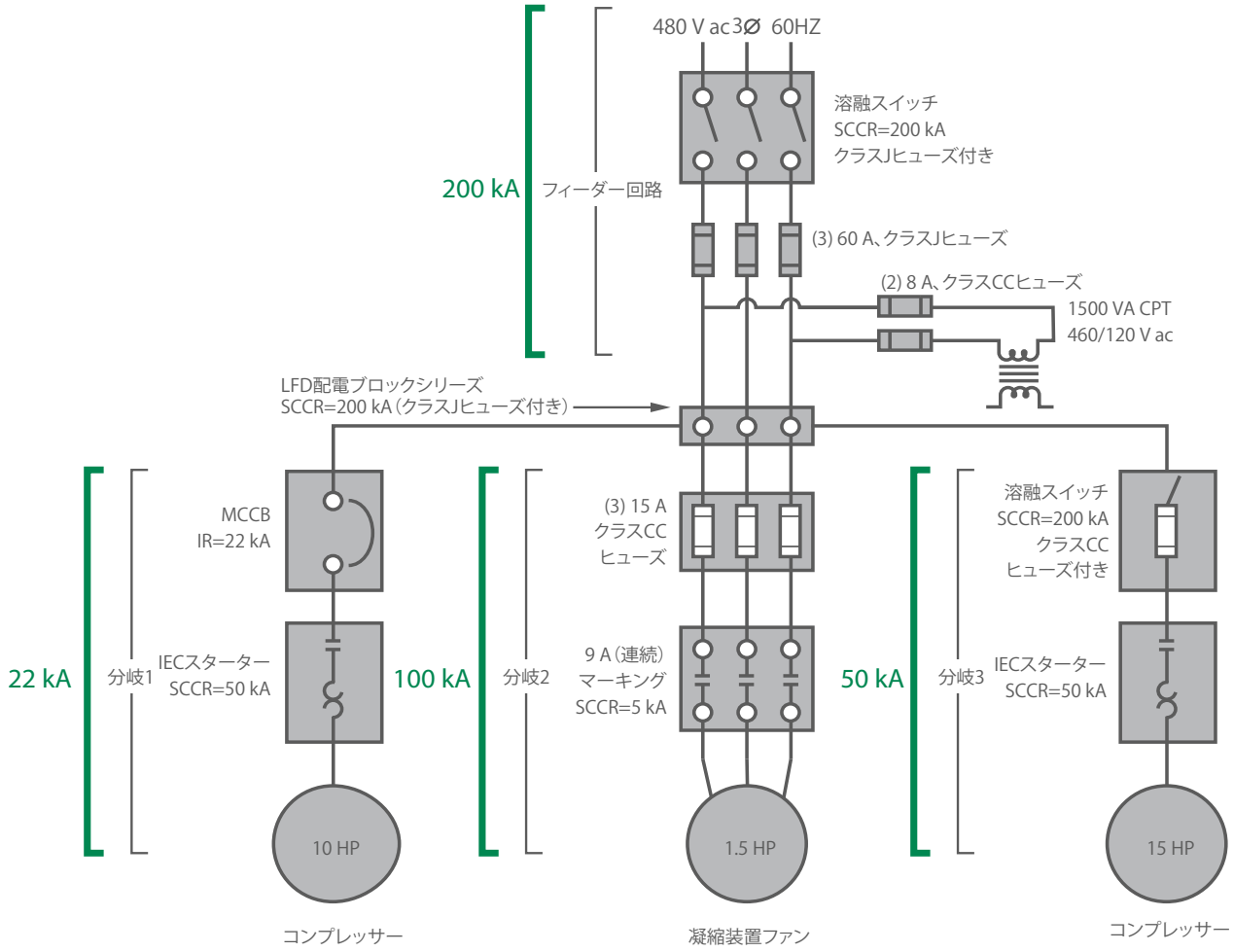

図8.ステップ2を完了した後のパネル

とき、そのコンタクターは100 kAのシリーズ定格SCCRを備えたタイプ2同等のUL認証を受けていることがわかりました。この組み合わせシリーズ定格は、分岐回路のSCCRを増大させるだけでなく、短絡後もコンタクターが動作し続けることを保証しています。UL認定シリーズ組み合わせSCCRを確認するには、またパネルのSCCRを増大させる可能性のある特別な状況を調べるには、必ず機器の製造業者にお問い合わせください。

図6のパネル図に、各コンポーネントのSCCR、認定シリーズの組み合わせ、およびフィーダーと分岐回路を追加すると、パネルの図は**図7**のパネルのようになります。

ステップ1は、すべての個々の電源コンポーネントのSCCRを明らかにしています。

- フィーダー回路のSCCRは200 kAです。
- MCCBの遮断定格により、分岐回路#1の最小SCCRは22 kAです。
- 分岐回路#2のSCCRは、認定シリーズを組み合わせた定格であるため、100 kAです。
- 分岐回路#3の最小SCCRは、IECスターターのため50 kAです。

ステップ2

> SCCRフィーダー回路で限流ヒューズが使用されている場合、特定コンポーネントの組み合わせのSCCRを変更します。

UL 508A補則SBの第SB4.3条は、限流ヒューズなどのフィーダーコンポーネントがパネル内のピーク通過電流をどのように制限できるかを説明しています。UL 508A補則SBの**表SB4.2**（**図8**を参照）は、さまざまなレベルの故障電流rms（50 kA、100 kA、または200 kA）でのULクラスの限流ヒューズのUL最大許容瞬時ピーク通過電流と最大許容クリアリングI^2tを示しています。UL承認された限流ヒューズのすべての製造業者は、I_{peak}とI^2tを表に示され

表SB4.1.2.マーキングされていないコンポーネントについて想定される最大短絡電流定格

コンポーネント	短絡電流定格(kA)
バスバー	10
サーキットブレーカー（GFCLを含む）	5
電流メーター	a
電流シャント	10
ヒューズホルダー	10
産業用制御機器：	
a. 補助デバイス（過負荷リレー）	5
b. スイッチ（水銀管タイプ以外）	5
c. 水銀管スイッチ	
60 Aまたは250 Vを超える定格	5
定格250 V以下、60 A以下、および2k VA以上	3.5
定格250 V以下および2 kVA以下	1
モーターコントローラー、定格馬力（kW）	
a. 0 - 50 (0 - 37.3)	5[c]
b. 51 - 200 (38 - 149)	10[c]
c. 201 - 400 (150 - 298)	18[c]
d. 401 - 600 (299 - 447)	30[c]
e. 601 - 900 (448 - 671)	42[c]
f. 901 - 1500 (672 - 1193)	85[c]
メーターソケットベース	10
小型またはその他のヒューズ	10[b]
レセプタクル（GFCI）	2
レセプタクル（GFCI以外）	10
補足プロテクター	0.2
スイッチユニット	5
端子台または配電ブロック	10

[a] 変流器または電流シャントを介して接続する場合、SCCRは必要ありません。直接接続された電流メーターには、マーキングされたSCCRが必要です。

[b] 小型ミニチュアヒューズの使用は、125 Vの回路に制限されています。

[c] 指定馬力範囲内で定格付けされたモーターコントローラーの標準故障電流定格。

© 2019 Littelfuse, Inc.

ている最大値に制限する必要があります。UL 508A補則SBは、**表SB4.2**にリスティングされているI_{peak}値を使用して、パネル内の分岐回路へのピーク通過電流を制限するヒューズの能力を決定します。

フィーダーヒューズのI_{peak}が分岐回路の受動部品の最小定格SCCR以下の場合、組み合わせのSCCRは、ヒューズがピーク電流を制限する電流rmsです。

ステップ2で行った変更は、分岐回路に受動（非過電流保護）デバイスが存在するフィーダー回路の電流制限デバイスにのみ適用されます。

表SB4.2に基づくと、故障電流が200 kAの場合、60 AのULクラスJヒューズは、I_{peak}を16 kA以下に制限します。

過電流デバイスの遮断定格を超える、ただし200 kA未満の故障電流により、フィーダーヒューズが回路を遮断する前に、現在の分岐回路の過電流デバイスが遮断する可能性があります。これは危険です。このため、パネルのSCCRは、NRTL機関からリステッド認証を取得していない限り、パネル内のヒューズまたは回路ブレーカーの最小遮断定格を超えてはなりません。

ステップ2では、以下の情報を確定しています（**図8**を参照）。

- フィーダー回路と配電ブロックのSCCRは200 kAです。
- 分岐回路#1の最小SCCRは22 kAです（MCCBスターターによる）。
- 分岐回路#2のSCCRは100 kAです。
- 分岐回路#3の最小SCCRは50 kAです（IECスターターによる）。

UL 508A第SB3.2条は、フィーダー回路からタップオフされる制御回路用の分岐回路過電流保護を要求しています（**図6**を参照）。また、分岐回路ヒューズまたは回路ブレーカーの遮断定格も、パネルの全体的なSCCR以上でなければなりません。さらに、分岐回路ヒューズまたは回路ブレーカーの遮断定格は、パネルの全体的なSCCR以上でなければなりません。

遮断定格が200 kAと表示された、この例の8 A制御回路ヒューズは、分岐回路ULクラスCCヒューズであり、UL508A第SB3.2条に準拠しています。

補助ヒューズとプロテクターを制御回路の一次側に配置することは許可されていません。

ステップ3

> 任意の電源コンポーネント、過電流保護デバイス、または修正された組み合わせの中で最小定格SCCRをパネルのSCCRに適用します。

この例のパネルのSCCRは、ステップ2で変更されていない電源コンポーネントの最小定格SCCR、分岐回路の最小定格SCCR、および過電流保護デバイスの最小定格の遮断定格に基づいています。

分岐回路#1の最小定格SCCRは22 kAです。

パネル全体のSCCRは22 kAです。これは、ブレーカーのIRに基づいています。

産業用制御パネルのSCCRを増大する方法

ICPのSCCRを増大する方法

- SCCRが大きいコンポーネントまたは認定された組み合わせを使用する。
- フィーダー回路で限流ヒューズ（または別のタイプの電流制限デバイス）を使用する（詳細については、UL 508A補則SBを参照してください）。
- 分岐および制御回路で、遮断定格がより高い過電流保護デバイスを使用する。
- ULなどのNRTL機関に「試験済み方法」を利用した承認試験を受ける。

UL 508A補則SBは、マーキングされていない補助プロテクターにわずか200 Aの最大SCCRを割り当てます。UL 508A第SB3.2条では、一次制御回路に補助プロテクターを使用することは許可されていません。分岐回路で補助プロテクターを使用する場合、補助プロテクターを、タッチセーフDINレール取り付けのヒューズホルダー内のリテルヒューズULクラスCCヒューズに置き換えると、産業用制御パネルのSCCRが大幅に増大し、安全性が向上します。

リテルヒューズは、ULリステッド認証を取得済みで、より大きなSCCRを持つ、LDシリーズ配電ブロックとLSシリーズスプライサーブロックも提供しており、限流ヒューズと併用することで産業用制御パネルのSCCRが増大します。

© 2019 Littelfuse, Inc.

UL508A表SB4.2.短絡電流レベルに基づく、ヒューズのピーク通電電流、I_p、およびクリアリング、I^2t

ヒューズタイプ	ヒューズ定格電流	しきい値と50 kAの間		100 kA		200 kA	
		$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$
クラスCC	15	2	3	2	3	3	4
	20	2	3	3	4	3	5
	30	7	6	7	7.5	7	12
クラスG	15	-	-	3.8	4	-	-
	20	-	-	5	5	-	-
	30	-	-	7	7	-	-
	60	-	-	25	10.5	-	-
300 VクラスT[b]	1	–	–	0.4	0.8	–	–
	3	–	–	0.6	1.3	–	–
	6	–	–	1	2	–	–
	10	–	–	1.5	3	–	–
	15	–	–	2	4	–	–
	20	–	–	2.5	4.5	–	–
	25	–	–	2.7	5.5	–	–
	30	3.5	5	3.5	7	3.5	9
	35	–	–	6	7	–	–
	40	–	–	8.5	7.2	–	–
	45	–	–	9	7.6	–	–
	50	–	–	11	8	–	–
	60	15	7	15	9	15	12
	70	–	–	25	10	–	–
	80	–	–	30	10.7	–	–
	90	–	–	38	11.6	–	–
	100	40	9	40	12	40	12
	110	–	–	50	12	–	–
	125	–	–	75	13	–	–
	150	–	–	88	14	–	–
	175	–	–	115	15	–	–
	200	150	13	150	16	150	20
	225	–	–	175	21	–	–
	250	–	–	225	22	–	–
	300	–	–	300	24	–	–
	350	–	–	400	27	–	–
	400	500	22	550	28	550	35
	450	–	–	600	32	–	–
	500	–	–	800	37	–	–
	600	1000	29	1000	37	1000	46
	700	–	–	1250	45	–	–
	800	1500	37	1500	50	1500	65
	1000	–	–	3500	65	–	–
	1200	3500	50	3500	65	4000	80

© 2019 Littelfuse, Inc.

ヒューズタイプ	ヒューズ定格電流	しきい値と50 kAの間		100 kA		200 kA	
		$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$
クラスCF（最大100 A）、クラスJ、および600 VのクラスT[b]	1	–	–	0.8	1	–	–
	3	–	–	1.2	1.5	–	–
	6	–	–	2	2.3	–	–
	10	–	–	3	3.3	–	–
	15	–	–	4	4	–	–
	20	–	–	5	5	–	–
	25	–	–	5.5	6	–	–
	30	7	6	7	7.5	7	12
	35	–	–	12	7.5	–	–
	40	–	–	17	8	–	–
	45	–	–	18	8.5	–	–
	50	–	–	22	9	–	–
	60	30	8	30	10	30	16
	70	–	–	50	11.5	–	–
	80	–	–	60	12.5	–	–
	90	–	–	75	13.5	–	–
	100	60	12	80	14	80	20
	110	–	–	100	14.5	–	–
	125	–	–	150	15.5	–	–
	150	–	–	175	17	–	–
	175	–	–	225	18.5	–	–
	200	200	16	300	20	300	30
	225	–	–	350	22.5	–	–
	250	–	–	450	24	–	–
	300	–	–	600	26	–	–
	350	–	–	800	29	–	–
	400	1000	25	1100	30	1100	45
	450	–	–	1500	36	–	–
	500	–	–	2000	42	–	–
	600	2500	35	2500	45	2500	70
	700	–	–	1200	45	–	–
	800a	4000	50	4000	55	4000	75

a 値はクラスTヒューズに適用されます。
[b] 50 kAおよび200 kAの値が必要な場合は、標準のケースサイズを使用する必要があります。

© 2019 Littelfuse, Inc.

ヒューズタイプ	ヒューズ定格電流	しきい値と50 kAの間		100 kA		200 kA	
		$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$	$I^2t \times 10^3$	$Ip \times 10^3$
クラスL	800	10000	80	10000	80	10000	80
	1200	12000	80	12000	80	15000	120
	1600	22000	100	22000	100	30000	150
	2000	35000	110	35000	120	40000	165
	2500	-	-	75000	165	75000	180
	3000	-	-	100000	175	10000	200
	4000	-	-	150000	220	150000	250
	5000	-	-	350000	-	350000	300
	6000	-	-	350000	-	500000	350

		RK1	RK5	RK1	RK5	RK1	RK5	RK1	RK5	RK1	RK5	RK1	RK5
クラスR	30	10	50	6	11	10	50	10	11	11	50	12	14
	60	200	200	10	20	40	200	12	21	50	200	16	26
	100	500	500	14	22	100	500	16	25	100	500	20	32
	200	1600	1600	18	32	400	1600	22	40	400	2000	30	50
	400	5000	5000	33	50	1200	5000	35	60	1600	6000	50	75
	600	10000	10000	43	65	3000	10000	50	80	4000	12000	70	100

© 2019 Littelfuse, Inc.

まとめ

安全性は、よく練られた設計によって得られる副産物です。SCCRのラベル表示要件により、安全な設置を実現することができます。パネル設計者は、SCCRについて豊富な知識を持ち、また最も効果的なパネルを構築するためにSCCR定格を最適化する方法に精通している必要があります。

- すべてのICPにはSCCRのマーキングが必要です。
- パネルは、SCCRを確立するために、NRTL機関に申請して認証試験を受けることができます。
- UL 508A補則SBを使用してSCCRを確立することができます。
- 限流ヒューズを使用することは、パネルのSCCRを増大する最も簡単な方法の1つです。
- 限流ヒューズにより、安全性と信頼性が向上します。

マーキングされたSCCRを維持するため、過電流保護デバイスはアプリケーション用に最初に設計された特定のコンポーネントとのみ交換できることを警告ラベルと説明書に明示する必要があります。

リテルヒューズは、ICPのSCCRを増大させる、また電気作業者のためにアーク閃光やその他の電気的危険を低減する、限流ヒューズおよびアクセサリを豊富なラインナップで取り揃えています。

詳細については、リテルヒューズSCCRセンターを参照してください。

巻末注

* National Electrical Codeは、National Fire Protection Associationの商標です。本資料は、Underwriters Laboratories, Inc.の許可を得て、UL規格508A、ICP用規格から転載したものです。著作権はUnderwriters Laboratories, Inc.（333 Pfingsten Road、Northbrook Illinois60062）に帰属します。ULは、UL規格を使用する人、またはUL規格に依存する人物に対していかなる責任も負わないものとします。ULは、UL規格の使用、解釈、または依存によって発生する、またはこれに関連して発生する間接的損害を含む、いかなる損害に対する義務または責任も負わないものとします。ULの安全規格の著作権はULに帰属します。規格の印刷物、または規格の電子版ファイルは、いかなる方法でもコピー、複製、または変更することはできません。ULのすべての規格、およびこれらの規格に関するすべての著作権、所有権、および権利は、ULに帰属する唯一かつ排他的な財産権です。

UL安全規格の改訂版は随時発行されます。UL安全規格は、直近に採用された改訂が組み込まれている場合にのみ最新であるものとします。

UL 508Aのコピー購入については、**www.UL.com**をご覧ください。

NEC第409条、UL 508A、および産業用制御パネルのSCCRと安全性を向上させる製品の詳細については、リテルヒューズのテクニカルサポートおよびエンジニアリングサービスグループ（techline@littelfuse.comまたは（800）TEC-FUSE）までお問い合わせいただくか、**www.littelfuse.com/SCCR**をご覧ください。

用語と定義

電流制限過電流保護デバイス：限流範囲内の電流を遮断するときに、故障した回路を流れる電流を、同等のインピーダンスを持つ固体導体にこのデバイスを置き換えた場合に同じ回路で得られる電流よりも大幅に小さな値に低減するデバイス。

限流範囲：個々の過電流保護デバイスについて、限流範囲は、デバイスが電流制限状態になる対称電流rmsの最小値（しきい値電流）から、デバイスの最大遮断容量にまで及びます。

故障電流：相導体に故障が発生したときに別の相またはグランドに流れる電流。

産業用制御パネル：以下のいずれかで構成される2つ以上のコンポーネントのアセンブリ：（1）モーターコントローラー、過負荷リレー、ヒューズ付き切断スイッチ、サーキットブレーカーなどの電源回路コンポーネントのみ。（2）押しボタン、パイロットランプ、セレクタースイッチ、タイマー、スイッチ、制御リレーなどの制御回路コンポーネントのみ。（3）セレクタースイッチ、タイマー、スイッチ、および制御リレー。（4）電源回路と制御回路のコンポーネントの組み合わせ。

突入電流：導体を通過する電荷の量。

瞬時ピーク電流（I_{peak}）：故障発生後の最初の半サイクル（180電気度）の間に発生した最大突入電流値。ピーク電流は、回路内の磁気応力を決定します。

遮断容量：サーキットブレーカーに故障が発生することなく、サーキットブレーカーによって遮断できる最大故障電流。

遮断定格：指定された試験条件において、デバイスが遮断される定格となる最大対称電流rms。遮断容量と遮断定格の違いは、定格を確立するために使用される試験回路にあります。

電流rms（二乗平均平方根）：数学的な手法で得られた特定の交流波についての実効電流値。交流のrms値は、同量の熱または電力を生成する直流の値と等価になります。電流rmsの数値式は、交流波形のピーク瞬時値を2の平方根で割った値に相当します。

短絡：機器の定格電流または導体の電流容量を超える電流。これは、過負荷、短絡、または地絡によって生じる可能性があります。通常の経路から外れて流れる電流。これは、絶縁の破壊または機器の接続不良によって引き起こされます。短絡では、電流は通常の負荷をバイパスします。電流は、負荷インピーダンスではなく、システムインピーダンス（交流抵抗）によって決定されます。短絡電流は、数分の1 Aから200,000 A以上まで変化する可能性があります。直ちに取り外さなければ、短絡に伴う大きな過電流が電気システムに対して3つの重大な影響を与える可能性があります。すなわち、発熱、磁気応力、およびアーク放電です。

短絡電流定格：定義された許容基準を超える損傷を受けることなく、装置またはシステムを接続できる公称電圧での予想される対称故障電流。

しきい値電流：ヒューズが電流制限になるときの特定のヒューズのサイズとタイプの最小電流。

電圧：対象回路の任意の2つの導体間の電位の最大二乗平均平方根（rms）（実効値）の差。

© 2019 Littelfuse, Inc.

フォーム番号 PF751-JP
修正：022019