



**これだけは知っておきたい
ECPの魅力と地震対策**

**押出成形セメント板協会
(ECP協会)**

— CONTENTS —

ECP の魅力

- 仕上げの多様性 2
- デザインの多様性 4
- コーナー材の進化 6
- 性能優位性 8

ECP の地震対策

- ECPの耐震性能 12
- ECPの不具合事例 14
- 不具合防止対策 19

ECP の基本

- 規格と工法 28
- 仕上げのポイント 29
- 開口部処理 30
- ECP協会の歩み 32

本書は、ECP 協会設立 20 周年を記念して、2016 年に制作した「これだけは知っておきたい ECP の魅力と基本」の改訂版です。地震対策を加えていますので、ご利用願います。

魅力は素材感と安心感

押出成形セメント板（以下、ECP）の魅力、それは素材感と安心感です。ECPの最大の魅力は素材感であり、コンクリートのような肌合い、美しい平滑性、シャープ感、高級感などの特長を持ち、ECPの集合体としての壁面全体の整然とした高品質感は、他の外壁材では表現できません。

ECPは、素地での採用が素材感を生かせる魅力であるほか、設計上のデザインニーズに対しても、高品質な工場塗装パネルや、工場タイル張りパネル、多様なデザインパネルなどを品揃えし、これらがサッシ、ガラスとともに構成する外壁は、機能美あふれる魅力的な建物の表情を演出します。

鉄骨建築物に使用される外壁材にはさまざまな種類がありますが、住宅向けを除くと、ECP、ALC、金属断熱板、穴あきPC版、カーテンウォールなどが代表的です。各外壁材の意匠を比較するには、「最高の鉄の家をデザインする方法（エクスナレッジ）」が参考になります。

もう一つの魅力は安心感です。非構造部材の外壁材には、耐震・耐風・耐火・断熱・水密・気密・遮音・耐候性などの物理的性能が求められます。各外壁材は、これらの要求性能に対して長所・短所があり、建物毎に求められる要求に適した外壁材を選択する必要があります。P8~10に、ECPの性能をご紹介しますので、ぜひ採用をご検討ください。

押出成形セメント板の魅力、それは素材感です。鉄・コンクリート・ガラスなど、建築を代表する素材はそれぞれ表情が優れていて、性能や特徴を素材そのものが現しています。そこが、純粹、存在感、本物といったチカラ強いイメージにつながっています。現在、建築やプロダクトの表情はフェイク（模造品）が乱立し、素材のチカラが見えるものは少なくなっています。そんな商品群の中でも、素地のまま使えるのが押出成形セメント板の魅力です。コンクリートの肌に近い押出成形セメント板には、チカラがあります。

（裕建築計画 浅井裕雄）

建物名：村瀬新聞店稲永店
所在地：名古屋市港区
設計：裕建築計画
施工：矢野建設



(Photo: 車田 保)

ECPの魅力

■ 素地仕上げ

ECPは素材に防水性があり、表面処理をせずに使用できるため、素地での採用によりコンクリートのような肌合いを鉄骨造で表現できます。

また、ECPはALCより高価ですが、最終的に隠れてしまう部分を無塗装にすることで、建物の条件によっては「無塗装のECP」と「現場塗装のALC」がほぼ同じ価格になる場合もあり、塗り替えを含めたトータルで考えると、必ずしも高い材料ではありません。



建物名：村瀬新聞店稲永店
設 計：裕建築計画

所在地：名古屋市港区
施 工：矢野建設

素地仕上げの注意事項

- ECPの素地用製品は、工場内で色差計による範囲管理をしていますが、パネル間等で色違いのように見える場合があります。品種により色差が生じますので、出来る限り同品種をお使いください。また、施工後ECP表面に白色のムラが生じることがあります。これは、セメント製品のエフロレッセンス（白華現象）であり、発生または出方の制御はできません。また、現場での保管方法によっても発生する事があります（水濡れ等）。この現象は、年月が経つと白色にそろってきます。表面を加工してしまうと、見栄えが更に悪くなる可能性がありますのでお避け下さい。
- 素地の色合いを表現するためクリア塗装、撥水剤仕上げを採用される場合がありますが、これらは目立たなかった色むらやエフロを目立たせ、汚れを固着させることになり、外観を著しく損なうこととなりますので避けて下さい。また、手直しはさらに色違いを発生させます。

■ 塗装仕上げ

ECPは、デザインパネルの豊富さとシャープさから、塗装仕上げにも適しています。防水用の塗装が必要無いことから、塗装の種類も自由に選ぶことができます。フラットな塗装を行うと、ECPが本来持つシャープ感が表現でき、凹凸のある塗装を行うと柔らかな壁面が表現できます。

また、工場塗装では現場塗装では難しいメタリックや、ツヤ消しにも柔軟に対応しています。中低層建物の病院・事務所・商業施設などではECPの採用比率が増えています。建物に高級感を持たせたい要求があると思われる、ECPはこの要求に答えられる外壁材です。



建物名：ダイヘン中部支社
設 計：竹中工務店

所在地：名古屋市千種区
施 工：竹中工務店

塗装仕上げの注意事項

- ECPは、非研削面ではわずかながら不陸があります。光沢のあるフラット塗装を施す場合は、あらかじめサンプルでご確認願います。
- ECPはセメント製品のため、雨水等により水を吸収します。大雨等で素地が大きく濡れた場合は、必ず3日以上間隔を空け、塗装工事をして下さい。
- 目地シーリング材は、先打ちが原則です。また、シーリング面に塗装する場合は、シーリング材との密着性・機能の確保（弾性等）・劣化等が無いかどうか、事前に塗料メーカーもしくは塗装業者にご確認して選定して下さい。

■ タイル仕上げ

タイル仕上げは、長年コンクリート下地が定番で、鉄骨造でのタイル張りには課題がありましたが、ECPは表面に蟻溝を付けた「タイルベースパネル」の開発により、鉄骨造でのモルタルタイル張りを可能にしました。また、近年には弾性接着剤張りも標準化しています。工場張りにも対応しており、現場張りに比べて天気や気温の影響を受けず、安定した品質が確保できます。

2018年5月23日には、「建築物の定期調査報告における外壁仕上げ材等の調査方法について（技術的助言）」が通知され、ECP下地に弾性接着剤でタイルを張った場合は、竣工10年後の定期調査報告において、部分的な引張接着試験により確認する方法でも差し支えないことになりました。これにより、定期調査報告にかかる費用が軽減できるものと思われます。



50角タイル 50二丁タイル 50二丁タイル



50三丁タイル 50三丁タイル 50二丁タイル

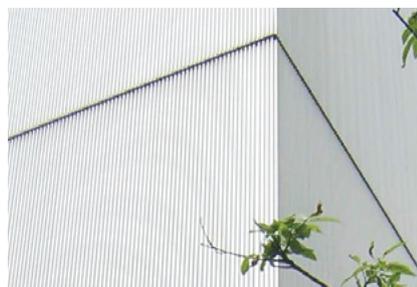
■ その他の仕上げ

近年には、ECPを下地とするさまざまな仕上げ材の要求があり、各メーカーでは独自の石張り工法を開発しました。この応用として、アルミスパンドレルやアルミルーバーなど、さまざまな付加価値を高めた仕上げが考えられ、これらはまさにECPが持つ物理的性能のなせる技です。

ECP 下地の仕上げ例



石材



アルミスパンドレル



アルミルーバー

タイル仕上げの注意事項

- タイル張りモルタル仕様には、タイルベースパネル（ポリマーセメントモルタル張り専用）をお使い下さい。
 - タイル張りの場合、タイル間のシーリングは防水に寄与しませんので、縦横目地共パネル間とタイル間の二重打設として下さい。
 - タイル及び張り付けモルタルが、ECPの目地を跨がないように縁を切ってください。また、ECPからタイルをはみ出して張らないでください。
 - タイルベースパネルの製造最大長は4m（有機接着剤張りのフラットパネルの場合は5m）です。なお、タイルベースパネルは、支持スパンを3.5m以下とすることをお勧めします。
 - タイル仕上げを施したパネルは、正・負荷重に対する許容曲げ応力度が異なります。負の風圧力に対する強度検討を実施し、パネルの仕様（厚さ、長さ）を決定して下さい。（P29参照）
 - 弾性接着剤張りタイル張りの場合は、必ずフラットパネルを使用し、弾性接着剤張り用のタイルを選択して下さい。また、タイル及び弾性接着剤は、「Q-CAT 認定品」を使用して下さい。
 - 吸水率の高いタイル（レンガタイルなど）・弾性接着剤張りの場合は厚さが15mmを越えるタイル、反りが大きいタイルは、ECPに悪影響を及ぼすおそれがあるのでお避け下さい。
- ※タイルの制限を、重量から厚みに変更しました。（2020年2月）

■ デザインの多様性

ECPには、表面を平滑にした「フラットパネル」、リブ加工やエンボス加工を施した「デザインパネル」、タイル張付け用の蟻溝形状を施した「タイルベースパネル」があり、一般的には「フラットパネル」と「デザインパネル」が数多く採用されています。

ECPは、多くのデザインパネルを品揃えしているほか、押出時の口金形状を変えることにより、比較的自由的な形状のパネルを作ることができます。ただ、新規口金は高価な場合があるため、既存の口金を部分改良することで、階高に合わせた割付けができるようパネル幅を変更したり、開口部との納まりを調整するために小口の形状を変更したりするなどは、比較的安価にできる場合があります。

発売当初、多くの建物では外壁全てに同じデザインパネルを使うことが一般的でした。そのため、新たな意匠を生み出すために、多くのデザインパネルを誕生させました。

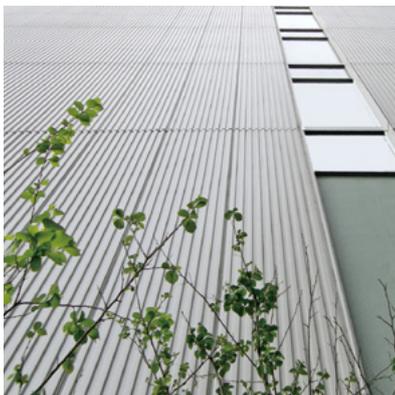
その後、フラットパネルの中にデザインパネルをアクセントとして使うデザインが流行しました。



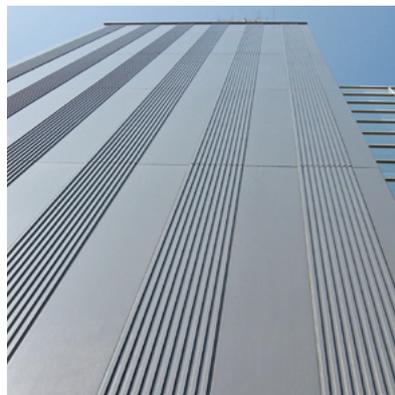
建物名：かねふくめんたいパークとこなめ 所在地：愛知県常滑市
設計：西松建設・大建設計 施工：西松建設

近年では、複数のデザインパネルを、規則性の有る使い方、不規則性の使い方により、既存のデザインパネルでありながらも、壁面として新しいデザインを生み出す設計がふえてきています。

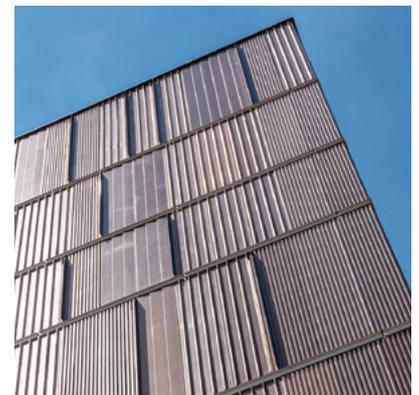
このように、ECPは豊富なデザインパネルとこれらの組み合わせにより、壁面意匠は数限りなく、あらゆるデザインニーズにお答えすることができます。



縦張り工法全面デザインの例



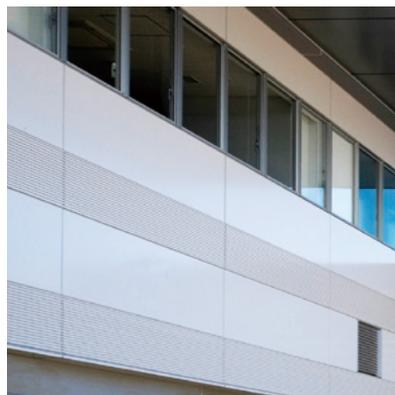
縦張り工法交互使いの例



縦張り工法ランダム使いの例



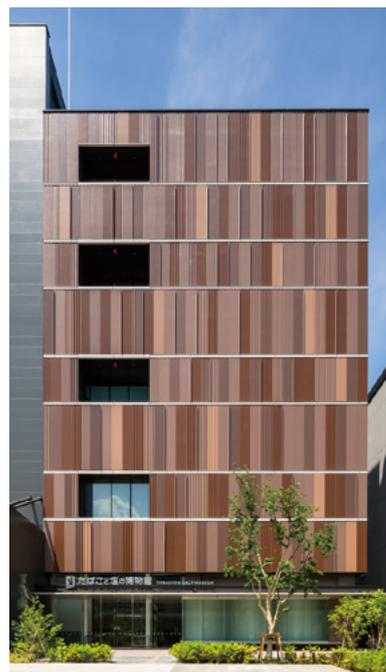
横張り工法全面デザインの例



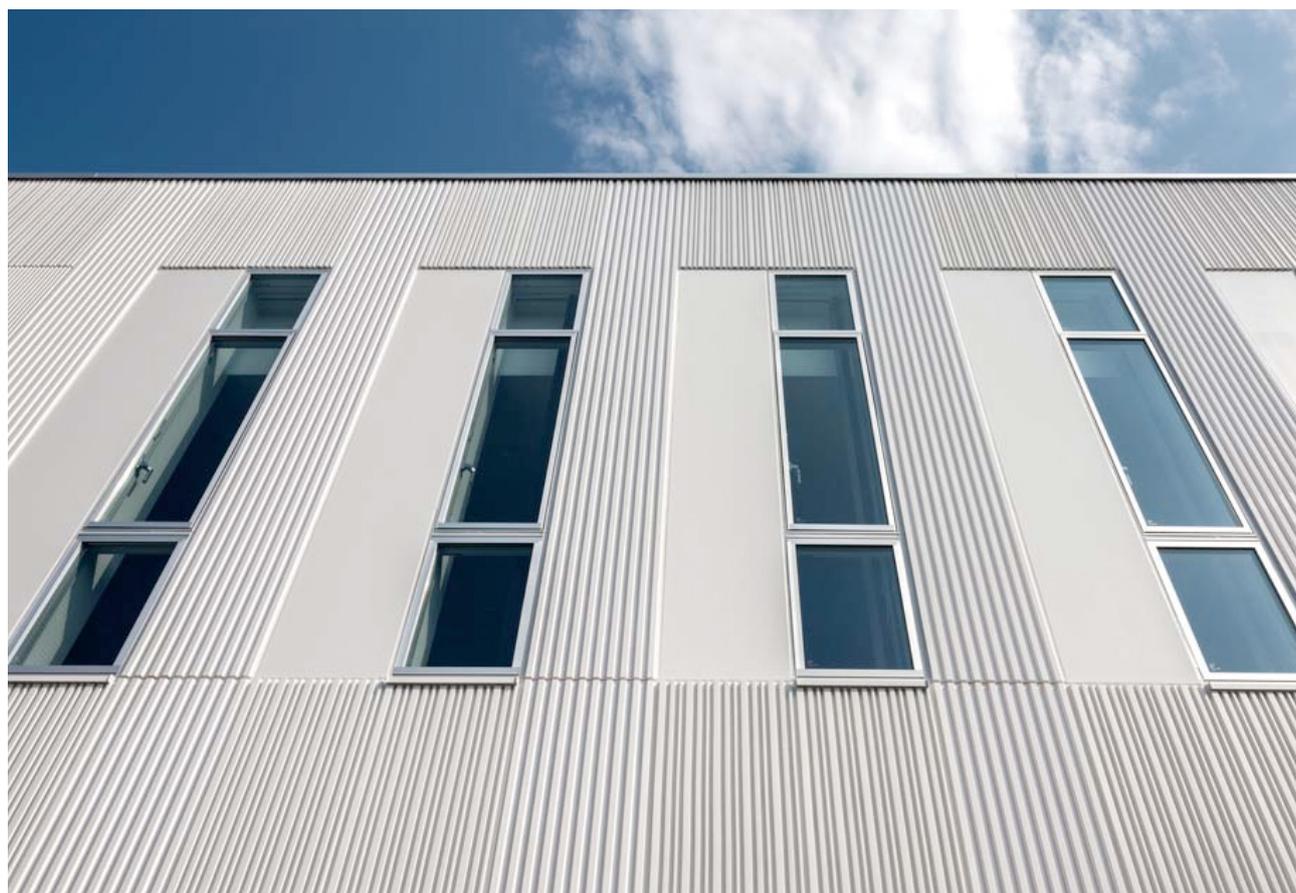
横張り工法交互使いの例



横張り工法ランダム使いの例



建物名：たばこと塩の博物館
所在地：東京都墨田区
設計：安井建築設計事務所
施工：大成建設



建物名：八十二銀行岡谷支店
所在地：長野県岡谷市
設計：三菱地所設計
施工：清水建設・興和工業・岡谷組・山岸建設 JV

■ コーナー材の進化

建物の意匠は、コーナーで決まると言っても過言ではありません。良い意匠を設計しても、コーナー部分で途切れてしまえば、せっかくの意匠が台無しになります。これを可能にしたのが「45度コーナー」です。

ECPの魅力であるシャープ感が表現でき、コーナーでの意匠連続性を損ないません。

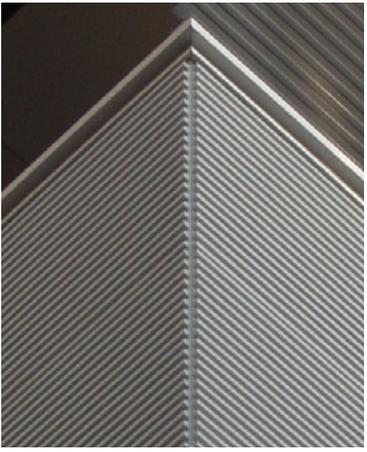
45度コーナーは、縦張り工法では長手小口を、横張り工法では短手小口を45度にしたパネルです。コーナー部でシャープ感とデザインパネルの連続性を表現できるパネルです。

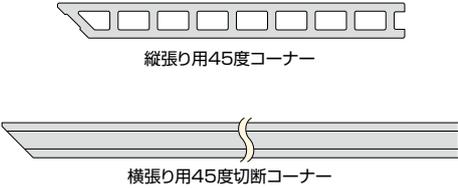
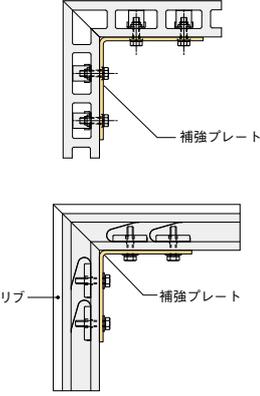
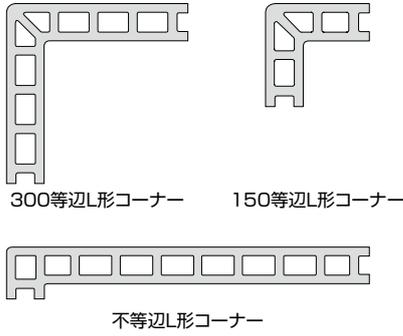
製作コーナーは、45度に切断したパネルを、工場で接着剤と補強金物で一体化したパネルです。コーナー頂点の目地を無くすことで、デザインパネルの連続性をさらに保ちます。

フラットパネルの45度コーナーは、既成品での対応も可能で、デザインパネルもほとんどの品種で、切断加工により対応可能です。

45度コーナーは、頂点のシーリング材がパネルの日常挙動に対して切れないように、縦張りではパネルの長さに応じた目地設計を、横張りではパネルの持ち出し長さを短くする必要があります。製作コーナーは、頂点に目地が無いため、シーリング材の検討は不要です。

なお、製作コーナーは、L形鋼材での補強になり、柱との隙間が75mm以上必要になります。

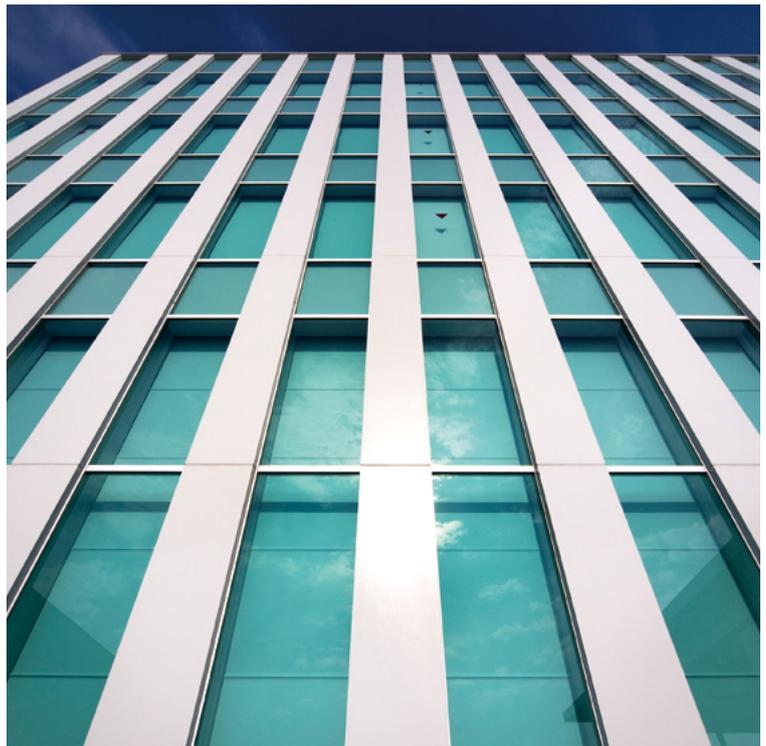
	フラットパネル 45度コーナー（縦張り工法） 45度切断コーナー（横張り工法）	デザインパネル 45度切断コーナー	デザインパネル 製作コーナー
縦張り工法			
横張り工法			

45度コーナーの例	製作コーナーの例	標準コーナーの例
 <p>縦張り用45度コーナー</p> <p>横張り用45度切断コーナー</p>	 <p>補強プレート</p> <p>補強プレート</p> <p>リブ</p>	 <p>300等辺L形コーナー</p> <p>150等辺L形コーナー</p> <p>不等辺L形コーナー</p>

■ 他部材との融合

ECPは、単独でもデザイン性に優れていますが、サッシやガラスとの組合せにより、新たなデザインを構成することも

可能です。近年は、ECP縦張りと縦連窓との交互使いのデザインが注目されています。



建物名：バンドー化学本社事業所
 所在地：神戸市中央区
 設 計：安井建築設計事務所
 施 工：大林組

(Photo: ナトリ光房)

■ 高強度

ECPの優位性

- ☆標準的な風荷重に対して両端支持のみで対応可能。
- ☆断面性能不足には厚みを増す方法で対応。
- ☆確認申請時の非構造部材の構造計算が簡単。

ECPは軽量のため「地震時の慣性力<風圧力」であり、一般的には風圧力に対する安全性を検証します。

ECPは高強度で長尺の製造が可能のため、縦張り工法では各階の梁から梁に単純梁構造で取り付けます。そのため、中間胴縁材を必要としません。

横張り工法では間柱が必要ですが、縦胴縁を必要とする外壁材に比べると2次部材の数が少なく済みます。

ECPは、耐風圧力に対して実スパンが許容支持スパンを上回る場合は、中間に支持点を設けるのではなく（3点支持は禁止工法）、ECPの厚みを増して（断面性能を増して）対応します。

構造計算は、各メーカーが専用の強度計算システムを開発しているため、計算書が必要な場合は、直接ご依頼ください。

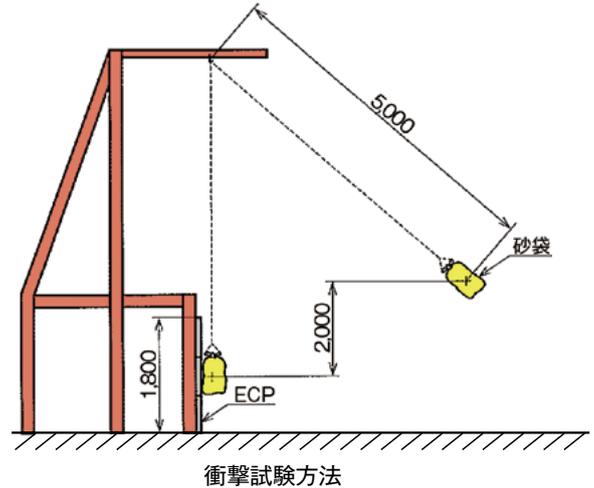
■ 堅牢性

ECPの優位性

- ☆人の追突の衝撃に強い。
- ☆球技の球の衝突にも強い。
- ☆緻密で硬いため、キズや欠けが発生しにくい。

ECPは、JIS規格に定める衝撃性能（30kgの砂袋を2mの高さから落下させる）を満足します。

また、ECPは緻密なため、キズが付きにくく、欠けの発生もあまりありません。



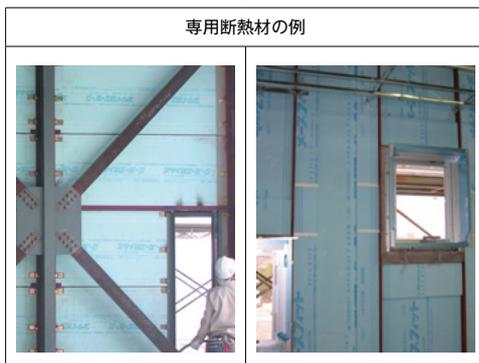
■ 断熱性

ECPの優位性

- ☆中空構造によりコンクリートよりも断熱性に優れている。
- ☆断熱材との組み合わせ等により断熱性能は向上する。

ECPの素材はコンクリートと類似しているため、中空部による断熱効果はあるものの、ALCに比べれば熱を伝えやすい素材といえます。しかし、省エネ基準に適合するには、ECPに限らず一般的な外壁材でも断熱材が必要です。断熱性能を上げるには、ECPの内側に断熱材を施工するのが一般的です。

ECP製造業者では、ECPに貼付ける専用の断熱材を用意しており、耐震性能も確認していることから、専用断熱材を使用することをお勧めします。



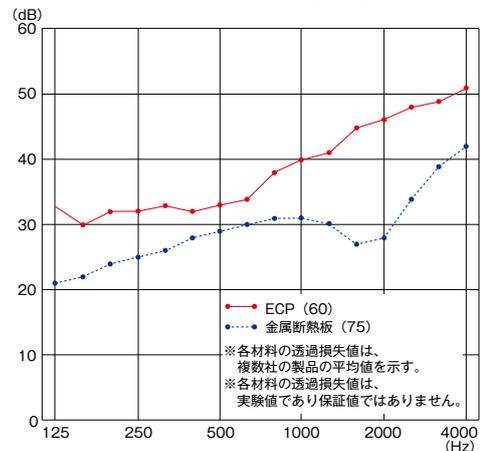
■ 遮音性

ECPの優位性

- ☆各周波数で安定した遮音性能を示す。
- ☆コインシデンス効果による性能低下が無い。
- ☆内装材との複合によりさらに性能が高まる。

ECPは中空構造のため、各周波数ともに安定した透過損失値を示します。また、コインシデンス効果による透過損失値の低下も見られません。

外壁材の透過損失値比較



ECPは、内装材との複合壁になることで、全音域の遮音性能が高まります。また、空気層部分にグラスウールを入れることで、さらに遮音性能も高めることができます。

■ 耐火性

ECP の優位性

☆わずか60mmの厚さで1時間耐火構造認定を取得。
 ☆さまざまな耐火被覆材との複合による柱・梁の耐火構造認定が豊富。

ECPは、わずか60mmの厚さで、外壁非耐力壁1時間耐火構造、間仕切壁非耐力壁1時間耐火構造の認定を取得しています。また、ECP協会では、外壁ECPと耐火被覆材の組み合わせによる、柱や梁の耐火構造認定の取得にも取り組み続けており、居住者の安全確保に努めています。

ECP の代表的な耐火構造一覧

区分(部位)	仕様
外壁非耐力壁 30分耐火構造	ECP50 mm厚 (縦張り工法)
	ECP50 mm厚 (横張り工法)
外壁非耐力壁 1時間耐火構造	ECP60 mm厚 (縦張り工法)
	ECP60 mm厚 (横張り工法)
間仕切非耐力壁 1時間耐火構造	ECP60 mm厚
柱 1時間耐火構造	ECP60 mm厚 + 吹付けロックウール 25 mm厚
	ECP60 mm厚 + 繊維混入けい酸カルシウム板 15 mm厚
	ECP60 mm厚 + 無機繊維フェルト 20 mm厚
柱 2時間耐火構造	ECP60 mm厚 + 吹付けロックウール 45 mm厚
	ECP60 mm厚 + 繊維混入けい酸カルシウム板 25 mm厚
	ECP60 mm厚 + 無機繊維フェルト 40 mm厚
梁 1時間耐火構造	ECP60 mm厚 + 吹付けロックウール 25 mm厚
	ECP60 mm厚 + 繊維混入けい酸カルシウム板 15 mm厚
	ECP60 mm厚 + 無機繊維フェルト 20 mm厚
梁 2時間耐火構造	ECP60 mm厚 + 吹付けロックウール 45 mm厚
	ECP60 mm厚 + 繊維混入けい酸カルシウム板 25 mm厚
	ECP60 mm厚 + 無機繊維フェルト 40 mm厚

■ 凍結融解性

ECP の優位性

☆吸水性が低く耐凍害性に優れている。
 ☆凍結融解に対する耐用年限は概ね60年を上回る。

ECPは、JIS A 5441 (押出成形セメント板) の耐凍結融解性の性能規定である200サイクル時における著しい割れ、膨れ、はく離がなく、かつ質量変化率が5%以下を満足します。

試験のサイクル数が何年に相当するかは、凍結融解試験によるコンクリートの劣化について、「ASTM相当サイクル数」として実試用期間に換算することが、下記の引用文献で提案されています。この理論がECPにも適用できると仮定すると、一部の過酷な地域を除き、ECPの標準耐用年数とされる60年を上回る耐用年数があると推定できます。

ただし、これは実験に基づく年数であり、パネル表裏の温湿度に極端な違いが生じるなどの過酷な条件下では、凍害が発生する場合があります。断熱材の不連続などが無いように、施工管理をお願いします。

〈引用文献〉

- ①気象因子を考慮したコンクリートの凍害劣化予測 (浜幸雄ほか、日本建築学会構造系論文集第523号、1999年9月)
- ②ASTM相当サイクルを用いた鉄筋コンクリート造建築物の凍結劣化予測手法の提案 (千歩修ほか、日本建築学会技術報告集第17号、2003年6月)
- ③地域の凍害危険性評価指標の比較 (長谷川拓也ほか、日本建築学会技術報告集第13巻、2007年6月)

■ 耐候性

ECP の優位性

☆耐用年数60年と評価されている。

ECPは、材質的に見るとセメント製品の中でも水セメント比が低く緻密で硬い材料のため、メンテナンスが楽な製品と言えます。また、アルカリ濃度が高く中性化も遅い傾向にありますので、初期性能を長期間維持することができます。

鉄筋コンクリート造ではコンクリートの中性化がよく問題になりますが、これはコンクリートに問題が発生するのではなく、鉄筋に錆が発生しやすくなるのが問題です。

ECPも中性化しますが、無筋材料のため錆発生による劣化の心配はありません。

なお、素地で使用した場合は、表面に微細な肌荒れが発生する場合がありますが、使用限界になった訳ではありません。意匠的に気になる場合は、下地処理の後に塗装を行うことをお勧めします。

ただし、これらは定期点検と良好なメンテナンスを行うことが前提であり、ECPの目地シーリング材の定期的メンテナンスを怠ると、漏水事故につながるほか、ECPに影響を及ぼします。

耐候性の付属資料

[参考図書 1]

『外壁の地震に対する安全性の評価方法・同解説』(ロングライフビル推進協会)

外壁仕上げ構法の変形能グレードgnと標準耐用年数				
分類	仕様		標準耐用年数(*)	
仕上げなし	成形セメント板	押出成形セメント板	60年	
外壁 仕上げ材	タイル張り	モルタル張り	押出成形セメント板 タイルベース下地	35年
		弾性接着剤張り	押出成形セメント板 下地	35年
		金具留め	押出成形セメント板 下地	60年

*「標準耐用年数」は、実態指数を得るための参考値として示しているが、あくまでも目安であり、実情に合わせて評価者が「耐用年数」を判断する。

[参考図書 2]

『建築のライフサイクルエネルギー算出プログラムマニュアル』(建築研究所)

表 2. 5 (b) 仕上げに関する原単位データベース(その2)

部材番号	部位仕上げ区分	仕上げ詳細区分	交換周期(年)	製造に係る原単位	運搬に係る原単位	総合原単位
62	外壁(外装材仕上げ)	成形セメント板(厚60)	60	(省略)	(省略)	(省略)

防水性

ECPの優位性

- ☆素材そのものに防水性がある。
- ☆長手目地の凹凸構造は防水に効果的。
- ☆短手目地は内水切りやガスケットで2次シール構造が可能。

① 1次シールについて

ECPは、素材そのものに防水性があるため、ALCのような防水用の塗装を必要としません。そのため、ECPは素地を極めて自由な仕上げが可能です。

② 2次シールについて

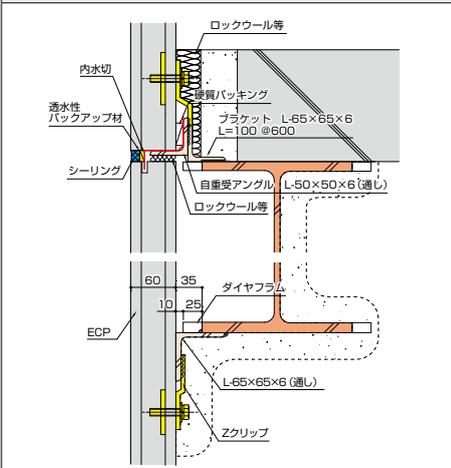
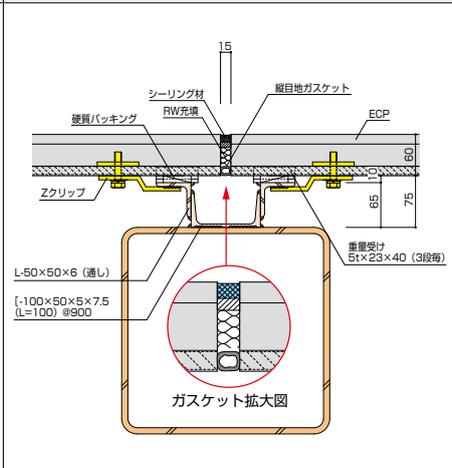
1次シールのシーリング材が打ち直しの時期を迎える前に部分劣化による漏水が発生した場合でも、部屋内に雨水が侵入しないように、ECP協会では1998年に横張りの2次シール工法を開発しました。その性能は、平均980Pa（最大1470Pa）の散水加圧にも耐えられる性能をもち、中低層建物の2次シール工法として採用できます。

ECPの目地部分には防水が必要ですが、1次シールには、2成分変成シリコン系シーリング材を標準に使用しています。ECPは窯業製品のため、温度変化による伸縮はわずかで、一般的にはワーキングジョイントとしてのせん断強度検討のみ行います。温度変化による伸縮が大きい外壁材は、圧縮・引張の検討も必要になり、目地幅が広がる場合があります。

また、長手小口は凹凸形状になっているため、縦張り工法では凹凸の内部が樋となり、横目地の内水切も加わり雨水を下部に排水する機構になっています。横張り工法では、凸部を雨水が乗り越えにくいように、防水性に優れています。

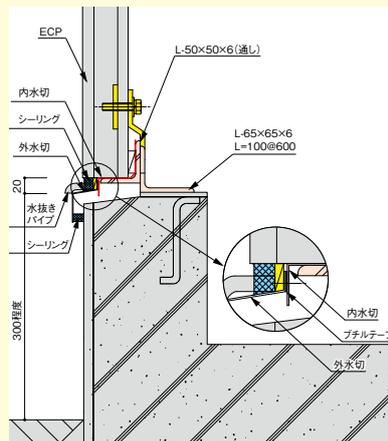
縦張り工法の横目地には、内水切を使用することを標準にしています。内水切の材質は、ガルバリウム鋼板またはステンレス製とします。なお、内水切の外側には透水性のバックアップ材を使用し、上層階の雨水を下層階へ排水します。

これらにより、目地部分も他の材料に比べて防水性の高い仕様を採用しています。

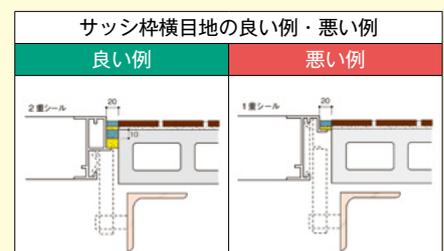
縦張り工法 2次シールの例	横張り工法 2次シールの例	横張り工法の 2次防水仕様
		<p>付5. 2次防水仕様</p> <ol style="list-style-type: none"> 適用範囲 この仕様は、建築物の外壁に用いるECPにおいて、計画的メンテナンス前に発生した表面シーリング材の不具合に対応する、標準的な2次防水仕様について規定する。 水密性能 ECP横張り工法において、ECP目地部のシーリング材に強制的に欠損を設けた状態で水密試験を実施し、その性能を確認する。強制的欠損については、次のいずれかの方法が適当と判断する。 <ol style="list-style-type: none"> ①全長ナイフカット ②欠損プレート挿入（欠損幅=0.5mm以上、欠損長さ=目地全長の5%以上） 試験方法 JIS A 1414 建築用構成材（パネル）及びその構成部分の性能試験方法、6. 5水密試験に準じて、等分布脈動圧力（平均圧力980Pa）を加え、散水（散水量4ℓ/m²・min）する。 協会基準 平均圧力980Pa（最大圧力1470Pa）において、流れ出し、吹き出しがないこと。

注意事項

- 下部の水抜きパイプは、3m程度のピッチ（横張り工法では縦目地部）で横目地に取り付けてください。水抜きパイプには、ストレートタイプとL形タイプがあります。水抜きパイプには、逆流防止装置が付いたタイプもありますが、パイプの入口が水溜りになった場合には、機能が低下する場合がありますので、パイプの先端は可能な限り壁面から突き出してください。



- タイル仕上げの場合は、窓まわりのシーリング材をECPとサッシ枠の間に打つこととし、タイルとサッシ枠間だけで終わらせないでください。張り付けモルタル部分から侵入した雨水が、そのまま部屋内に伝わる場合があります。



▶▶▶ ECPの地震対策 ▶▶▶

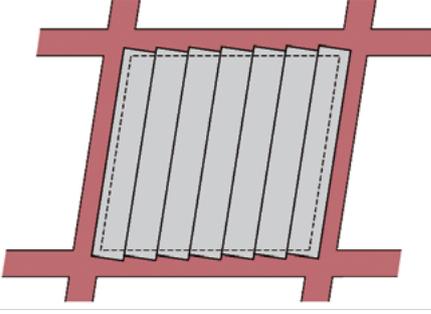
ECPの耐震性能

ECPは、発売以来何度も大地震に遭遇していますが、他部材の衝突事故を除けば、脱落事故は発生していません。これは、発売当初から耐震性のある取り付け方法を採用しているからで、近年には無溶接工法も提案されています。

非構造部材のECPは、「Zクリップ」と呼ばれる金物を使用し、縦張り工法ではロッキング、横張り工法ではスライドにより追従する工法で、『JASS27 乾式外壁工事（日本建築学会）』が定める押出成形セメント板の耐震性能の目標値「1/100radの変位角に対して、破損や脱落が無いこと」を試験で確認しています。

縦張り工法

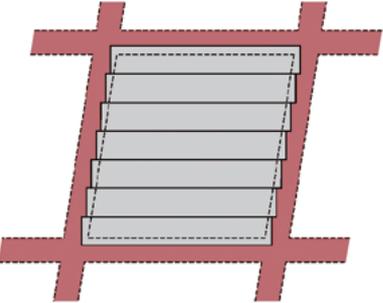
パネル四隅の取付け金物にて支持部材に取り付け、躯体の層間変位に対してロッキングにより追従させる工法



各段ごとに自重受け部材が必要

横張り工法

パネル四隅の取付け金物にて支持部材に取り付け、躯体の層間変位に対してスライドにより追従させる工法



パネル 2 ～ 3 段ごとに自重受け部材が必要

耐震性能基準

鉄筋コンクリート建築物の耐震基準は、建築基準法が1950年に制定されて以来、大きくは1971年と1981年に二度改正されています。これらは、十勝沖地震（1968年）、宮城県沖地震（1978年）などの地震災害を経験したことによるものです。

現在は、1981年の改正内容を「新耐震」と呼び、耐震性を高めた基準になっています。「新耐震」は、次のような考え方が基礎になっています。

- ① 震度5までは、建築物にほとんど被害が無いこと。
- ② 震度6相当でも、建築物は倒壊せず、人命が守られていること。

近年は、観測史上例の無い震度7が複数回観測されており、「新耐震」においても震度7相当の激しい揺れは想定していません。今後も、このような想定外の地震が予測されるため、構造体だけにとどまらず、非構造部材の耐震性も強く求められます。

ECP発売以降に発生した大地震

近年の大きな地震

	発生日	地震名	震源地	マグニチュード	最大震度
協会発足前	1968.05.16	十勝沖地震	(青森)三陸沖	7.9	5
	1972.12.04	八丈島東方沖地震	(東京)八丈島東方沖	7.2	6
	1978.06.12	宮城県沖地震	(宮城)宮城県沖	7.4	5
	1982.03.21	浦河沖地震	(北海道)浦河沖	7.1	6
	1993.01.15	釧路沖地震	(北海道)釧路沖	7.5	6
	1993.07.12	北海道南西沖地震	(北海道)奥尻島沖	7.8	6
	1994.10.04	北海道東方沖地震	(北海道)北海道東方沖	8.2	6
	1994.12.28	三陸はるか沖地震	(青森)三陸沖	7.6	6
	1995.01.17	兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	(兵庫)大阪湾	7.3	7
協会発足後	2000.10.06	鳥取県西部地震	(鳥取)鳥取県西部	7.3	6強
	2001.03.24	芸予地震	(広島)安芸灘	6.7	6弱
	2003.05.26	宮城県沖地震	(宮城)宮城県沖	7.1	6弱
	2003.09.26	十勝沖地震	(北海道)十勝沖	8.0	6弱
	2004.10.23	新潟県中越地震	(新潟)新潟県中越地方	6.8	7
	2005.03.20	福岡県西方沖地震	(福岡)福岡県北西沖	7.0	6弱
	2007.03.25	能登半島地震	(石川)能登半島沖	6.9	6強
	2007.07.16	新潟県中越沖地震	(新潟)新潟県上中越沖	6.8	6強
	2008.06.14	岩手・宮城内陸地震	(岩手)岩手県内陸南部	7.2	6強
	2011.03.11	東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)	(宮城)三陸沖	9.0	7
2016.04.16	熊本地震	(熊本)益城町付近	7.3	7	
2018.09.06	北海道胆振東部地震	(北海道)胆振地方中東部	6.7	7	

※ 建築基準法改定のきっかけになった地震と最大震度が6以上で、名前が付けられた地震を列記。
前震・余震・誘発地震は除く。
※ 青文字は、ECP協会会員会社が調査した地震。

■ ECPの被害状況別の原因

①開口部クラック

地震後の調査で、最も多いクラック例です。そのほとんどは、強度上問題のある大きさの開口を開けた結果、クラックが発生したものです。原因は、『公共建築工事標準仕様書』または『建築工事監理指針』に「孔あけ及び欠き込みの限度表」が記載してあったことから、これを安全範囲と誤解して、強度計算をすることなく開口を開けたことによります。

さらに、開口を開けた部分に換気扇などをECPに直接取り付け付けた場合は、ECPの強度不足に加えて、換気扇の重量が慣性力として加わり、脱落寸前のクラックが入る場合があります。

これら仕様書類は、現在は強度計算を行うことを前提に、限度寸法や注意事項も明記されており、誤解は無くなったと思われます。ただし、これらを全て守ると、設備設計ができない場合もあるため、強度計算を最低条件として、特記仕様書等で建物条件に見合う限度寸法を決めていただくことになります。

②留付部クラック

ECPの標準工法は、縦張り工法はロッキング、横張り工法はスライドにより変位に追従しますが、どちらもZクリップと呼ばれる金物のルーズホール内をボルトが移動することにより、変位を吸収します。そのため、このボルトの移動が阻害されると、ボルト部分に負荷が加わり、留付部クラックが発生します。

ボルトが移動できない原因の一つは、Zクリップのボルト位置がルーズホールの中央ではなく、端に寄っているためです。これは、Zクリップが下地鋼材に深く掛かった方が良いとの誤解が有るからです。ECP協会では、金物を製造販売している賛助会員会社の協力も得て、中央部分に罫書線を加えるなど、正しい位置での施工を普及させています。

③短手クラック

地震だけの影響でクラックが発生することは少なく、他部材の影響で日常の挙動が拘束されて、内部応力が発生、または微クラックが発生し、大地震により顕在化する場合が見受けられます。

最も多いのは、笠木取り付け時に、笠木用のビスがECPに打たれている場合です。また、サッシとの隙間にモルタルを埋める、開口補強材とECPを固定する、縦樋を固定するなどもクラックの原因であり、これらは大地震が発生しなくてもクラックにつながる場合があります。

④長手クラック

短手クラック同様に、地震だけの影響でクラックが発生することは少なく、施工精度が悪かった場合（硬質パッキンの位置ずれなど）に、内部応力が発生し、大地震により顕在化する場合が見受けられます。

⑤斜めクラック

ECPの目地を跨いでタイルを張った場合や、間柱が脆弱でECPにひねりの応力が加わった場合に、構造クラックのような斜めクラックが発生する場合があります。

⑥タイルの剥離

ECPの目地を跨いでタイルや張り付けモルタルを施工した場合や、ECPの小口からタイルをはみ出して施工した場合には、タイルが剥離して、目地部分のシーリング材でぶらさがることがあります。

⑦破損

ECPだけの原因による破損は無く、他部材の衝突がほとんどです。特に深刻なのが、ECPを横張りして施工している外壁に、天井材がぶつかる場合です。ECPの脱落につながるため、天井材への規制が望まれます。

不具合事例

1 変位拘束による留付部クラック (ルーズホール内のボルト位置不良)

 	
<p>留付部クラック ルーズホール端部にあるボルト</p>	
地震	新潟県中越地震（長岡市＝震度6弱）
事象	ECP横張り工法のパネル4隅のうち、1～2箇所に三角状のクラックが発生した。裏面側は、留付ボルトを起点としてクラックが発生した。
原因推測	Zクリップ内のボルトが、全てルーズホールの端部（ECPの内側）に寄っていたため、層間変位に対してスライド追従できずに、留付部が破損したと思われる。

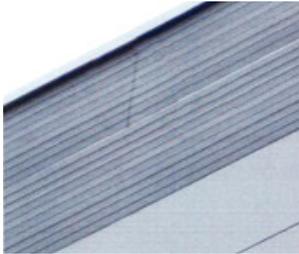
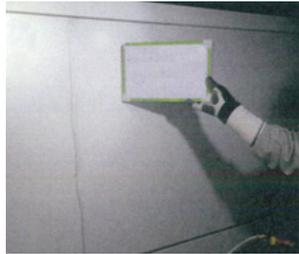
2 変位拘束による留付部クラック (Zクリップのモルタル埋め)

 	
<p>留付部クラック Zクリップのモルタル埋め</p>	
概要	東北地方太平洋沖地震（足利市＝震度5強）
事象	ECP縦張り工法の下部1～2箇所に、三角状のクラックが部分的に発生した。裏面側は、ECP下部のZクリップがモルタルで埋められていた。
原因推測	床スラブの層間塞ぎ部分がモルタル埋めされており、Zクリップのボルトが動けず、ロッキング追従ができない状態になっていた。層間変位が加わった際に、モルタルが破損してZクリップのボルトが動いた部分はECPに問題無かったが、モルタルが破損しなかった部分で、留付部のクラックが発生したと思われる。

3 変位拘束による短手クラック (サッシ枠内モルタル埋め)

 	
<p>短手クラック（外部側） 短手クラック（内部側）</p>	
地震	東北地方太平洋沖地震（足利市＝震度5強）
事象	ECP縦張り工法の窓に挟まれたパネルの中央付近に、短手クラックが発生した。
原因推測	ECPとサッシ枠の隙間にモルタルが充填されており、温冷乾湿によるECPの日常の動きが拘束され、微細なクラック入っていたところに大地震が発生し、クラックが顕在化したと思われる。この現象は、大地震が発生していない地域でも、クラックが発生した例がある。

4 変位拘束による短手クラック (笠木用のビス打ち)

 	
<p>短手クラック発生 短手クラック発生</p>	
地震	(左) 駿河湾地震（静岡市＝震度5強） (右) 大地震が発生していない建物例
事象	左は、横張り工法の最上部ECP（デザインパネル）に、短手クラックが発生した例。右は、大地震が発生していない地域で、類似のクラックが発生した例。
原因推測	オープン笠木の下地金物を、ECP小口の凸を切断した部分にビス留めされており、温冷乾湿によるECPの日常の動きが拘束され、微細なクラック入っていたところに大地震が発生し、クラックが顕在化したと思われる。この現象は、大地震が発生していない地域でも、同様のクラックが発生した例（右写真）がある。

5

変位拘束による長手（短手）クラック
（縦樋のECPへの取り付け）

横張り工法での短手クラック



縦張り工法での長手クラック

地震	(左) 東北地方太平洋沖地震（水戸市＝震度6弱） (右) 駿河湾地震（静岡市＝震度5強）
事象	左は、ECP横張り工法に縦樋を直接ビス打ちして、短手クラックが発生した例。右は、ECP縦張り工法に縦樋を直接付けて長手クラックが発生した例。
原因推測	どちらも縦樋をECPに直接ビス留めし、ECPの目地をまたいで取り付けただことから、層間変位が発生した際に、横張りではスライド変位が、縦張りではロッキング変位が拘束され、ビス留め部分に負荷がかかり、ここからクラックが発生したと思われる。

6

変位拘束による短手クラック
（ECPの目地を跨いだ配管類の取り付け）

配管取り付けによるクラック



金物取り付けによるクラック

概要	能登半島地震（能登町＝震度6弱）
事象	ECP縦張り工法裏面の、配管やフラットバーを取り付けた部分に、短手クラックや目地部の欠けなどが発生した。
原因推測	左は、配管をハンガーレールでECPに固定されている。右は、外部に設備機器を取り付けるために、補強金物としてフラットバーが貫通ボルトで縫い付けてある。どちらもECPの目地をまたいで取り付けであり、層間変位が発生した際にロッキング追従ができず、クラックや欠けが発生したと思われる。

7

変位拘束による破損
（ECPの目地を跨いだ配管の取り付け）

ハンガーレールでの破損例1



ハンガーレールでの破損例2

地震	熊本地震（熊本市＝震度6弱）
事象	ECP縦張り工法の、パネル裏面の配管を取り付けた部分で、ビスまたはアンカー金物が抜けて、ECPが部分破損した。
原因推測	6と類似の例だが、ECPがロッキング追従したために、留付部のビスまたはワンサイドボルトに負荷がかかり、引き抜けたものと思われる。

8

変位拘束による破損
（エキスパンションジョイントの隙間不足）

平面状の金物例



直角状の金物例

地震	(左) 新潟県中越地震（小千谷市＝震度6強） (右) 能登半島地震（能登町＝震度6弱）
事象	ECP横張り工法のエキスパンションジョイント部分で破損しており、左は同一面、右は入隅での破損例。
原因推測	各建物固有の揺れの差を、エキスパンションジョイント金物のクリアランスで吸収できず、ECPがぶつかって破損したものと思われる。 また、これとは別に、エキスパンションジョイント金物をECPに取り付けたことによる破損例もある。

ECPの不具合事例

不具合事例

9 欠き込み等によるクラック (開口部)

		
	横張り工法でのクラック	縦張り工法でのクラック
地震	(左) 東北地方太平洋沖地震 (坂戸市=震度5弱) (右) 東北地方太平洋沖地震 (仙台市=震度6弱)	
事象	左は横張り工法、右は縦張り工法で、窓やガラリなどの開口部隅からクラックが発生した。	
原因推測	開口部が、ECPの長さ方向の中央部に開けてあり、強度計算上も不可である。「公共建築工事標準仕様書」では、やむを得ず欠き込み等を行う場合の上限寸法が記載されていたが、これを安全寸法と誤解して、十分な強度検討を行わずに採用した事例と思われる。	

10 欠き込み等によるクラック (出入口)

		
	横張り工法でのクラック	縦張り工法でのクラック
地震	(左) 新潟県中越沖地震 (長岡市=震度6強) (右) 熊本地震 (熊本市=震度6弱)	
事象	左は横張り工法、右は縦張り工法で、出入口隅からクラックが発生した。	
原因推測	9と類似で、開口部での欠き込み寸法が上限寸法(500mm以下)を越えている事によりクラックが発生したと思われる。	

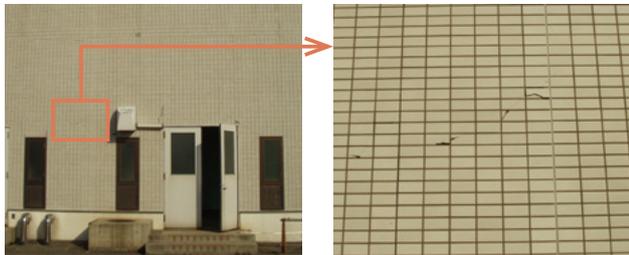
11 欠き込み等によるクラック (配管用丸孔)

		
	横張り工法でのクラック	縦張り工法でのクラック
地震	(左) 東北地方太平洋沖地震 (名取市=震度6強) (右) 熊本地震 (熊本市=震度6弱)	
事象	配管用丸孔部分で、短手クラックが発生した。	
原因推測	ECP横張り工法の長さ方向中央部で、ECP幅の約1/3の丸孔が開けてあり、強度計算上不可であり面外の慣性力に耐えられなかったと思われる。右のECP縦張り工法の例も、同様の理由と思われる。	

12 欠き込み等によるクラック (換気扇)

		
	欠込部に換気扇を付けた例 (能登)	欠込部に換気扇を付けた例 (中越)
地震	(左) 能登半島地震 (能登町=震度6弱) (右) 新潟県中越沖地震 (長岡市=震度6強)	
事象	ECP縦張り工法の、パネル縦目地をはさんで欠き込みを行い、換気扇を取り付けた部分が破損した。	
原因推測	欠き込みにより、強度計算上不可になり、さらに開口補強材を設けずに換気扇を直接ECPにビス留めしていることから、面内はロッキング追従ができず、面外は換気扇の重量が慣性力として加わり、破損したと思われる。	

13 タイル張り不具合によるクラック (ECPの目地を固定した例)



ECPの目目を固定した例

地震	能登半島地震（輪島市＝6強）
事象	ECPの目地を無視してタイル張りが行われており、開口部の隅を基点として、斜めにクラックが入っている。
原因推測	ECPの目地をまたいで、張り付けモルタルとタイルが施工されており、ECPの目地が固定された結果、大壁構造になっている。ECP本来のロッキングでの変位追従性が損なわれた結果、構造クラックに類似したクラックが発生したと思われる。

14 タイル張り不具合によるタイル剥離 (ECPの目地からはみ出たタイル張り)



縦張り工法での不具合



横張り工法での不具合

地震	(左) 東北地方太平洋沖地震（仙台市＝震度6弱） (右) 兵庫県南部地震（神戸市＝震度7）
事象	左は縦張り工法、右は横張り工法の建物で、ECPの縦目地部分でタイルがぶつかり合って剥離している。ECPの縦目地部分で、タイルは目地をまたいでいないが、目地幅を5mmにしている。
原因推測	ECPの縦目地幅は、縦張り工法では10mm、横張り工法では15mm必要だが、タイル目地幅が5mmのため、ECPが変位した際にタイルがぶつかり合ったものと思われる。

15 躯体脆弱による斜めクラック (間柱が異なる動きをした例)



間柱が異なる動きをした例

地震	熊本地震（熊本市＝震度6弱）
事象	ECP横張り工法の塀で、斜めのクラックが発生した。
原因推測	ECPを支える間柱の、剛性不足が原因と思われる。間柱の大きさが強度計算上問題ない場合でも、ECP両側で間柱が異なる動きをした場合は、ECPにひねりの変位が加わり、写真に見られるような構造的なクラックが発生する可能性がある。類例の不具合は、屋上目隠し壁でも見られる。

16 躯体脆弱による留付部クラック (胴縁の剛性不足)



留付部クラック（外部側）



留付部クラック（内部側）

地震	熊本地震（熊本市＝震度6弱）
事象	ECP縦張り工法の胴縁部分で、留付部クラックが発生した。
原因推測	胴縁の設計は、風圧とECPの自重に対して強度とたわみで大きさを決めるが、ECPの自重の影響による胴縁の回転までは考慮していない。胴縁とともに下地鋼材も回転し、その結果Zクリップに常時引抜き力が加わり、留付部に微クラックが入っていたのが、地震で顕在化したと思われる。

不具合事例

17 他部材の衝突による破損 (天井材の衝突)

	
<p>天井材の衝突 天井材の衝突</p>	
地震	(左) 熊本地震 (熊本市=震度6弱) (右) 宮城県沖地震 (一関市=震度5強)
事象	ECP横張り工法の、天井材の高さ部分で破損が発生した。
原因推測	天井材の衝突によるもの。縦張り工法では、天井材による荷重をパネルが分散して受けるが、横張り工法では天井材の高さの列のパネルが集中して受けるため、支えきれずに破損したと思われる。地震によるECPの破損・脱落事例は、ほとんどがこの原因。

18 他部材の衝突による破損 (構造体以外の鉄骨部材の衝突)

	
<p>内部階段の衝突 車用ゴンドラの衝突</p>	
概要	(左) 熊本地震 (熊本市=震度6弱) (右) 兵庫県南部地震 (神戸市=震度7)
事象	左は、ECP縦張り外壁の一部が、外側に押し出された。右は、ECP横張り外壁の一部が、破損して脱落した。
原因推測	左の建物は自走式駐車場で、破損箇所の裏側には鉄骨階段があり、これが振動してECPに衝突したものと思われる。 右は立体駐車場で、内部のゴンドラ揺れてECPにぶつかって破損・脱落したものと思われる。

19 他部材の衝突による破損 (配管架台の衝突)

	
<p>ECPにぶつかった例 ECPに取り付けた例</p>	
地震	新潟県中越地震 (越路町=震度6弱)
事象	ECP縦張り工法のすぐ裏側に、構造体の梁から架台が下され、各種の配管を支えていたが、この架台がECPに衝突して破損した。
原因推測	左は、地震時に架台が大きく揺れ、面外方向からECPに衝突し、破損したと思われる。架台が長かったこと、配管が重かったことも要因と思われる。 右は、架台をECPに取り付けてあり、架台の揺れがそのまま伝わり破損したと思われる。

20 他部材の衝突による破損 (ダクトなどの衝突)

	
<p>ダクトの衝突 コンベアの衝突</p>	
地震	新潟県中越地震 (越路町=震度6弱) 新潟県中越地震 (小千谷市=震度6強)
事象	ECPが、外側に引きちぎられるように破壊した。ECPの破片は落下したが、横方向への破壊の伝播は起きていない。
原因推測	左は、ECP縦張り外壁に煙道ダクトを貫通させ、外側は右側の煙突につながっていた。また、煙道ダクトが、雨仕舞のためにECPと連結されていた。地震時に、煙突と建物本体が異なる振動をしたため、ECPに引っ張りの力が加わり、破壊したものと思われる。 右は、類似のコンベアでの不具合事例。

■不具合防止対策

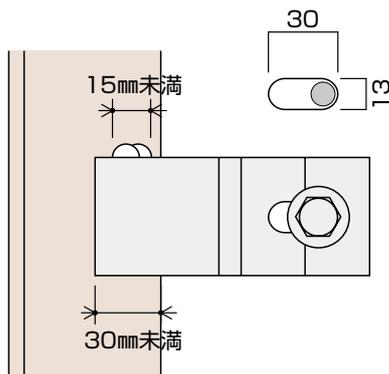
1 ECPの縦張り・横張り共に、Zクリップのボルトはルーズホールを中心に位置させる。

【対策の概要】

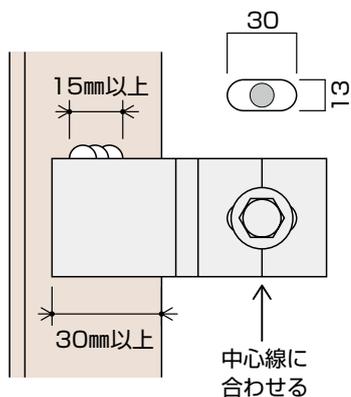
ECPは、発売当初から変位追従性のある工法を採用していますが、この性能はZクリップのルーズホール内で、ボルトが動くことで成立しています。Zクリップのルーズホールには、中心線が付けてありますので、施工誤差±4mm以内でボルトが位置するようにZクリップを取り付けてください。

また、Zクリップは適正な段差の物を使用し、下地鋼材に30mm以上掛け、上向きと横向きは、下地鋼材に15mm以上溶接してください。

【悪い例】



【良い例】



2 ECPの縦張り・横張り共に、層間塞ぎ部分でZクリップをモルタルで固定しない。

【対策の概要】

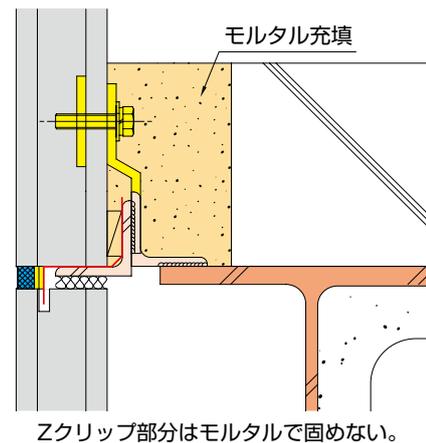
ECP縦張り工法では、一般的にECP下部のZクリップが床の層間塞ぎ部分に位置します。この部分は、耐火認定や技術的助言などにより、上層階に炎が貫通しない納まりにするよう定められていますが、安易にモルタル埋めを行うと、Zクリップのボルトの動きを拘束してしまいます。モルタル埋めを行う場合は、Zクリップをロックウール等で養生してください。ECP横張り工法も同様です。

平成20年5月9日国住指第619号

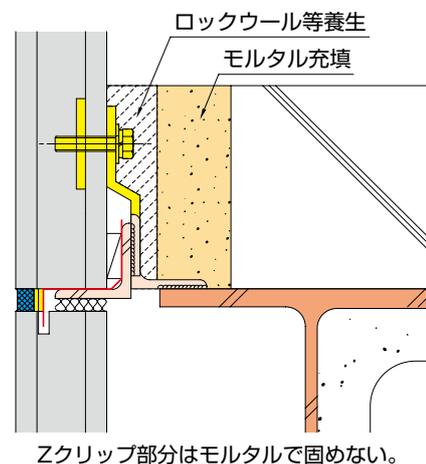
カーテンウォールの構造方法について（技術的助言）

層間ふさぎ	厚さ1.6mm以上の鋼板の上に厚さ50mm以上のモルタル、コンクリート又はロックウールで覆ったもの
-------	---

【悪い例】



【良い例】



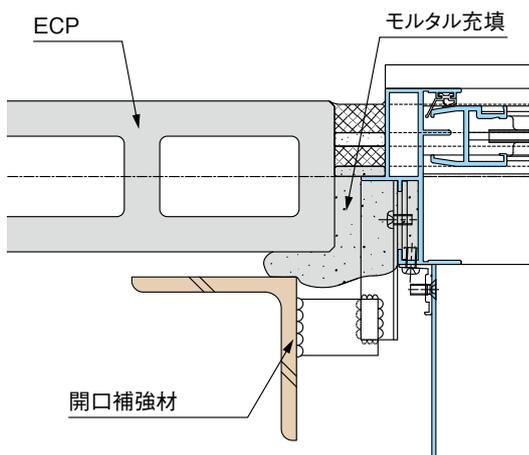
不具合防止対策

3 ECPとサッシ枠に囲まれた空間は、モルタル埋めしないでください。

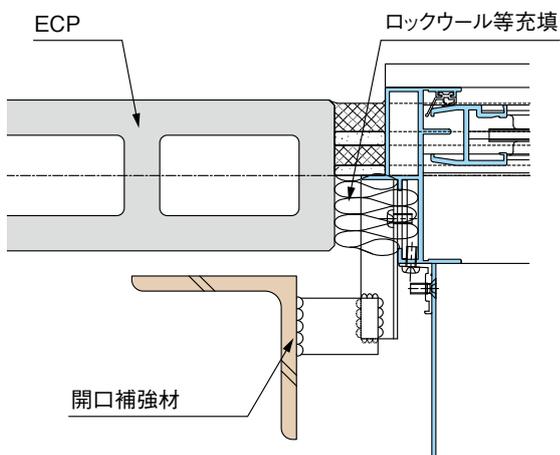
【対策の概要】

ECPとサッシ枠の間隙は、一般的には不燃材を充填しますが、その不燃材としてモルタル詰めが選ばれる場合があります。これは、サッシ枠の振動防止などが理由ですが、このモルタルがECPの日常の挙動を拘束して微クラックが発生し、大地震の際に顕在化する場合があります。不燃材を充填する場合は、ロックウール等の柔らかい材料を使用してください。

【悪い例】



【良い例】



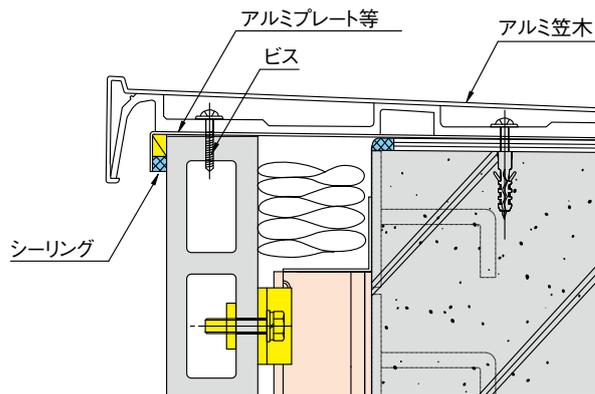
4 オープン笠木を取り付ける場合は、笠木の下地金物をECPにビス打ちしないでください。

【対策の概要】

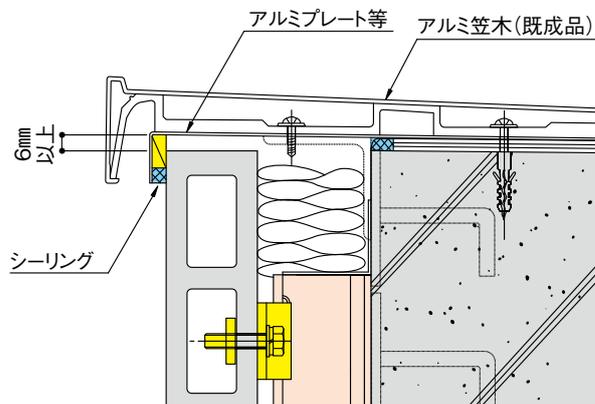
笠木の取り付けは、下地鋼材に対してビス打ちし、ECPにはビス打ちしないでください。ECPの小口にビス打ちすると、強度が低下するとともに、日常の挙動が拘束され、層間変形時にも変位ができず、ビス部分でクラックが発生する場合があります。

なお、ECP上部と金属板の間には、6mm以上の隙間を開けてください。

【悪い例】



【良い例】



ECPの不具合防止対策

不具合防止事例

8 エクspansionsジョイントは、建物の揺れを考慮して、十分な間隔を確保してください。

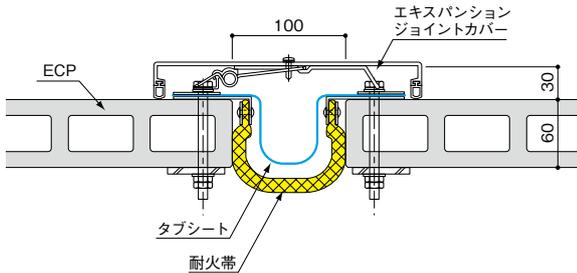
【対策の概要】

エクspansionsジョイントは、それぞれの建物の挙動が異なる部位に設置されているため、十分な間隔をもった設計が必要です。エクspansions専用金物は、変位量を考慮した大きさの品種を選び、隣接するECPも十分な間隔をとってください。

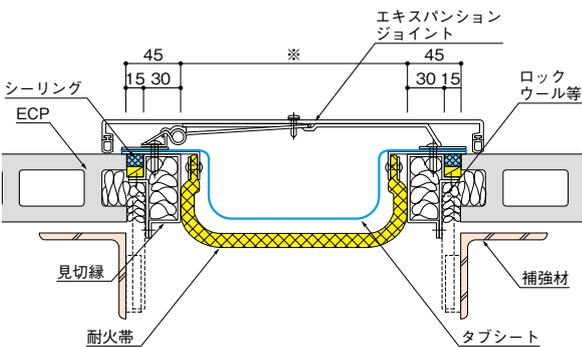
設計を超える挙動があった場合も、補修が最小限で済む納まりの検討が必要です。

エクspansions専用金物は、ECPに直接取り付けないことを原則とします。これは、エクspansions専用金物の既製品の多くが、ECPの小口から30mm以内でビス打ちする構造になっており、地震時に加わるせん断力・引き抜き力に耐えられない可能性があるからです。

【悪い例】



【良い例】



※エクspansions専用金物は、可能な限り広い物を使用する。
 ※エクspansions専用金物は、ECPに取り付けない。

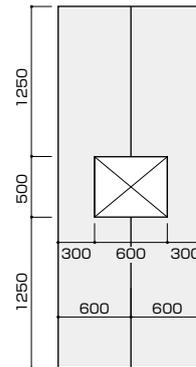
9 欠き込みは極力無くし、行う場合は強度計算
10 するとともに、限度寸法を守ってください。

【対策の概要】

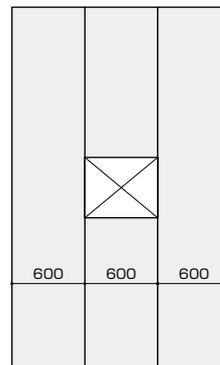
大地震が発生した場合に、クラックの発生が最も多いのが欠き込み部分です。そのため、開口部を設ける場合は極力欠き込みや孔開けが無いように割り付けてください。

やむを得ず欠き込み等を行う場合は、必ず強度計算を行い、安全を確認してください。公的仕様書などに記載してある限度寸法は、これを守れば安全な寸法ではなく、強度計算を行ったうえに、さらに守ってもらいたい寸法です。

【悪い例】



【良い例】



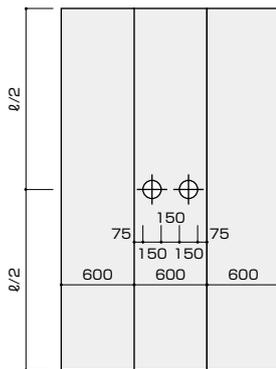
■不具合防止対策

11 丸孔を開ける場合も、欠き込み同様に、強度計算し、限度寸法を守ってください。

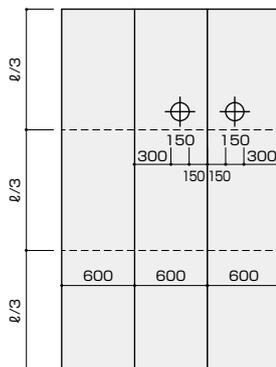
【対策の概要】

丸孔は、欠き込みや角孔に比べれば、クラック発生の可能性は少ないですが、これも強度計算を行ったうえで、限度寸法も守る必要があります。また、丸孔を連続して開ける場合は、丸孔の間隔を150mm以上確保してください。

【悪い例】



【良い例】



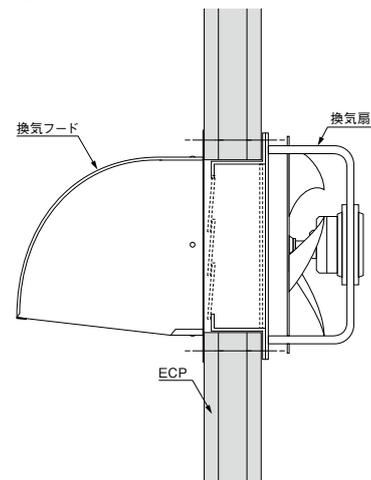
12 換気扇などの重量物を、ECPに取り付けないでください。

【対策の概要】

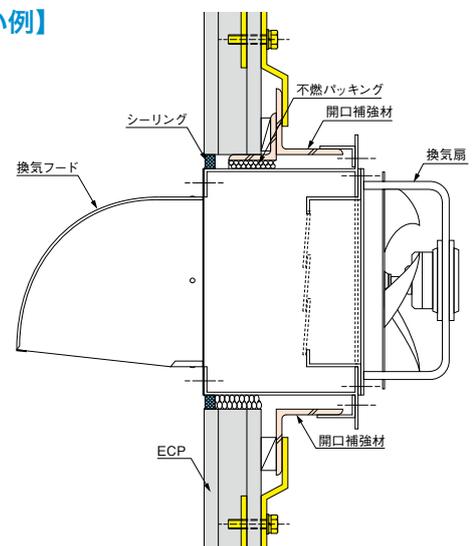
換気扇の取り付けも、大地震の際にクラックや破損が発生する大きな原因です。2枚のECPをそれぞれ欠き込んで取り付けると、簡単な施工で済みますが、そもそも欠き込んだECPは強度計算上不可であり、大地震の際には換気扇の重量が慣性力としてECPに加わり破損します。

換気扇を設ける場合は、ECPの強度計算をすとともに、開口補強材を設けて、これに換気扇を取り付けてください。

【悪い例】



【良い例】



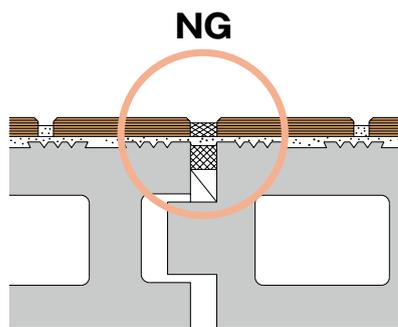
不具合防止事例

13 タイル仕上げは、タイルや張り付け材料がECPの目地をまたがないようにしてください。

【対策の概要】

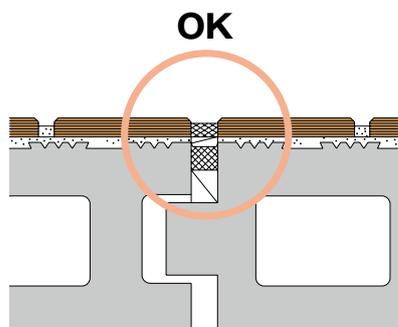
ECPはそれぞれが動くことで層間変位を吸収するため、ECPの目地をまたいでタイルや張り付けモルタルを施工すると、タイルの亀裂や剥離、場合によってはECPにクラックが入る場合があります。ECPの縦横すべての目地で、タイルやモルタルをまたがせないでください。

【悪い例】



張り付けモルタルが、目地をまたいでいる。

【良い例】



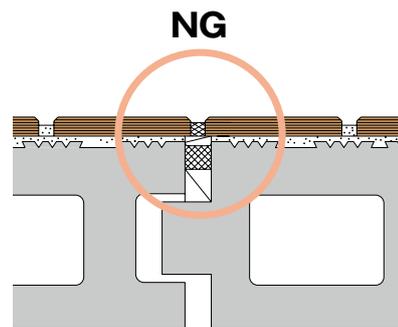
タイル・張り付けモルタルともに、目地部分で分離させる。

14 タイル仕上げは、タイルがECPからはみ出さないように張ってください。

【対策の概要】

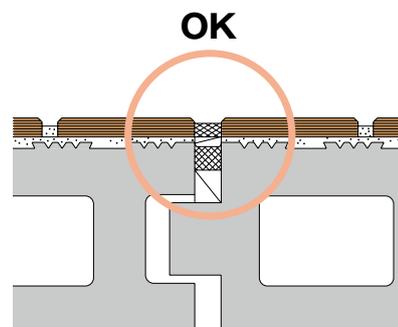
モザイクタイルの目地が5mmのため、ECPの凹凸目地部分のタイル目地を5mmで施工される場合がありますが、大地震の際にはECP間で動きが異なった場合に、タイル同士がぶつかって剥離する場合があります。ECPは、タイル割に合わせた595mm幅の製品も取り揃えていますので、ECPの目地部分では、タイル目地幅も同じにしてください。

【悪い例】



タイルがECP小口からはみ出している。

【良い例】



タイルはECP小口からはみ出させない。

■不具合防止事例

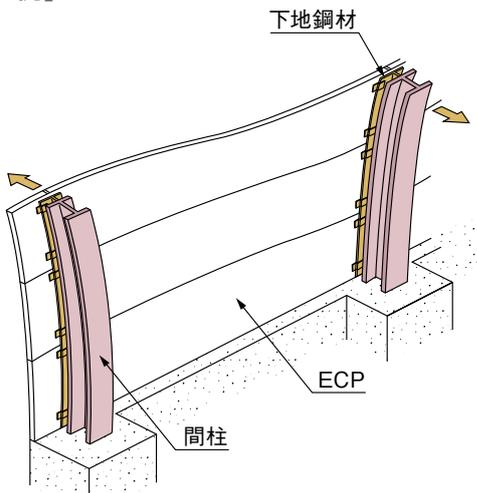
15 屋上目隠し壁を支える間柱は、通常の強度・たわみ計算結果以上の剛性を確保してください。

【対策の概要】

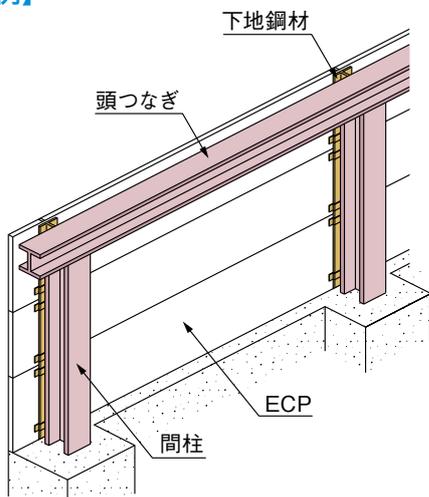
屋上目隠し壁を支える間柱は、躯体鉄骨以外の鉄骨として、片持ち梁の計算をして部材が決定されます。横張り工法のECP両端の間柱が、大きさが異なることによりたわみ量が異なる場合や、内外の異なる方向にたわんだ場合は、ECPがひねられて破損する場合があります。

間柱の大きさを計算結果より大きくする、頭つなぎを設けて異なるたわみを防止する、などの措置が必要です。

【悪い例】



【良い例】



16 屋上目隠し壁を支える胴縁は、通常の強度・たわみ計算結果以上の剛性を確保してください。

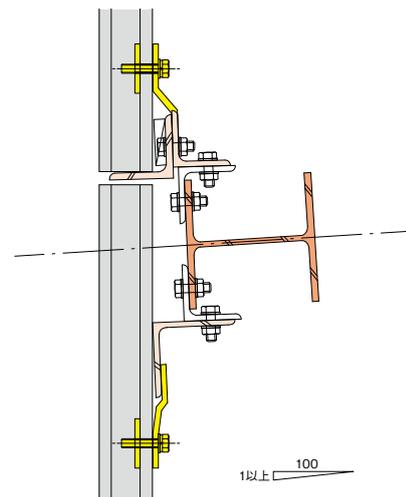
【対策の概要】

屋上目隠し壁を支える胴縁は、躯体鉄骨以外の鉄骨として、単純梁の計算をして部材が決定されます。一般的には、横向きH形鋼が採用されますが、H形鋼の外側にECPの自重が垂直に加わることから、H形鋼と下地鋼材が回転します。

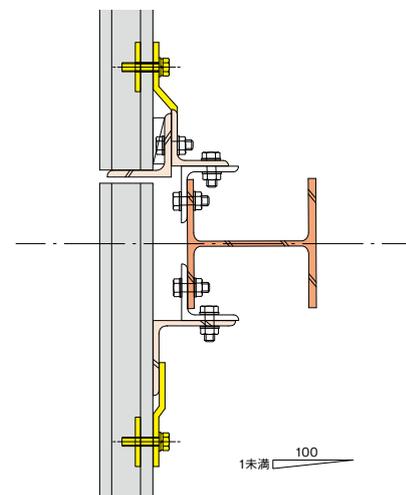
これにより、Zクリップに常時引き抜き力が加わることになり、大地震の影響が無くても、留付部クラックが発生する場合があります、大地震の際には顕著に発生します。

H形鋼の回転後の傾きを、1/100以内に留めてください。

【悪い例】



【良い例】

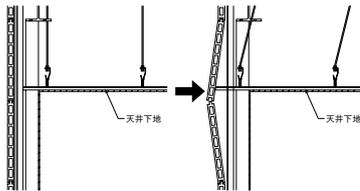


不具合防止事例

17 天井材がECPにぶつからないように、振れ止めを設けて、間隔を十分に確保してください。

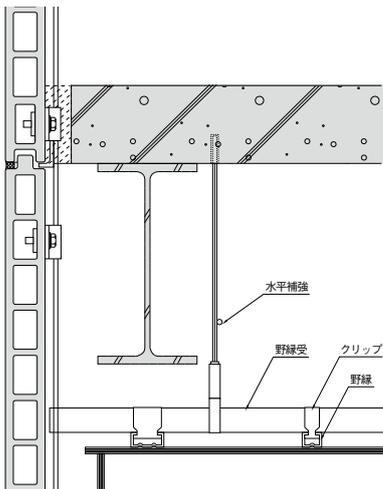
【対策の概要】

地震時のECP破損・脱落の原因は、そのほとんどが天井材の衝突です。建築基準法の改正により、天井材の落下対策は講じられましたが、天井材の衝突による他部材落下までは講じられていません。

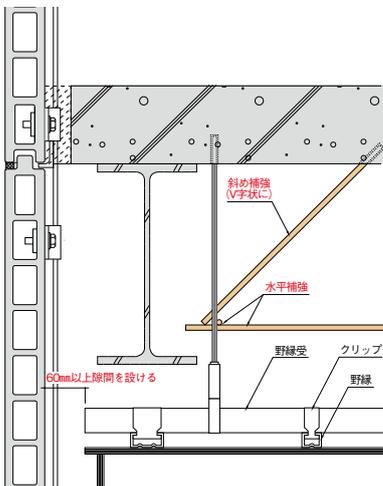


外壁のECPが横張り工法の場合は、特定天井なみの揺れ止めと隙間確保をお願いします。

【悪い例】



【良い例】



18 構造躯体以外の鉄骨類は、揺れによるECPへの衝突回避も検討してください。

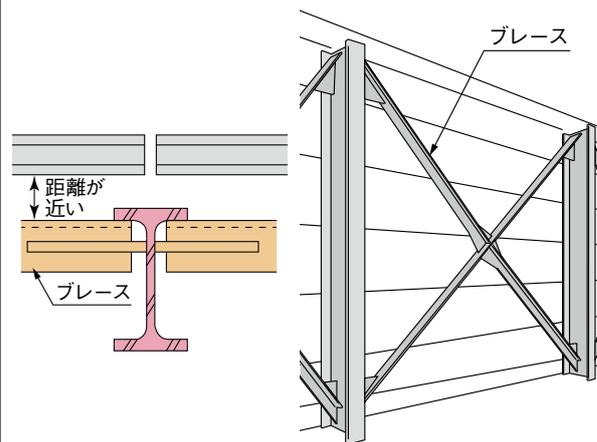
【対策の概要】

構造躯体以外の鉄骨類は、その目的の強度・変形量は検討されているものの、目的以外のたわみ量などは考慮が足りない場合があります。

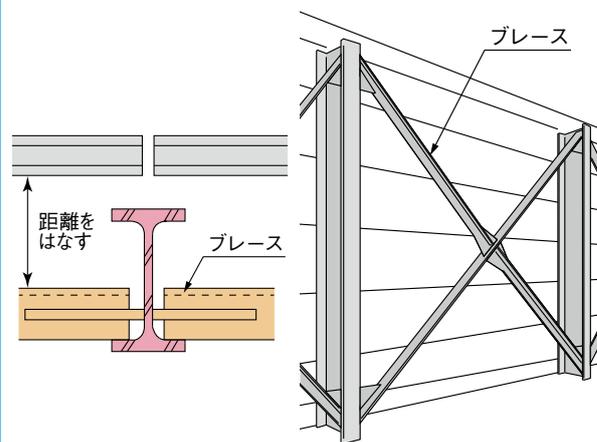
階段のササラ桁やブレースなどは、必要強度は検討されているものの、横揺れの検討が不十分な場合があり、近接して建っているECPにぶつかる場合があります。

ECPに近接して鉄骨類を設ける場合は、十分な間隔を取ってください。

【悪い例】



【良い例】



■不具合防止事例

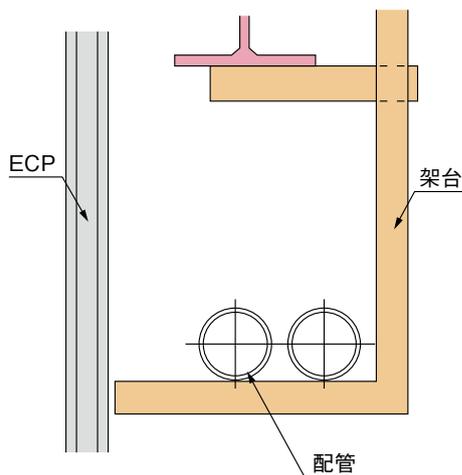
19 配管類、または配管を支える架台は、揺れによるECPへの衝突回避を検討してください。

【対策の概要】

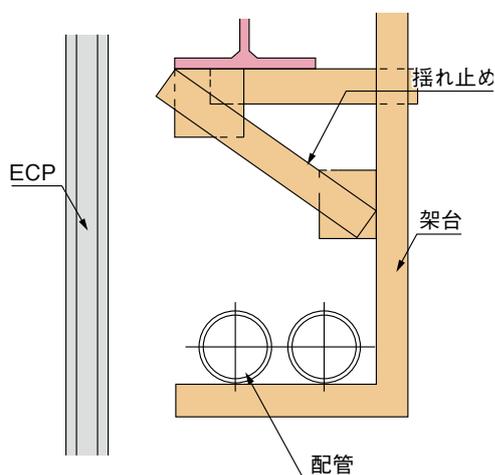
配管類は、外壁裏側に近接して取り付けられる場合が多いですが、ECPに取り付けられていなくても、配管またはそれを支える架台が揺れてECPにぶつくと破損する場合があります。

吊り下げ距離が長い場合は、揺れ止めも設けてください。

【悪い例】



【良い例】



20 ダクトがECPを貫通する場合は、雨避け水切りなどでECPに連結しないでください。

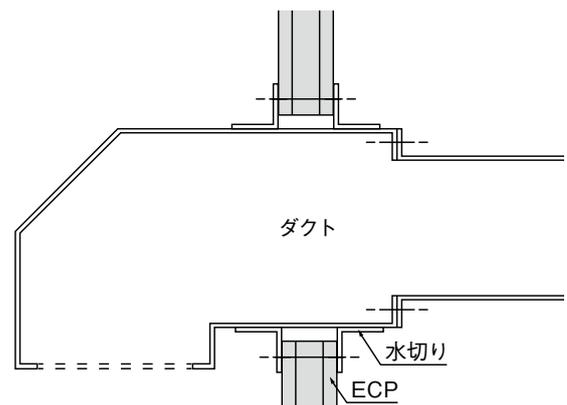
【対策の概要】

ダクトは重量物で揺れやすいため、ECPと連結すると揺れが伝わり破損する場合があります。

ダクトが屋外の煙突などにつながる場合に限らず、室内だけの場合も、ダクトをECPに取り付けず、外壁のECPとは十分な隙間を開けて、ダクトが揺れてもECPに伝わらない雨仕舞いを行ってください。

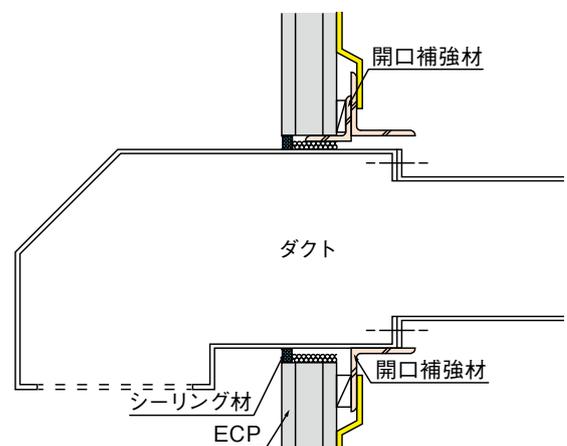
また、ダクト内が高温になる場合は、熱がECPに伝わらないように断熱してください。

【悪い例】



※ECPをはさみ込んでダクトを取り付けた悪い例。

【良い例】



※ダクトは開口補強材に取り付け開口補強材は、躯体に連絡する。

■ 規格制定の歴史

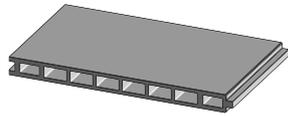
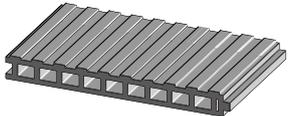
ECPは、セメント、けい酸質原料および繊維質原料を用いて中空を有する板状に押出成形し、オートクレーブ養生した工業製品です。

ECPの規格は、1970年代前半に(株)ノザワ「アスロック」と三菱セメント建材(株) (現アイカテック建材(株))「メース」が現形状の製品開発を行ったことが基本になっています。その後複数社の参入があり、規格統一の必要性が生じたことから、1996年にECP協会を設立し、同時に暫定版の「ECP協会団体規格」を定めました。2000年には「JCMS-II B1102:2000 ECP (押出成形セメント板)」が日本建材産業協会規格として制定され、2003年に「JIS A 5441:2003 押出成形セメント板 (ECP)」のJIS規格が制定されました。

JIS 規格制定の趣旨 (JIS 規格解説より)

押出成形セメント板は、曲げ強度などの力学的性能及び耐水性、耐久性、難燃性などの建築材料としての基本的性能に優れている。また、工場でプレカットされた製品を乾式工法で取り付けるため施工性が良く、現場内での廃材の発生が少ない建築材料である。押出成形セメント板は、昭和45年より中高層の鉄骨造建築物の外壁及び間仕切壁に使用され、実績も多く、近年、建設技術の多様化に適した材料として需要が拡大している。このたび、日本工業規格として制定されることになったことから、この押出成形セメント板の適切な設計と施工に寄与することが期待される。

【JIS A 5441 押出成形セメント板 (ECP)】
製品規格

		フラットパネル	デザインパネル	タイルベースパネル
				
		表面をフラットにしたパネル	表面にリブ及びエンボスを施したパネル	表面にタイル張付け用あり (蟻) 溝形状を施したパネル
寸法	厚さ (mm)	50,60,75,100	60	60
	幅 (mm)	450,500,600,900,1000,1200	600,900	600,605
	長さ (mm)	4000 以下, 5000 以下	5000 以下	4000 以下
寸法許容差 (mm)		(厚さ) +1.5, - 1.5 mm (幅) +0, - 2 mm (長さ) +0, - 2 mm		

物性規格

素材比重	曲げ強度 (N/mm ²)	耐衝撃性	含水率 (%)	吸水率 (%)	吸水による長さ変化率 (%)	耐凍結融解性能	難燃性
1.7 以上	17.6 以上	割れ、貫通する亀裂があつてはならない	8 以下	18 以下	0.07 以下	著しい割れ、膨れ、剥離がなく、かつ質量変化率が5% 以下	難燃1級

■ 縦張り工法と横張り工法の選択

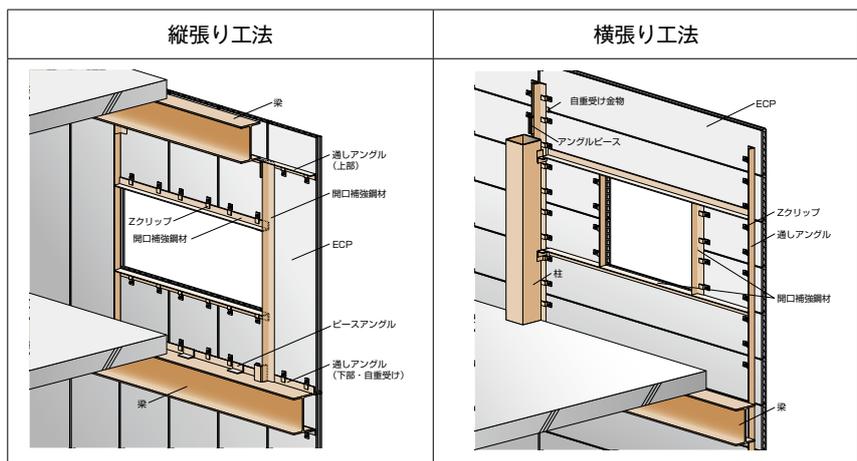
ECPの施工方法には縦張り工法と横張り工法があり、パネルは同じものを使用します。いずれも、耐震性能に優れた工法で、発売開始時から採用しています。

縦張り工法は、防水性能に優れるほか、横張り工法よりも安価に施工できるというメリットがあります。この工法は、シーリング欠損部からの漏水を、内水切りによりECPの中空部を経路として排水するのが一般的です。隣地建物との距離

などからシーリング材のメンテナンスが難しい場合は、施工性・防水の観点から縦張り工法が適しています。

横張り工法は、取付け下地としての間柱が必要になるため、縦張りに比べるとコストがかかります。しかし、ECPのシャープ感横張り工法の方が際立ち、ECP独自の意匠を実現できるというメリットがあります。

どちらを採用するかは、目的とする意匠や予算、性能などから総合的に判断する必要があります。



■ 強度計算

ECPの許容支持スパンは、耐風圧強度で算定し決定します。風圧力は、建築基準法施行令第82条の5及び平成12年建告第1458号に基づき算定することを標準とし、実験等により風圧力が確認されたものはそれに従うものとします。

ECPの許容支持スパンは、①設計許容曲げ応力度、②たわみ基準、③留付耐力、④最大長さにより決定します。

ECPの曲げ強度は、 $F_b=17.6 \text{ (N/mm}^2) = 1760 \text{ (N/cm}^2)$ とし、ECPの許容支持スパンの計算に用いる設計許容曲げ応力度は、下表によります。

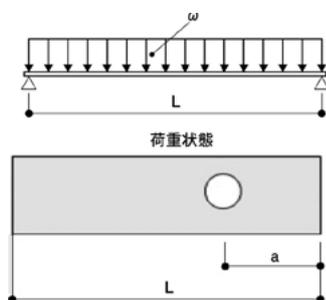
【許容曲げ応力度】

パネル種類	仕上げ	許容曲げ応力度: $\sigma \text{ (N/cm}^2)$	
		正風圧力に対して	負風圧力に対して
フラットパネル デザインパネル (リブ)	塗装 (素地)	880 (Fb/2)	880 (Fb/2)
デザインパネル (エンボス)	塗装	880 (Fb/2)	580 (Fb/3)
フラットパネル タイルベースパネル	タイル	880 (Fb/3)	580 (Fb/3)

※丸孔が開く場合は0.7、角孔が開く場合は0.6の応力集中係数を乗じる。

【許容支持スパンの検討】

	ECP に孔あけが無い場合の検討	ECP に孔を開けた部分の検討
① 等分布荷重の算定	$\omega = Wb/10000$	
② 孔あけによる断面欠損部の断面性能		$Z_c = Z (b - \phi) / b$ $I_c = I (b - \phi) / b$
③ 孔あけによる応力集中係数を考慮した許容曲げ応力度		(丸孔) $\sigma_c = 0.7 \sigma$ (角孔) $\sigma_s = 0.6 \sigma$
④ 曲げ応力度による許容支持スパン (L_1) (L_6) の算出	$M = \omega L^2 / 8 \quad \sigma = M/Z$ $\sigma = \omega L^2 / 8Z$ $L_1 = \sqrt{(8 \sigma Z / \omega)}$	$M = \omega a (L - a) / 2 \quad \sigma_c = M/Z_c$ $\sigma_c = \omega a (L - a) / 2Z_c$ $L_6 = (2 \times \sigma_c \times Z_c \times \omega a) + a$
⑤ たわみ量 L/200 以下による許容支持スパン (L_2) (L_7) の算出	$\delta = 5 \omega L^4 / 384EI \leq (L/200)$ $L = 384EI / 1000 \omega$ $L_2 = \sqrt[3]{(384EI / 1000 \omega)}$	$\delta = 5 \omega L^4 / 384EI_c \leq (L/200)$ $L = 384EI_c / 1000 \omega$ $L_7 = \sqrt[3]{(384EI_c / 1000 \omega)}$
⑥ たわみ量 2cm 以下による支持スパン (L_3) (L_8) の算出	$\delta = 5 \omega L^4 / 384EI \leq 2$ $L = 768EI / 5 \omega$ $L_3 = \sqrt[4]{(768EI / 5 \omega)}$	$\delta = 5 \omega L^4 / 384EI$ $\delta = 2$ $L_8 = \sqrt[4]{(768EI / 5 \omega)}$
⑦ 留め付け部耐力による許容支持スパン (L_4) の算出	$\omega L/4 \leq P$ $L_4 = 4P / \omega$	
⑧ 最大製造長さ (L_5)	$L_5 = \text{(製造業者に確認)}$	
結果	上表の $L_1 \sim L_5$ の中で、最も短いスパンを許容支持スパンとする。	上表の $L_1 \sim L_8$ の中で、最も短いスパンを許容支持スパンとする。



- W : 風圧力 (N/m²)
- ω : 単位荷重 (N/cm)
- b : 幅 (cm)
- M : 曲げモーメント (N・cm)
- L : 支持スパン (cm)
- σ : 許容曲げ応力度 (N/cm²)
- σ_c : 丸孔の許容曲げ応力度 (N/cm²)
- σ_s : 角孔の許容曲げ応力度 (N/cm²)
- Z : 断面係数 (cm³)
- Z_c : 断面欠損を考慮した断面係数 (cm³)
- I : 断面 2 次モーメント (cm⁴)
- I_c : 断面欠損を考慮した断面 2 次モーメント (cm⁴)
- δ : たわみ量 (cm)
- E : ヤング係数 (N/cm²)
- P : 留め付け耐力 (1500N)
- φ : 孔あけ寸法 (cm)
- a : 孔あけ位置 (cm)

開口部のポイント

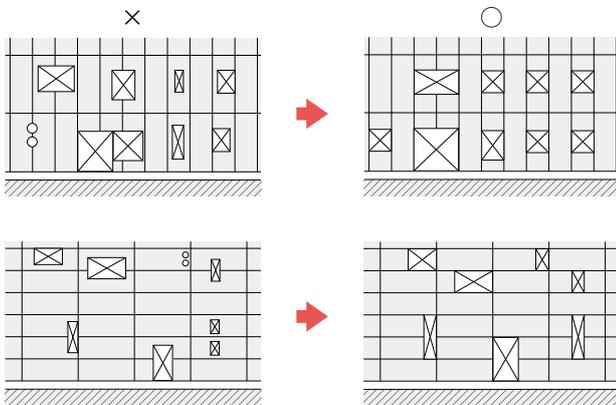
ECPに溝掘りや開口部を設ける場合は、「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」及び「建築工事監理指針」に従います。

ECPに溝を設けると、溝掘り部分に応力集中が起こり、破損のおそれがあるため、パネル表裏への溝掘りは禁止です。

出入口・窓等の開口部には、必ず補強材を設けてください。開口部にかかる風荷重は、補強材により直接躯体に伝わるようにしてください。

ECPは、極力規格品で割付けてください。やむを得ず幅切断する場合は、300mm以上で使用して下さい。開口寸法はパネルの割付けに合わせてください。窓、出入口及び設備開口はパネル割付けに合わせた大きさとし、孔あけ及び欠き込みが発生しないようにして下さい。

パネル割付けの良否例



設備開口のポイント

パネルへの孔あけ及び欠き込みは、以下を基本とします。

可能な限りECPに孔あけ及び欠き込みを行わないでください。やむを得ず、孔あけ及び欠き込みを行う場合は、欠損部分を考慮した強度計算を行い、安全が確認された位置・大きさを限度としてください。

なお、パネルには設備機器を直接取り付けないでください。

- ①パネルへの孔あけ及び欠き込みは原則行わず、やむを得ず行うもの。
- ②その場合は、欠損部を考慮した強度計算により安全を確認する。
- ③また、強度計算結果にかかわらず限度寸法以下とする。

平成 28 年版の仕様書と監理指針

標準仕様書	パネルに欠き込み等を行う場合、パネルの開口の限度は特記による。
監理指針	パネルに孔あけ及び欠き込みを行わない。やむを得ず、孔あけ及び欠き込みを行う場合は、欠損部を考慮した強度計算を行い、安全が確認された大きさを限度とする。ただし、計算結果にかかわらず、孔あけ及び欠き込みの限度は、「次表」の数値以下とする。

孔あけ及び欠き込みの限度表

		孔あけ及び欠き込みの大きさ	切断後の残り部分幅
孔あけ	短辺	パネル幅の1/2以下、かつ300mm以下	150mm以上
	長辺	500mm以下	300mm以上
欠き込み	短辺	(パネル幅-300mm)以下、かつ300mm以下	300mm以上
	長辺	500mm以下	300mm以上

なおECP協会では、大震災の調査結果から、これらの内容に加えて、次の内容を加えています。

- ④留付部から半径100mm以内は、孔あけ及び欠き込みを行わない。
- ⑤支持スパンを3等分した中央部には、孔あけ及び欠き込みを行わない。
- ⑥幅方向の持ち出しが伴う孔あけ及び欠き込みを行わない。
- ⑦左右の留付高さをあわせる。

設備開口のQ&A

Q 『建築工事監理指針』平成25年版には、限度寸法の表に「(注) 孔あけ及び欠き込みの限度は、一般的な寸法のパネルに適用する。」の注釈がありますが、限度寸法の表はいくらの寸法のパネルに基づいていますか。

A 一般的なパネルとは、幅600mm、長さ3000~4000mmを示していますが、全ての幅のパネルに対して適用します。

Q パネルの持ち出し部分（片持ちばり構造）に欠き込み等を設ける場合は、どうするのですか？

A 支持スパン内に欠き込み等を設ける場合と同様に、「はり構造力学公式」に基づき当該部分の曲げモーメントを算出し、安全が確認された大きさ・位置にしてください。

ほとんどの場合は十分な安全が確保されますので、現実的には「パネルの孔あけ及び欠き込みの限度寸法」に従うことになります。

Q 『建築工事監理指針』の限度寸法の表中、「支持スパンの3等分した中央部には、孔あけ・欠き込みを行わない。」とあり、「窓まわりの短尺品には適用しない」とありますが、短尺品の寸法はいくらですか？

A 短尺品の寸法は、建物毎の許容支持スパンの1/3以下とします。例えば、許容支持スパンが4800mmの場合は、1600mm以下を短尺品とします。

Q 『建築工事監理指針』の限度寸法の表中、長辺の切断後のパネル残り部分の長さが300mm以上になっていますが、長さが600mm以下のパネルには、欠き込み等ができないのでしょうか。

A 長さ600mm以下のパネルは、穴あけについては、強度計算を行うことを前提に、パネル残り部分の寸法を現場事情に合わせて『特記仕様書』で決めてください。

■ 設備開口の検討事項

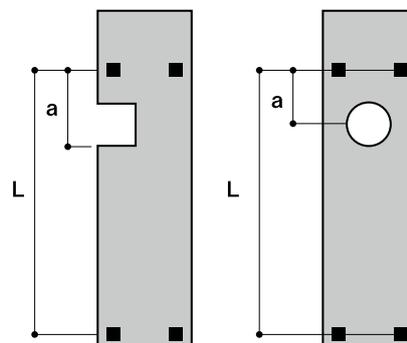
【欠損部を考慮した強度計算】

$$\sigma_b < \sigma_y \cdot C$$

$$\sigma_b = M/Z, M = \omega a \cdot (L-a) / 2 \text{より、}$$

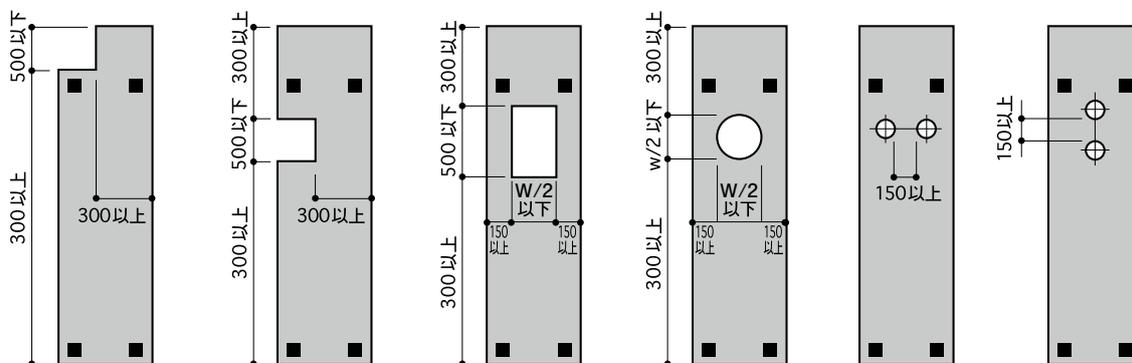
$$\sigma_b = \omega a \cdot (L-a) / (2 \times Z)$$

- σ_b : 発生曲げ応力度 (N/cm²)
 σ_y : パネルの短期許容曲げ応力度 (N/cm²)
 (フラットパネルの場合880N/cm²)
 C : パネルの欠損部応力集中係数
 (丸孔は0.7、角孔・欠き込みは0.6)
 ω : 単位長さあたりの荷重 (N/cm)
 L : パネルの支持スパン (cm)
 a : 支持点から孔あけまでの距離 (cm)
 Z : 孔あけによる断面欠損部の断面係数 (cm³)



【孔あけ及び欠き込みの限度】

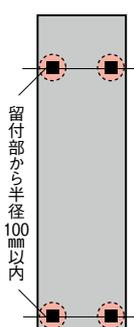
		孔あけ及び欠き込みの大きさ	切断後のパネルの残り部分の幅
パネルに孔あけを設ける場合	短辺	パネル幅の1/2以下、かつ300mm以下	150mm以上
	長辺	500mm以下	300mm以上
パネルに欠き込みを設ける場合	短辺	パネル幅の1/2以下、かつ300mm以下	300mm以上
	長辺	500mm以下	300mm以上



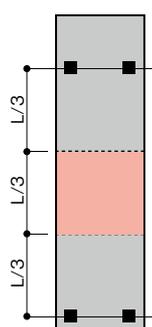
■は留付金物の位置を示す。

【その他の注意事項】

留付部から半径100mm以内は、孔あけ及び欠き込みを行わない。

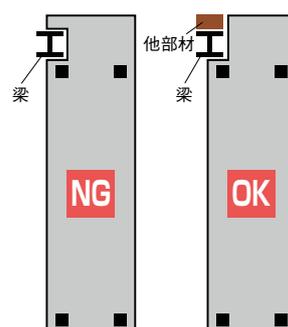


支持スパンを3等分した中央部には、孔あけ・欠き込みを行わない。

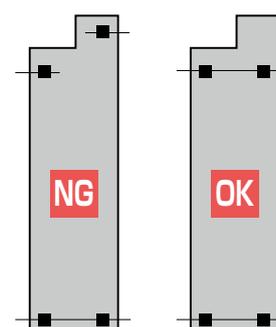


※窓まわりの縮尺品には適用しない。

幅方向の持ち出しは行わない。



左右の留め付け部の高さを合わせる。



ECP協会の歩み

年度	協会の活動	仕様・規格・法令	出荷量	会員数	
				正	賛助
1996(H08)年	押出成形セメント板協会(ECP協会)設立	『JASS19 陶磁器質タイル張り工事(日本建築学会)』第2版にECP記載	約450万㎡	4	0
1997(H09)年	ECP協会団体規格制定	『建築工事共通仕様書(公共建築協会)』平成9年版にECP記載 『建築工事監理指針(公共建築協会)』平成9年版にECP記載	約440万㎡	3	0
1998(H10)年	横張り2次シール工法を共同開発	『JASS18 塗装工事(日本建築学会)』第6版にECP記載 建築基準法改正(防耐火規定が性能規定化)	約400万㎡	3	0
1999(H11)年		建設事業がS I 単位に移行	約405万㎡	4	0
2000(H12)年	『ECP施工標準仕様書』初版発行	押出成形セメント板(ECP)のJCMS規格制定(日本建材産業協会) 建築基準法改正(風圧力の改正) 『住宅の品質確保の促進に関する法律』施行	約410万㎡	2	0
2001(H13)年	賛助会員制度開始 ECP専用サッシ開発を技術的支援		約400万㎡	2	10
2002(H14)年		建築基準法改正に伴う防耐火認定移行	約385万㎡	2	10
2003(H15)年	金物認証制度開始	『非構造部材の耐震設計施工指針(日本建築学会)』第2版にECP記載 押出成形セメント板(ECP)のJIS規格制定(日本規格協会)	約360万㎡	2	10
2004(H16)年	10月以降全品ノンアス化対応 『ECP施工標準仕様書』第2版発行	『JASS27 乾式外壁工事(日本建築学会)』初版にECP記載 労働安全衛生法改正(石綿含有製品の製造禁止)	約330万㎡	2	11
2005(H17)年	『ECP安全作業標準書』発行	石綿障害予防規則制定・施行	約325万㎡	2	11
2006(H18)年	協会設立10周年記念事業として ホームページ開設 『ECPの解体・改修工事における 石綿対策』発行		約330万㎡	2	10
2007(H19)年			約330万㎡	2	10
2008(H20)年	『ECP施工標準仕様書』第3版発行	定期報告制度改正(タイル張りの全面打診)	約330万㎡	2	11
2009(H21)年	『下地溶接基準』発行 防火材料等関係団体協議会に入会		約280万㎡	2	14
2010(H22)年			約280万㎡	2	16
2011(H23)年	『ECP施工標準仕様書』第4版発行		約310万㎡	2	16
2012(H24)年	『押出成形セメント板Q&A』初版発行		約320万㎡	2	16
2013(H25)年			約375万㎡	2	16
2014(H26)年			約400万㎡	2	16
2015(H27)年	『ECP施工標準仕様書』第5版発行		約390万㎡	2	18
2016(H28)年	協会設立20周年事業として 記念誌発行		約390万㎡	2	18
2017(H29)年			約400万㎡	2	18
2018(H30)年	『押出成形セメント板Q&A』第2版発行	定期報告制度(タイル張りの全面打診)への技術的助言通知	約405万㎡	2	18

正会員

本社所在地

製品名

株式会社 **ノザワ**

〒650-0035
神戸市中央区浪花町15番地
TEL 078-333-4111 FAX 078-393-7019
<http://www.nozawa-kobe.co.jp>

アスロック

アイカテック建材株式会社

〒176-0012
東京都練馬区豊玉北6丁目5番15号
TEL 03-5912-0740 FAX 03-5912-0750
<http://www.aica-tech.co.jp/>

メース

賛助会員

株式会社 タケチ	〒160-0023	東京都新宿区西新宿1丁目23番3号	TEL 03-3343-1351 FAX 03-3340-5050
株式会社 日本ラバテック	〒532-0011	大阪市淀川区西中島3丁目8番15号	TEL 06-6886-0431 FAX 06-6886-0430
早川ゴム株式会社	〒135-0031	東京都江東区佐賀1丁目16番10号	TEL 03-3642-9430 FAX 03-3643-6288
ホッティーパーリマー株式会社	〒131-0032	東京都墨田区東向島4丁目43番8号	TEL 03-3614-4100 FAX 03-3614-4162
大和理研工業株式会社	〒581-0038	大阪府八尾市若林町2丁目59番	TEL 072-949-4081 FAX 072-948-1267
青山鋼業株式会社	〒344-0122	埼玉県春日部市下柳880番	TEL 048-745-2141 FAX 048-745-2004
株式会社 建庄	〒279-0025	千葉県浦安市鉄鋼通2丁目1番3号	TEL 047-306-5611 FAX 047-306-5612
株式会社 後藤商店	〒454-0954	名古屋市中川区江松5丁目103番地	TEL 052-303-2551 FAX 052-303-6954
サンコーテクノ株式会社	〒270-0163	千葉県流山市南流山3丁目10番16号	TEL 04-7157-8181 FAX 04-7157-8787
新栄商事株式会社	〒982-0012	仙台市太白区長町南2丁目10番21号	TEL 022-249-1601 FAX 022-246-1298
株式会社 日東	〒135-0062	東京都江東区東雲2丁目11番6号	TEL 03-3527-7101 FAX 03-3527-7121
初穂商事株式会社	〒455-0855	名古屋市港区藤前3丁目201番地	TEL 052-303-5612 FAX 052-303-5402
丸仁産業株式会社	〒522-0026	滋賀県彦根市大堀町440番	TEL 0749-24-1017 FAX 0749-24-5041
村上工業株式会社	〒111-0053	東京都台東区浅草橋4丁目10番8号	TEL 03-5860-2151 FAX 03-5821-2061
株式会社 スタック	〒578-0901	東大阪市加納6丁目2番55号	TEL 072-872-0220 FAX 072-872-0119
有限会社 ベストファスナー	〒675-0045	兵庫県加古川市西神吉町岸42-1	TEL 079-434-5550 FAX 079-434-5556

押出成形セメント板協会事務局 (ECP協会事務局)

〒650-0035
神戸市中央区浪花町15番地(株式会社ノザワ内)
TEL 090-5628-4835 E-mail ecp-kyoukai@docomo.ne.jp
<http://www.ecp-kyoukai.jp/>



このパンフレットは、環境にやさしい植物油インキを使用しています。