

建築分野における 断面修復材の現状と課題

～施工場所に適した材料と工法の選択が必要～

C&Rコンサルタント・小野 定氏に聞く

1. はじめに

建設リサイクル法の制定やサステイナブル建築といった社会的ニーズにより、建築物の維持、補修、改修分野は関心が高まっており、補修材の生産量は年々増えてきている。日本建築仕上材工業会による今年度の統計においても順調な伸びを示してきており、補修改修分野の中でも限定された用途ながらも、接着性に優れ厚塗りが可能な断面修復材は各メーカーから製品が販売されている。

ここでは、建築分野における断面修復材についての概要を纏めるとともに、普段、コンクリートの診断・調査、改修計画などのコンサルティングを行っている(株)C&Rコンサルタント代表取締役社長の小野定氏のインタビューを交えながら断面修復材について考察する。

2. 断面修復材自体は一般的に広く使われている

コンクリートの剥落など欠損部を補修する材料で、一般に広く使用されている材料として断面修復材がある。この断面修復材には通常のセメントモルタルやコンクリートのほかに、ポリマーセメントモルタルとポリマーモルタル(樹脂モルタル、など)の3種類があり、修復断面の大きさや施工方法、早強性などの条件や用途に合わせて使い分けられている。ポリマーセメントモルタルに使用されるポリマーは、SBR(スチレン・ブタジエンゴム)系とPAE(ポリアクリル酸エステル)系の2種類が多く使用されており、共通して長期接着耐久性に優れる点などの特性がある。ただし、一般的にはSBR系の方が防水性と中性化に、PAE系は接着性と施工性に優れているといわれている。また、ポリマーモルタルのポリマーの



おの さだむ

(株)C&Rコンサルタント代表取締役社長/
工学博士・技術士、コンクリート診断士/
中央大学兼任講師、東海大学兼任講師/
(独)北海道コンクリート技術センター専門
調査役/土木学会特別上級技術者
<http://www.candr.jp>

表1 補修材料の種類

種類	種別	主な成分
含浸材	浸透性吸水防止材	シラン、シリコン、アクリル樹脂など
	アルカリ性付与材	ケイ酸リチウムなど
	塗布形防せい材	亜硝酸カルシウム、亜硝酸リチウムなど
	その他	浸透性固化材、無機質浸透性防水材など
鉄筋防せい材	ポリマーセメント系	SBR系PCM、PAE系PCMなど
	合成樹脂系	エポキシ樹脂、ウレタン樹脂など
	さび転換塗料系	リン酸、有機酸、キレート化材などの配合塗料
断面修復材	ポリマーセメントモルタル系	SBR系PCM、PAE系PCMなど
	防せい剤混和型、無混和型	
	ポリマーモルタル系	エポキシ樹脂モルタル(軽量タイプ)など
	セメントモルタル	普通セメントモルタルまたはコンクリート、早強型、高流動型など
ひび割れ注入材	樹脂系注入材	注入用エポキシ樹脂など
	セメント系スラリー	ポリマーセメントスラリー、超微粒セメントなど
	シーリング材	シリコン、ウレタン、ポリサルファイトなど
下地調整剤	ポリマーセメント系	SBR系PCM、PAE系PCMなど
	樹脂系	エポキシ樹脂、アクリル樹脂バテなど
表面被覆材	浸透性吸水防止材	上記の浸透性吸水防止材と同じ
	塗料	アクリル樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂など
	建築用仕上塗材	セメント、ケイ酸質、アクリル樹脂など
	塗膜防水材	アクリルゴム、ウレタンゴムなど
	成形板	GRC、アルミニウム板、PIC板など
その他	各種補強材料、耐酸材料、耐熱材料、電気防食材料など	

多くはエポキシ樹脂が使用されており、軽量骨材と使用することで軽量エポキシ樹脂モルタルと呼ばれている。(表1)

市販品数的にみるとポリマーセメントモルタルが7、8割程度を占めており、ポリマーモルタルの比率が低いものの、現場調合で使用されるコンクリートやモルタルによる修復もかなり多いと推測されている。

施工現場における断面修復材の現状について小野氏は「断面修復材自体は一般的に広く必要とされ使われています。用途としては、耐震診断におけるコア抜きのための補修といった小さな物から建物の劣化部分を補修する用途まで広く使用され、材料ではセメント系、ポリマーセメント系、樹脂系の3種類。また、それらを使用したコンクリートやモルタル、ペーストといったそれぞれ3種類に分かれており、使用部位の状況によって、かなりの汎用性を持って使用されています。断面修復材の中でもセメントモルタルやコンクリートは単純に改修用として使用されるのではなく、新設の時のジャンカといった不具合が発生した場合に使用されますので、改修用というより新設工事の中に組み込まれた形での使用ということになるかと思えます。どこからどこまでが補修と判断すべきか難しいと思えますが、新設工事の場合は、あえてポリマーセメントを使用することはないと思えます。現場にある材料を使えばいいのですから」と語った。

また、新設時のコンクリート打設におけるマメ板やジャンカといった不具合に対して、「本来は新設時にあってはならないことなのですが、コンクリートが上手く廻らないことは良くあります。最初から気にして打設するような業者なら大きな問題は起きませんが、補修をしたとしてもセメントコンクリートは悲しいかな付着性が良くないので、その場でごまかしても後から問題が起きてくる場合があります。あまり大きな補修でない場合はポリマーセメントで補修したほうが良いです」と、新設時におけるセメントコンクリートの使用量の多さとポリマーセメントの汎用性についても語った。

3. 数多い製品の中から特性を比較して使用する

欠損部を補修する材料にとって、特に重要な特性は寸法安定性と熱膨張係数、弾性係数、透湿性などのほか、長期耐久性能が挙げられる。寸法安定性が低ければ硬化収縮や乾燥収縮が起り、施工面の界面部に空隙が生じて浸水や剥落といった問題が起きる。また、熱膨張率や弾性係数がコンクリート躯体と同程度でなければ、やはり

表2 断面修復用ポリマーセメントモルタルの品質基準(案)

項目	基準値	
曲げ強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	6.0(61)以上	
圧縮強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	20.0(204)以上	
付着強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	標準時	1.0(10)以上
	湿冷繰返し後	1.0(10)以上
透水量 (g)	20.0以下	
吸水量 (ml/hr)	0.5以下	
長さ変化 (%)	0.15以下	

表3 断面修復用軽量エポキシ樹脂モルタルの品質基準(案)

項目	基準値	
	一般用	冬用
曲げ強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	10.0(102)以上	
圧縮強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	20.0(204)以上	
付着強さ (N/mm ²) (kgf/cm ²)	20℃	1.0(10)以上
	5℃	—
	湿冷繰返し後	1.0(10)以上
透水性 (ml)	0.5以下	
ひび割れ耐久性	軽量エポキシ樹脂モルタルおよび試験用基板にひび割れが生じないこと	

躯体と補修部との間にひび割れといった問題が生じてしまうためである。断面修復用ポリマーセメントモルタルの品質基準については、日本建築学会の鉄筋コンクリート造建築物耐久性調査・診断および補修指針(案)付録の断面修復用ポリマーセメントモルタルおよび断面修復用軽量エポキシ樹脂モルタルの品質基準(案)(表2、3)や日本建築仕上材工業会規格NSKS-002欠損部補修用ポリマーセメントモルタルに記載されている。

ポリマーの一つの特長として、高い付着性による厚塗りが挙げられる。この点について小野氏は「厚塗りができると言っても限界があります。数センチといっていますが、実際にはダレの問題がありますから層塗りして押えて塗っていきますので、床面ならまだ厚塗りでもいいのですが、天井となると大きな面積の施工は困難となります。これは吹付けでも言えます。また、ダレは施工界面の剥離の問題にも繋がります。見かけは仕上がっていても乾燥後に剥離する場合があります。標準仕様書では数ミリ単位で何層にも塗り重ねることが示されていますが、厚塗りが出来て施工が1回で済むといった施工面からの利便性ではなく、ポリマーを使用する本来の目的はその性能にあると思えます。ただ単に厚塗りにするので良いなら、ある程度の厚みに塗って型枠で留めておけ

ば良いわけです。狭い範囲の厚みが必要な施工面において左官工法で行なうといった場合や施工面積が広いので大部分を吹付けで行ってコテで仕上げるといった施工法の選択と材料という関係はありますが、単に厚塗りが可能だからポリマーを使用するという事は邪道な考え方だと思います。これは、施工にかかる費用と材料の費用を比べて、施工にかかる費用が多いから厚みがあった方が良いという経済性比較の話です。ポリマー材料を扱うには、材料管理をある程度しなければなりませんし、熟練した職人も必要です。施工性や経済性だけを考えたらポリマー以外にも様々な方法があります」と、厚塗りが可能と言うだけでポリマーコンクリートを選択するのではなく、トータルな性能で材料を選択する意義を語った。「一番重要なのは、補修箇所に対する施工方法と材料の選択ということです。医者为例えにして説明することが多いのですが、患者さんは個々に症状が違いますので、症状に合わせた処方と薬を出さなければ直りません。建物も同じです。問題の原因に対処する工法と材料を使用しなければ良いものが出来ないのです。一概に断面修復だから、この工法と材料というわけにはいきません。耐震壁の修復に強度の無いモルタルを使用したら大問題になります。ですから、様々な工法や材料の中にポリマーという選択肢があって、その補修材料の中でも比較的汎用性が良く使い勝手の良いものがポリマーであるという事だと思います。ただ、ポリマーも万能ではありません。数多い製品の中から特性を比較して使用していかねばなりません」(表4)

また、近年、ポリマーセメントモルタル製品では、既製品に粉末状の再乳化形粉末樹脂を混入したプレミックス製品の開発がなされており、作業性の向上を図った製品が出揃っている。小野氏は「付着率でいえばポリマーセメントは普通セメントの比ではありません。普通の下地に対しても付着強度が2倍以上はありますから施工面での品質の確保という点でポリマーを使えば、とりあえず安心という部分は大いにあります。また最近ではプレミックス製品が数多くありますので、水で練るだけで使用可能という作業性の良さが一番の利点となっています。驚いたことに、時々、はかりも用意しないでどうやって計っているのか不思議な現場もあります」と、必ずしも現場で配合比率が守られていない事に触れ、「水の配合比を守らなければ、しっかりした品質は当然、発現しません。ただ、実際には施工的に楽なので水

表4 補修方法を検討するための前提条件

検討項目	内容
劣化の原因、要因	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化や不具合の原因は何か。これによって、断面修復の方法や補修材料が変わる。 ・原因が特定できない場合には、推察された要因に対応できるように、方法や材料を選ぶ必要がある。 劣化や不具合と要因との相関関係を明確にしておく。
劣化の進行度	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化が進行しているのか、止まっているのか。
劣化部の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化部の状態が乾燥か、湿潤か、水の流れがあるか。これによって、断面修復の方法や材料が変わる。 ・鉄筋の腐食状況はどうか。腐食の程度によって、腐食部の除去方法や欠損部の充てん方法、残存鉄筋の防錆処理の方法を検討する必要がある。
施工箇所の環境条件	<ul style="list-style-type: none"> ・補修中の温度変化。 ・補修後の温度変化。特に、凍結融解があるか。 ・補修箇所周辺にガスや塩類、酸類が残存するか。 ・紫外線の影響はあるか。 ・補修箇所が気中か、水中か、干渉帯か。これによって施工方法や補修材料が変わる。 ・補修する際に、補修部が湿潤状態か、乾燥状態か。これによって補修材料が変わる。
施工条件	<ul style="list-style-type: none"> ・補修箇所が上向きか、横向きか、下向きか。上向きの場合は充てん材料が垂れ下がることを考慮する。 ・補修時期が寒い時期か、暑い時期か。これによって補修材料の可視時間が変わることや、材料の養生温度に注意して検討する。特に、補修時期が限定されている場合は重要なポイントになる。
補修箇所の外的条件	<ul style="list-style-type: none"> ・補修時に、補修箇所に荷重が作用するか。 ・侵食や摩耗、衝撃による荷重の影響を受けるか。 ・輪荷重や波力による繰返し応力を受けるか。 ・補修部が外的な沈下や荷重などの影響を受けるか。

の配合を多めにするといった使われ方がなされているケースも結構あるのではないかと思います。見栄えだけで実際の中身の品質は分からないですから、そういう使い方をすると数年後には躯体に収縮ひび割れの問題が発生したりします。現場に必要な品質や予測されるリスクを考えて施工方法や材料を選択していくのが本当なのですが、なかなかそういうわけにはいきません」と、現場での問題を指摘する。

「何も考えずに便利に使用できるといったらポリマーコンクリートということになるかと思いますが、もっと付着強度を上げてやろうといったら樹脂系のものがあります。樹脂系モルタルは、コストの面で高いのと施工者の技術が必要な点に問題があります。使う面積が少ないのであれば使用するといったところでしょうか。選択というプロセスの中でポリマーという材料は、様々な面

表5 断面修復に使用する材料と施工方法

結合材料	材 料	適用対象		施工方法	
		大断面	小断面	充てん工法	型枠の有無
セメント	ポルトランドセメントモルタル		○	コテ塗り、ドライパッキング法	無
	ポルトランドセメントコンクリート	○		ポンプ圧入 吹き付け	有 無
	無収縮モルタル	○	○	コテ塗り、ドライパッキング法 ポンプ圧入 吹き付け	無 有 無
	無収縮コンクリート	○		ポンプ圧入 吹き付け	有 無
ポリマーセメント	ポリマーセメントモルタル	○ ○ (範囲が広い)	○	コテ塗り、ドライパッキング法 吹き付け	無 無
	ポリマーセメントコンクリート	○		ポンプ圧入 吹き付け	有 無
エポキシ樹脂	エポキシ樹脂		○	注入 注入(プレバッドコンクリート)	無 有
	エポキシ樹脂モルタル		○	コテ塗り 注入(プレバッドコンクリート)	無 有
アクリル樹脂	メチルメタクリレートモルタル		○	コテ塗り	無

で品質管理も容易ですし、施工も難しいわけではない。後々、問題も起こりにくいということで大変に有用な材料といえます。躯体と同程度の品質確保が求められているなら、使用しやすく品質の確保もし易いポリマーを使うのが良いのではないのでしょうか。また、少々の量なら材料の単価も多寡が知れていますから、何回も塗るなどの手間の分だけ、一回で塗ってしまうポリマーを使用したほうが良いということもあります」。

4. 断面修復材の問題点と今後について

最後に小野氏は「問題点と言えば、躯体の補修箇所に対する使用材料や工法を選択といったところでしょうか。なんでもかんでも材料をポリマーにすれば良いという訳ではないですから、弾性係数の問題や圧縮強度を踏まえて施工場所に適した材料と工法を選択をしていただく。そして、しっかりと水配合比を留意していただければ問題ないと思います」と、ポリマーの使用範囲が広いことが利点としながらも安易にポリマーを使用するだけの補修工事ではなく、現場を見極めた補修工法をすべきであると強調した。

平成17年6月に改正建築基準法が施行された。改正建築基準法・同施行令第79条において、鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さが規定されており、その2項では、要求事項に達しない既存不適格建築物の補修に際して、かぶり厚さの低減は認めないが、所定の性能を持ったポリマーセメントモルタルやエポキシ樹脂モルタルはコンクリートと同等以上と考えて使用して良いとされている。今後、こうした補修材にはコンクリートと同程度の耐火性能が要求されるが、ポリマー含有量の高いポリマーセメントモルタルやエポキシ樹脂等は防火上の支障となることが知られているため、性能確認をすることが望ましいとされている。

現在、コンクリートを補修する材料や工法は数多く製品化されている。しかし、コンクリートの劣化状況の目安や診断技術、ライフサイクルコストの技術が十分には確立していない。今後は、そういったデータの蓄積が必要であるのと同時に、施工者にとって使用しやすい補修材料がより求められてくる。地球環境問題の面からも数多い建築ストックのリニューアルや延命化が求められていくなか、断面修復材のニーズも更に高まっていくとみられている。