

比較表 ASR② 内部圧入工 【残存膨張量が有害な場合】

※概算工事費は直接工事費を示す

シナリオ	再劣化と再補修を繰り返す維持管理シナリオ			再劣化を許容しない維持管理シナリオ
比較案	第1案 表面被覆工(柔軟型厚膜被覆) + ひび割れ注入工(エポキシ樹脂系)	第2案 表面含浸工(シラン系) + ひび割れ注入工(エポキシ樹脂系)	第3案 表面含浸工(亜硝酸リチウム) + ひび割れ注入工(超微粒子セメント系)	第4案 内部圧入工(亜硝酸リチウム) + ひび割れ注入工(超微粒子セメント系)
概念図				
工法概要	<p>【目的】 ・外部からの水分浸入の抑制</p> <p>【概要】 ・ひび割れ注入工法にてひび割れを閉塞した後、コンクリート表面に表面被覆材を塗布し、外部からの水分浸入を抑制する。 ・補修後も ASR 膨張がさらに進行することを想定し、使用材料にはひび割れ追従性を有する表面被覆材(柔軟型厚膜被覆材)およびひび割れ注入材(エポキシ樹脂 3 種)を使用する。</p> <p>【施工手順】 ・幅 0.2mm 以上のひび割れに対し、ひび割れ追従性のあるひび割れ注入材(エポキシ樹脂3種)を注入する。 ・コンクリート表面を高圧洗浄ケレンによる下地処理を行った後、コンクリート表面にプライマーを塗布し、その上から柔軟性のある表面被覆材(柔軟型厚膜被覆材)を塗布する。</p>	<p>【目的】 ・外部からの水分浸入の抑制</p> <p>【概要】 ・ひび割れ注入工法にてひび割れを閉塞した後、コンクリート表面に撥水系(シラン系)表面含浸材を塗布含浸させる。 ・これにより、外部からの水分浸入を抑制する。 ・補修後も ASR 膨張がさらに進行することを想定し、ひび割れ注入材にはひび割れ追従性を有するエポキシ樹脂 3 種を使用する。</p> <p>【施工手順】 ・幅 0.2mm 以上のひび割れに対し、ひび割れ追従性のあるひび割れ注入材(エポキシ樹脂3種)を注入する。 ・コンクリート表面を高圧洗浄ケレンによる下地処理を行った後、コンクリート表面に撥水系(シラン系)表面含浸材を塗布し、コンクリート内部へ含浸させる。</p>	<p>【目的】 ・外部からの水分浸入の抑制 ・ASR ゲルの非膨張化(表層部のみ)</p> <p>【概要】 ・ひび割れ注入工法にてひび割れを閉塞し、コンクリート表面に亜硝酸リチウムを塗布含浸させた後、ケイ酸塩系含浸材を塗布する。 ・亜硝酸リチウムは ASR ゲルを非膨張化する効果があるため、亜硝酸リチウムが拡散した範囲のコンクリート表層部は ASR 膨張性が低減される。</p> <p>【施工手順】 ・幅 0.2mm 以上のひび割れに対し、浸透拡散型亜硝酸リチウムを先行注入した後、超微粒子セメント系注入材を注入する。 ・コンクリート表面を高圧洗浄ケレンによる下地処理を行い、コンクリート表面に亜硝酸リチウム系含浸材、ケイ酸塩系含浸材を塗布する。</p>	<p>【目的】 ・ASR ゲルの非膨張化(全体)</p> <p>【概要】 ・ひび割れ注入工法にてひび割れを閉塞した後、コンクリート前面から水平方向にφ20mm の削孔を行い、そこから浸透拡散型亜硝酸リチウムをコンクリート全体に内部圧入する。 ・これにより、コンクリート中にある全ての ASR ゲルを非膨張化し、以後の ASR 進行を根本的に抑制する。</p> <p>【施工手順】 ・0.2mm 以上のひび割れに対し、超微粒子セメント系注入材を注入する。 ・φ20mm の圧入孔を削孔する。 ・油圧式内部圧入装置を用いて、浸透拡散型亜硝酸リチウムをコンクリート全体に内部圧入する。</p>
得失	<p>【長所】 ・外部からの水分浸入を抑制することによって、以後の ASR 膨張の進行を緩和させる。 ・表面含浸材よりも水分遮断性は高い。 ・施工実績は豊富である。 ・施工後は美観性が向上する。</p> <p>【短所】 ・期待されるのはあくまで ASR 進行速度の低減であり、内部の ASR 膨張性は高い状態のまま維持される。 ・過去の施工実績には、表面被覆材の高い遮水性が仇となってコンクリート内部に水分を閉じ込めて ASR を助長し再劣化した事例が多数ある。 ・ASR 膨張を根本的に抑制する工法ではないため、再劣化を前提とした維持管理計画を立案しておく必要がある。 ・再劣化のたびに、圧縮強度や弾性係数の低下が進み、残存耐久性は低下していく。 ・再補修のたびに足場工などの仮設が必要となる。</p>	<p>【長所】 ・外部からの水分浸入を抑制するとともに、内部からの水分逸散を阻害しない。 ・施工後もコンクリート表面の外観を変えないため、以後のモニタリングが可能である。 ・施工費が安価であり、施工性もよく、工期も短い。</p> <p>【短所】 ・期待されるのはあくまで ASR 進行速度の低減であり、内部の ASR 膨張性は高い状態のまま維持される。 ・ASR 膨張を根本的に抑制する工法ではないため、再劣化を前提とした維持管理計画を立案しておく必要がある。 ・再劣化のたびに、圧縮強度や弾性係数の低下が進み、残存耐久性は低下していく。 ・再補修のたびに足場工などの仮設が必要となる。</p>	<p>【長所】 ・ひび割れ注入工、ケイ酸塩系含浸材が外部からの水分浸入を抑制するとともに、各補修材に併用した亜硝酸リチウムがコンクリート表層部の ASR 膨張性を低減させる。 ・施工後もコンクリート表面の外観を変えないため、以後のモニタリングが可能である。 ・亜硝酸リチウムは鉄筋防錆効果も有するため、鉄筋腐食を抑制する効果も期待できる。</p> <p>【短所】 ・亜硝酸リチウムによる ASR 膨張抑制効果は、ひび割れ注入および表面含浸にて拡散した範囲にとどまり、部材深部での ASR 膨張性は高い状態のまま維持される。 ・コンクリート部材深部の ASR 膨張までは抑制できないため、再劣化を前提とした維持管理計画を立案しておく必要がある。 ・再劣化のたびに、圧縮強度や弾性係数の低下が進み、残存耐久性は低下していく。 ・再補修のたびに足場工などの仮設が必要となる。</p>	<p>【長所】 ・亜硝酸リチウムをコンクリート全体に供給することにより、コンクリート内の全ての ASR ゲルを非膨張化することができるため、ASR を根本的に抑制できる。 ・ASR 抑制効果が水分供給の有無に左右されないため、水分供給が完全に遮断できない条件下でも十分に ASR 膨張抑制効果を期待することができる。 ・補修後の ASR 進行がないため、残存耐久性の低下はない。</p> <p>【短所】 ・イニシャルコストだけで比較すると、他工法に比べて高価となる。</p>
イニシャルコスト	表面被覆工 9,800 円/m ² ひび割れ注入工 17,600 円/m ² (ひび割れ密度 2m/m ² とする) 計 27,400 円/m ²	表面含浸工 3,200 円/m ² ひび割れ注入工 17,600 円/m ² (ひび割れ密度 2m/m ² とする) 計 20,800 円/m ²	表面含浸工 4,200 円/m ² ひび割れ注入工 23,000 円/m ² (ひび割れ密度 2m/m ² とする) 計 27,200 円/m ²	内部圧入工 150,000 円/m ² (橋脚はり部材の場合) ひび割れ注入工 23,000 円/m ² (ひび割れ密度 2m/m ² とする) 計 173,000 円/m ²
ライフサイクルコスト(LCC)	・残存供用年数 50 年、補修周期 10 年/回とする ・再補修内容は既設塗膜撤去(6,000 円/m ²)、表面被覆工およびひび割れ注入とする ・仮設工は含んでいない。 27,400 + (27,400 + 6,000) × 4 回 = 161,000 円/m ²	・残存供用年数 50 年、補修周期 10 年/回とする ・再補修内容は表面含浸工およびひび割れ注入とする ・仮設工は含んでいない。 20,800 + 20,800 × 4 回 = 104,000 円/m ²	・残存供用年数 50 年、補修周期 12 年/回とする ・再補修内容は表面含浸工およびひび割れ注入とする ・仮設工は含んでいない。 27,200 + 27,200 × 4 回 = 136,000 円/m ²	・残存供用年数 50 年とする ・再劣化を想定する必要がないため、再補修費用は発生しない ・仮設工は含んでいない。 173,000 円/m ²
総合評価	・水分浸入の抑制により ASR 進行を遅らせることを目指す対処療法的な工法である。 ・コンクリート内部の高い残存膨張性自体を低減することはできないため、本案を適用しても再劣化することを想定する必要がある。 ・さらに、表面被覆材によって ASR を助長する可能性もあり、再劣化までの期間が短くなる可能性もある。	・水分浸入の抑制により ASR 進行を遅らせることを目指す対処療法的な工法である。 ・コンクリート内部の高い残存膨張性自体を低減することはできないため、本案を適用しても再劣化することを想定する必要がある。 ・施工後も外観を変えないためモニタリングは容易であり、再劣化と再補修をくり返す維持管理シナリオとなる。	・第2案と同様に表面含浸工法により水分浸入を抑制する工法ではあるが、補修材料に亜硝酸リチウムを用いることでコンクリート表層部の ASR 膨張性を低減させることができる。 ・根本的な ASR 抑制ではないが、第2案よりも再劣化までの期間を延命することができる。 ・施工後も外観を変えないためモニタリングは容易であり、再劣化と再補修をくり返す維持管理シナリオとなる。	・亜硝酸リチウムの内部圧入工法は、ゲルを非膨張化してコンクリート内部の膨張まで根本的に抑制できる唯一の工法である。 ・補修後の水分供給の有無に補修効果が左右されず、ASR を根本的に抑制することができる。 ・ASR 再劣化を想定しないため、以後の構造物の性能低下が生じない。

