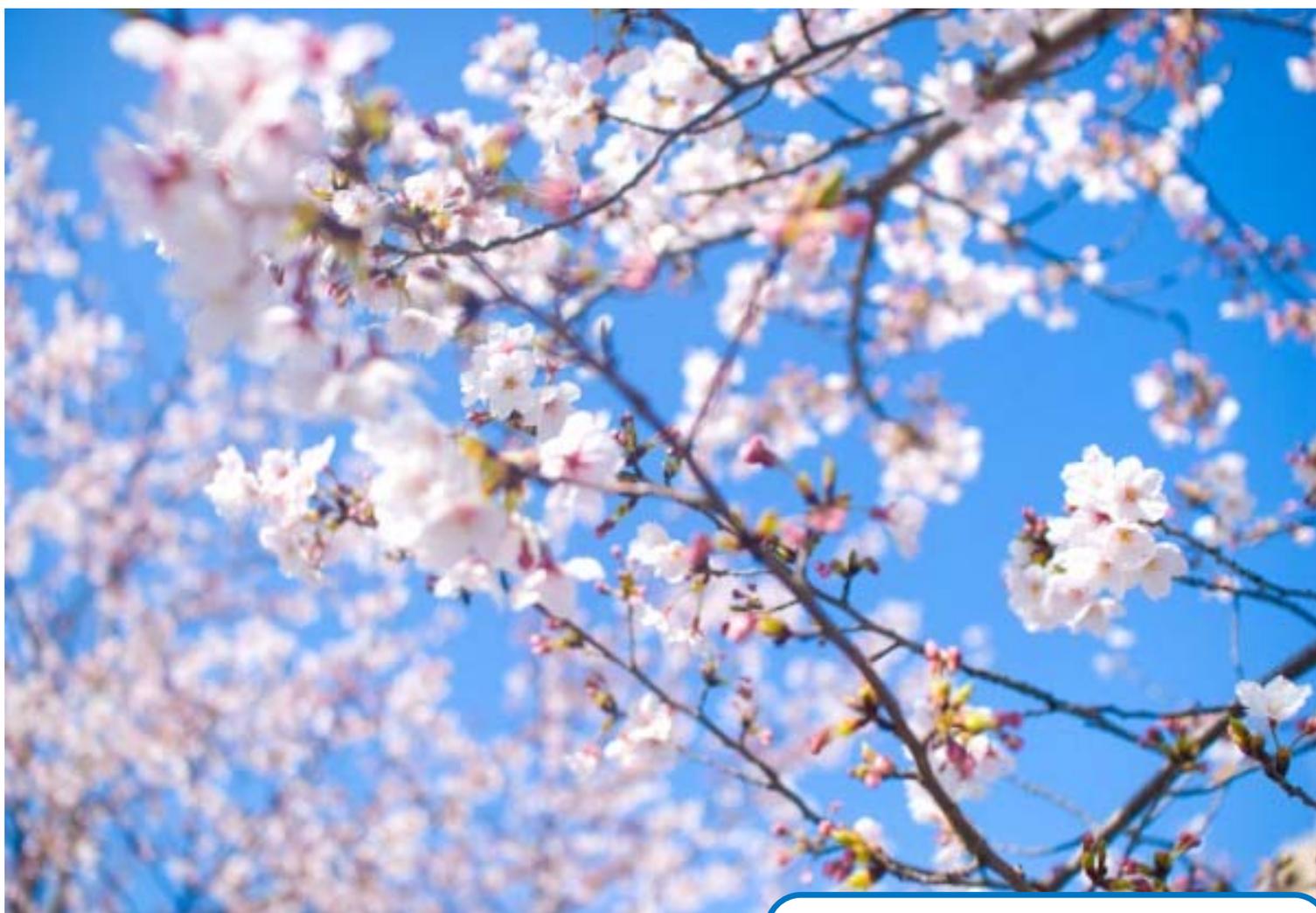


三協Mirai News



2014年春号 No. 5

三協Miraiからお届けする、技術情報ニュースです



- ・シリーズ「歴史」 高流動コンクリート
- ・特集 化学的腐食
- ・技術ニュース JIS A5308 改正の要点
- ・日本のコンクリート構造物

■高流動コンクリートとは

高流動コンクリートは、フレッシュ時の材料分離抵抗性を損なうことなく、流動性を著しく高めたコンクリートと定義されています。

流動性が極めて高いため、コンクリートを型枠へ打ち込む時の振動締固めが不要となるため、「締固め不要コンクリート」、「自己充填コンクリート」などと呼ばれることもあります。

高流動コンクリートの用途としては、振動締固めが困難な箇所や、コンクリートの急速・大量打設、工場製品で振動締固め時の騒音、振動を防止したい場合、また打ち込み作業の省力化やコンクリートの品質向上を図りたい場合などに使用されます。



高流動コンクリートのフレッシュ性状（スランプフロー）

■高流動コンクリートの歴史

高流動コンクリートは、1988年に東京大学の岡村・小澤・前川の各氏がハイパフォーマンスコンクリートとして、世界で初めてプロトタイプを開発したのが始まりです。その後建設会社や材料メーカーにより類似の流動特

性を持つコンクリートが提案・開発されましたが、これらのコンクリートの呼び名については、統一されたものはなく、いろいろな呼び方がされていました。高流動コンクリートという呼称は、1993年に、日本コンクリート工学協会（当時）の「超流動コンクリート研究委員会」が共通呼称として提唱したものです。現在は各種指針類、仕様書などにおいても高流動コンクリートという呼称で統一されています。

高流動コンクリートの施工実績は、現場打設の場合は年間10万 m^3 台で推移していますが、プレキャスト製品などの工場製品では、年間40万 m^3 程度が使用されています。現場打設で使用するコンクリートに占める高流動コンクリートの割合は、0.1～0.2%程度ですが、工場製品に占める割合は、近年2%弱で推移しています。

一方海外では、1995年頃から研究開発や実構造物への適用が行われるようになり、デンマークやオランダ、中国などでの適用が報告されています。



高流動コンクリートによるマットスラブの無人化施工

■高流動コンクリートの種類

高流動コンクリートには、紛体系、増粘剤系、併用系の3つの種類があります。

紛体系の高流動コンクリートは、紛体量を増加（水紛体比の減少）させることにより、適正な材料分離抵抗性を付与し、高性能(AE)減水剤を用いることにより、高い流動性を付与して、所要の自己充填性を発揮させた高流動コンクリートです。

増粘剤系の高流動コンクリートは、紛体ではなく増粘剤により適正な材料分離抵抗性を付与し、所要の自己充填性を発揮させた高流動コンクリートです。

併用系の高流動コンクリートは、基本的に紛体系と同様に、材料分離抵抗性を紛体量の増加によってコンクリートに付与していますが、増粘剤を併用することにより、フレッシュコンクリートの性状のばらつきを小さくし、コンクリートの製造、品質管理を容易にした高流動コンクリートです。

上記3種類の高流動コンクリートの使用量は、紛体系高流動コンクリートが最も多く、併用系高流動コンクリート、増粘剤系高流動コンクリートの順になっています。

近年は鋼管充填コンクリート(CFT)への高流動コンクリートの適用が増えてきています。2010年実績では、鋼管充填コンクリートとして5.8万m³の高流動コンクリートが使用されていますが、ほとんどの場合、紛体系高流動コンクリートが用いられています。

なお、高流動コンクリートには普通、低熱、および中庸熱などの各種ポルトランドセメントや高炉セメントB種など多様なセメントが使用されています。

■高流動コンクリート製造時の留意点

高流動コンクリートは普通コンクリートに比べて、使用材料や材料構成が異なった配（調）合となるため、製造にあたっては以下のような点に留意する必要があります。

・品質

使用材料の品質変動、計量誤差による影響を受けやすいため、厳しい品質管理や製造管理が必要になります。特にわずかな水量の変動でフレッシュコンクリートの性状が変化するため、骨材の表面水率など水量の管理が重要になります。

・練混ぜ

紛体系、併用系の高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べて練混ぜの負荷が大きくなり、練混ぜ性能や効率が低下します。そのため、水平二軸型ミキサーなどの高性能のミキサーの使用と、練り混ぜ性能の確認が必要となります。

・品質管理

フレッシュコンクリートの品質管理としては、スランプフロー試験によるフロー値とフロー時間や、漏斗を用いた流下試験、充填装置を用いた試験などが行われています。そのため、品質管理は普通コンクリートに比べて煩雑になり、試験時間や試験要員の増加などにより、試験時間や試験コストが増加します。

・凝結硬化

高性能(AE)減水剤の使用量が多くなった場合、凝結硬化が遅延する傾向があります。そのような場合には、型枠の取り外し時期などの施工面での注意が必要になります。

・コスト

紛体量の増加や高性能(AE)減水剤や増粘剤などの混和剤の使用による材料費の増加、製造時間や試験コストの増加などにより、普通コンクリートに比べて単価は高くなります。

参考文献：高流動コンクリートの配合設計・施工指針
土木学会、2012年版

特集

化学的腐食

化学的腐食とは

化学的腐食とは、コンクリートが外部からの化学的作用を受けて、セメント硬化体に変質・分解したり、新たな化合物を生成することにより、コンクリートの健全性が損なわれる劣化現象です。セメント硬化体はアルカリ性なので、一般的に酸には弱いのですが、それ以外にもアルカリ類、塩類、油類、腐食性ガスなどによっても腐食作用を受けます。

特に化学的腐食が問題となるのは、温泉地、酸性河川、下水道関連施設、化学工場、食品工場などの構造物です。

化学的腐食のメカニズム

コンクリートの化学的腐食のメカニズムは、腐食物質により以下ようになります。

①酸による化学的腐食

有機酸より無機酸の方が侵食作用は大きく、硫酸、塩酸、硝酸などは侵食作用が激しくなります。

硫酸による劣化機構は、硫酸とセメントの水和生成物である水酸化カルシウムとが反応して二水石膏が生成され、さらに二水石膏からエトリングイトが生成されます。このエトリングイトは硫酸によるpHの低下に伴って、二水石膏に分解(再生成)されます。このように、二水石膏とエトリングイトの生成によりコンクリート組織が弛緩し、さらに二水石膏の再生成によりコンクリート表面から層状にせっこう化が進行していくことにより劣化がすすんでいきます。またセメン

ト硬化体は酸類に溶解するため、セメント硬化体が溶出して、コンクリート組織が破壊されます。

このようなプロセスで表層部のセメント硬化体が軟化し結合力を失うと、セメント硬化体が表層から脱落していきます。さらに進行すると、骨材の露出、欠落が生じてコンクリートがやせ細っていくことになります。

②アルカリによる化学的腐食

コンクリートは本来アルカリ性ですが、濃度の高い水酸化ナトリウム(NaOH)には侵食されます。とくに、乾湿の繰り返しがある場合には、劣化の進行が激しくなります。

③塩類による化学的腐食

塩類による侵食は、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウムなどの硫酸塩が起因物質となります。

硫酸塩劣化は硫酸劣化と同様、二水石膏、エトリングイトが生成されますが、硫酸劣化と異なりpHの低下がないのでエトリングイトから二水石膏への分解(再生成)は生じません。そのため硫酸塩によるコンクリート劣化は、はじめにコンクリート表面に膨張性のひび割れが生じ、エトリングイトの生成に伴って膨張・剥落を繰り返しつつ徐々に進行していきます。

硫酸塩劣化については、上記のような化学的劣化メカニズム以外にも様々な劣化メカニズムが存在することが知られるようになってきました。たとえば1998年にイギリスの高速道路橋脚でソーサイトと呼ばれる硫酸塩鉱物の生成による大規模な劣化が見つかって

います。また 2000 年に入ってから、硫酸ナトリウムの結晶化による圧力でコンクリートが劣化する、物理的硫酸塩劣化が報告されています。

硫酸塩以外の無機塩によるコンクリートの侵食は、硫酸塩ほどは激しくはありません。

④油類による化学的腐食

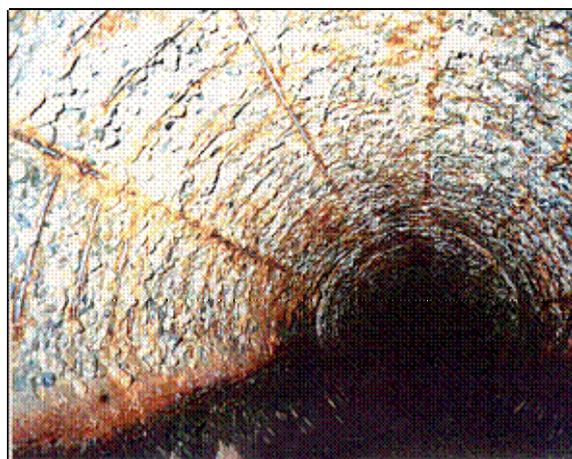
動植物性油のように遊離脂肪酸を含有する場合には、酸として作用しコンクリートを侵食する場合があります。酸性物質を含まない鉱物油は、コンクリートをほとんど侵食しません。

⑤腐食性ガスによる化学的腐食

腐食性ガスの、塩化水素やフッ化水素、二酸化硫黄は水に溶けて酸を生成し、コンクリートを侵食します。

硫化水素は、水に溶け込んだ状態で好気性細菌である硫黄酸化細菌が作用すると、酸化されて硫酸を生成しコンクリートを侵食します。また、カルシウム化合物と反応して易溶性のカルシウム塩を生成して、コンクリートを侵食する場合があります。

下水道施設の硫酸劣化は、下水中の硫酸イオンが嫌気性細菌によって硫化水素となり、上記作用によって硫酸が生成されたことによる侵食です。



下水道施設の硫酸劣化

化学的腐食を受けたコンクリート 構造物の補修

化学的侵食に対する補修対策は、一般的に、劣化部除去、鉄筋の防錆処理・補強、断面修復、防食の4段階があります。

①劣化部除去

劣化部の除去方法にはブラスト処理、高圧水処理などがありますが、近年では 150MPa 以上の超高压水による除去が、多く使われるようになってきています。

②鉄筋の防錆処理・補強

鉄筋の防錆処理は、はじめに鉄筋周囲のコンクリートを除去し鉄筋を露出させます。次に鉄筋の錆を取り除き防錆処理を行います。防錆材としてはポリマーセメント系のものが多く使われています。

鉄筋腐食が激しく、鉄筋の断面欠損が大きい場合は、補強鉄筋や溶接金網などで補強を行います。

③断面修復

断面修復にはポリマーセメントモルタルが多く用いられています。ポリマーセメントモルタルには防錆材を添加したものや、塩化物イオンやアルカリ金属イオンを吸着する特殊混和材を添加したものも開発されています。また下水道施設に用いられる断面修復材として抗菌材を添加した抗菌モルタルも開発されています。工法としては、左官工法、型枠を用いた注入工法、吹付け工法などがあります。

④防食

劣化環境が軽度の場合は、水密性向上のための無機系材料の塗布などが行われています。

劣化環境が厳しい場合には、有機系材料による表面被覆工法が用いられています。表面被覆の方法としては、塗布型ライニング工法とシートライニング工法の2種類があります。

「JIS A5308 レディーミクストコンクリート」改正の要点

「JIS A5308 レディーミクストコンクリート」が5年ぶりに改正され、2014年3月に公示されました。主な改正の要点をお知らせします。

(1) 骨材の貯蔵設備は、「日常管理ができる範囲内に設置し」と規定された。

(2) 「回収骨材の取り扱い」の規定の追加。

- ・回収骨材は、戻りコンクリート並びにレディーミクストコンクリート工場において、運搬車、プラントのミキサ、ホッパなどに付着および残留したフレッシュコンクリートを、清水又は回収水で洗浄し、粗骨材と細骨材に分別して取り出したものを用いる。
- ・戻りコンクリートは、出荷したレディーミクストコンクリートのうち、購入者の事情で不要となったもの又は購入者の品質要求に適合しないもの、荷卸し時に残ったもの、もしくは運搬車のドラムに付着したもので、自工場に持ち帰ったものを対象とする。
- ・回収骨材は、普通コンクリート、舗装コンクリートおよび高強度コンクリートから回収した骨材を用いる。回収骨材は、JIS A1103 による微粒分量が未使用の骨材（新骨材）の微粒分量を超えてはならない。
- ・新骨材と粒度の著しく異なる普通骨材、及び軽量骨材、重量骨材などの密度が著しく異なる骨材、再生骨材を含むフレッシュコンクリートからの回収骨材は用いない。
- ・軽量コンクリート、高強度コンクリートには回収骨材を用いない。
- ・回収骨材の使用量は、粗骨材、細骨材のそれぞれの新骨材と回収骨材とを合計した全使用量に対する回収骨材の使用量の質量分率である置換率として表す。
- ・回収骨材の新骨材への添加は、細・粗骨材の目標回収骨材置換率の上限がそれぞれ5%以下となるように、一定期間ごとに管理、記録する。そして、表10の回収骨材の使用方法の欄に“A方法”と記入し、表11の回収骨材置換率の欄には“5%以下”と記入する。
- ・回収骨材を専用の設備で貯蔵、運搬、計量して用いる場合は、細・粗骨材の目標回収骨材置換率の上限をそれぞれ20%とすることができる。この場合、回収骨材の計量値はバッチごとに管理、記録する。なお、計量は、他の新骨材との累加計量でもよい。そして、表10の回収骨材の使用方法の欄に“B方法”と記入し、表11の回収骨材置換率の欄には、配合の種別による骨材の単位量から求めた回収骨材置換率を記入する。

(3) 表10-配合計画書、表11-納入書関連

- ・スラッジ固形分率を1%未満で使用する場合には、表10、表11に“1%未満”と記入する。
- ・空気量調整剤は、記入不要である旨明記。

(4) 表12-リサイクル材、に高炉スラグ微粉末、シリカフェームを追加。

(5) 附属書Cのスラッジ水関連

- ・スラッジ固形分率を1%未満で使用する場合には、スラッジ水は練混ぜ水の全量に使用する。
- ・スラッジ固形分率を1%未満で使用する場合は、バッチ濃度調整方法による。

日本のコンクリート構造物

現存する日本最古の駅舎 ー旧長浜駅舎ー

滋賀県長浜市にある旧長浜駅舎は 1882 年（明治 15 年）に完成した、現存する日本最古の駅舎です。構造は木骨構造の無筋コンクリート造り 2 階建てで、壁の厚さは 50cm あります。四隅の角は花崗岩の切石を積み、窓枠と出入り口はレンガを使っています。1 階は駅事務所と待合室、2 階には敦賀線の管理を扱った鉄道事務部門がありました。1958 年（昭和 33 年）に第一回鉄道記念物に指定され、1962 年（昭和 37 年）に修理と補強を受けて、1983 年（昭和 58 年）から鉄道資料館として一般に公開されています。



旧長浜駅舎



駅長室



改札口



1・2 等待合室

三協M i r a i 株式会社

本 社	〒105-0013	東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル) Tel. 03(3431)8266/Fax. 03(3434)5422
大阪支店	〒532-0011	大阪市淀川区西中島 4-11-21 (新大阪コパービル) Tel. 06(6885)7575/Fax. 06(6885)7581
仙台営業所	〒980-0023	仙台市青葉区北目町 2-39 (東北中心ビル) Tel. 022(266)4662/Fax. 022(266)4663
福岡営業所	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東 2-4-17 (第六岡部ビル) Tel. 092(481)3265/Fax. 092(481)3266



発行 三協M i r a i 株式会社
東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル)
U R L : <http://www.sankyomirai.co.jp>