

三協Mirai News



2013年秋号 No. 3

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」 骨材
- 特集 塩害
- 技術ニュース 関連JISの動向
- 日本のコンクリート構造物

骨材

■骨材の種類

骨材はコンクリートを構成する主要な材料です。体積で見るとコンクリートの70%程度を骨材が占めていることとなります。骨材にはいろいろな種類があります。たとえば大きさを分類すると、粗骨材と細骨材に分けることができます。

粗骨材：径が5mm以上のものが重量で85%以上含まれる骨材

細骨材：10mmふるいをすべて通過し、5mm以下のものが重量で85%以上含まれる骨材

次に採取場所や製造方法で分類すると、天然骨材としては、川砂、川砂利、山砂、山砂利、陸砂、陸砂利、海砂、天然軽量骨材などがあります。



上段：砂利 下段：砕石

また人工骨材としては、岩石や玉石をクラッシャーで砕いた砕石、砕砂、熔融状態のス

ラグから作られるスラグ骨材、フライアッシュなどを高温焼成した人工軽量骨材などがあります。



人工軽量骨材

■骨材の歴史

ここでは、日本における骨材の歴史について述べていきたいと思えます。

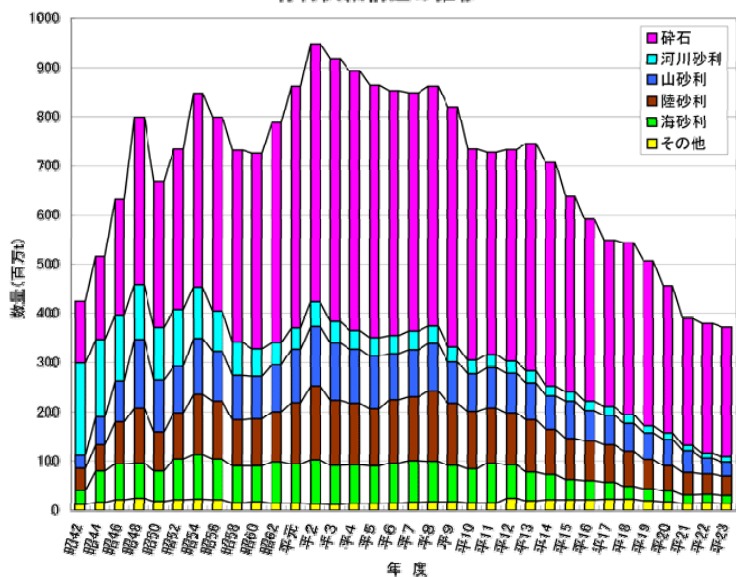
日本でコンクリートが本格的に広く使われるようになったのは、第2次大戦後の復興期からです。当初は全国各地で河川砂利が採取され骨材として用いられていました。1964年の東京オリンピックの前後に河川砂利の採取はピークを迎えます。

しかし高度経済成長に伴い河川砂利の過剰採取が問題となり、河川砂利の採取が規制されるようになりました。そのため1965年以降は河川砂利の代替資源の開発が進められるようになりました。

代替資源としては、河川周辺の田畑の下から採取される「陸砂利」、山を崩して採取される「山砂利」、海底から採取される「海砂利」、硬質岩石を採取して製造される「砕石・砕砂」などが使用されるようになってきました。その後、骨材として砕石の占める割合は増え、

つづけ、現在では骨材の6割以上が砕石となっています。骨材の年間使用量は1990年に9億5,000万トンとピークに達しましたが、バブル経済の崩壊とともに骨材需要は減少するようになってきます。近年の骨材使用量は2011年で3億7,000万トンと最盛時の40%程度に落ち込んでいます。

骨材供給構造の推移



■人工骨材

天然骨材の供給量の減少に伴い、代替資源として人工骨材が使用されるようになりました。砕石、砕砂以外にも、環境保全や資源の有効利用の観点から、産業副産物であるスラグの骨材への利用や、再生骨材の利用が推進されるようになりました。それらのうちJISが制定されている骨材についてご紹介します。

・高炉スラグ骨材 (JIS A 5011-1)

鉄鉱石から銑鉄を製錬採取する際の副産物である高炉スラグを骨材として用いるもの。溶融状態のスラグを水や空気などによって急冷したものが細骨材で、徐冷したものが粗骨材。

・フェロニッケルスラグ骨材 (JIS A 5011-2)

ニッケル鉱石などからフェロニッケルを製

錬採取する際の副産物であるフェロニッケルスラグを骨材として用いるもの。溶融スラグを徐冷あるいは、水や空気などによって急冷したもの。細骨材だけが規定されている。

・銅スラグ骨材 (JIS A 5011-3)

銅鉱石などから銅を製錬採取する際の副産物である銅スラグを骨材として用いるもの。溶融スラグを水で急冷したもの。細骨材だけが規定されている。

・電気炉酸化スラグ骨材 (JIS A 5011-4)

鉄スクラップを電気炉で溶解精錬して鋼を製造する際の副産物である電気炉酸化スラグを骨材として用いるもの。酸化スラグを徐冷したものが粗骨材。徐冷あるいは、水や空気などによって急冷したものが細骨材。

・構造用軽量コンクリート骨材 (JIS A 5002)

JIS A 5002では、天然、人工、副産の各軽量骨材について規定している。人工軽量骨材は膨張頁岩、膨張粘土、膨張スレート、フライアッシュを原料として、高温焼成・発泡させて作ったもの。

「JASS 5 鉄筋コンクリート工事」では、軽量コンクリートに使用する人工軽量骨材は、JIS A 5002に適合し、かつ「JASS 5 M-201 人工軽量骨材の性能判定基準」に適合したものをを使用することとしている。日本で製造・使用されている膨張頁岩系人工軽量骨材は2銘柄あるが、いずれも規定に適合するものである。

・コンクリート用再生骨材 (JIS A 5021)

建造物の解体などによって発生したコンクリート塊に対し、破碎、摩砕、分級などの処理を行って製造した骨材。リサイクル製品と位置づけられることから、公共工事では使用が奨励されている。

※上記4つのスラグ骨材と再生骨材はグリーン購入法の調達品目となっています。

特集

塩

害

塩害とは

塩害とは、コンクリート中の塩化物イオンの作用により鋼材が腐食し、その膨張圧力でコンクリートに損傷を与える現象をいいます。

塩化物イオンがコンクリート中に侵入する原因には、次の2つの場合があります。

- ① 内在塩分：コンクリート製造時に、除塩されていない海砂や塩化物を含む材料を用いることでコンクリートに混入する。
- ② 外部からの塩分浸入：飛来塩化物や凍結防止剤などによってコンクリート表面から侵入する。

塩害のメカニズム

塩害は次のようなメカニズムで発生します。

- ①コンクリート内部は一般にPhが12以上の高アルカリである。鋼材は、高アルカリ環境下で表面に不動態被膜を形成し、腐食しにくい状態におかれている。
- ②塩化物イオンがある濃度に達すると、不動態被膜が破壊される。通常、鋼材の腐食が発生する限界塩化物イオン濃度は $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ が目安となる。
- ③不動態被膜が破壊されると、鉄イオンと水酸化イオンが生成される。
- ④鉄イオンと水酸化イオンが反応して水酸化第一鉄が生成され、腐食が始まる。
- ⑤腐食が進むと、鋼材は2～4倍の体積膨張を起こすため、その膨張圧力で、コンクリートにひび割れ、剥離・剥落の損傷が生じ、これによって鉄筋腐食がさらに促進される。

⑥塩害による鋼材腐食は、中性化による全面腐食とは異なり、局部的に激しく腐食する部分が形成される場合や、腐食の進行が速い場合が多い。

塩害によるコンクリートの劣化

塩害の特徴的な劣化形態は、鉄筋に沿ったひび割れ、錆汁、かぶりコンクリートの剥離剥落が一般的です。塩害劣化は、潜伏期→進展期→加速期→劣化期の順に進行します。

潜伏期はかぶり部分の塩化物イオン濃度が腐食発生限界濃度に達するまでの期間をいいます。進展期になると鋼材の腐食が始まります。鋼材の腐食が進み、腐食ひび割れが発生すると加速期に移行します。さらに腐食ひび割れが多数発生し、コンクリートの剥離・剥落がみられるようになると劣化期になります。劣化期では部材の耐荷力やじん性、剛性の低下が顕著になります。



加速期の塩害劣化



劣化期の激しい劣化

塩害劣化の補修・補強方法

塩害により損傷を受けたコンクリート構造物の補修・補強は、劣化の進行度に応じて適切な方法を選択する必要があります。標準的な方法としては以下のような工法が用いられます。

①進展期～加速期前期

- ・**表面処理工法**：表面被覆、表面含浸塩化物イオンの侵入を低減する。
- ・**電気化学的防食工法**：電気防食、脱塩鋼材の腐食進行を抑制する。

②加速期後期～劣化期

- ・**断面修復工法**
鋼材の腐食進行を抑制し、耐荷力を向上させる。

③劣化期

- ・**補強工法**：FRP接着、外ケーブル、巻立て、増厚

補修・補強工法については、前回の「アルカリ骨材反応」の特集でも出てきましたので、今回は補修・補強工法について、もう少し詳しく説明したいと思います。

●各種補修・補強工法

・表面被覆工法

表面被覆工法は、樹脂系またはセメント系材料でコンクリート表面を被覆することによ

り、劣化因子の侵入を遮断して耐久性を向上させる工法です。

・電気防食工法

電気防食工法は、コンクリート表面から内部鋼材に向けて直流電流を流して、鋼材の腐食を防ぐ工法です。

・脱塩工法

脱塩工法は、コンクリート中の鋼材に向けて直流電流を8週間程度流し、電気泳動によりコンクリート中の塩化物イオンを外部に排出し、コンクリート中の塩化物イオン濃度を低減させる工法です。

・断面修復工法

断面修復工法は、コンクリートの劣化部分をハツリ除去し、新たな断面修復材でコンクリート断面を復元する工法です。断面修復材はポリマーセメント系のモルタルや樹脂モルタルが用いられますが、大きな断面修復の場合には通常のコンクリートが使用されます。

・FRP接着工法

FRP接着工法は、FRPをコンクリート断面の外側に接着し、既設コンクリートとの一体化を図り、耐荷力を確保する工法です。

・外ケーブル工法

外ケーブル工法は、既存のコンクリート部材の外側に緊張材を配置して、部材にプレストレスを与えることで、曲げおよびせん断補強を行う工法です。

・巻立て工法

巻立て工法は、RC、鋼板、繊維シートなどを既設コンクリート部材の外側に巻立てて、耐荷力やじん性を確保する工法です。

・増厚工法

増厚工法は、既設コンクリート部材の上面または下面にコンクリートを打ち込み、新旧コンクリートを一体化させることにより補強を行う工法です。

関連 J I S の動向

JIS A 5011-1 (コンクリート用スラグ骨材—第1部：高炉スラグ骨材) 改正の要点

2003年版 JIS A 5011-1 が2013年3月21日に改正され、9月20日に経過的処置期間(2003年版によることができる期間)が終了しました。今回は JIS A 5011-1 の技術上重要な改正の要点をお知らせします。

(1) 高炉スラグ粗骨材の水中浸せきおよび紫外線照射の規定の削除

従来は、高炉スラグ粗骨材については、スラグ粗骨材の安定性を評価するために、水中浸漬試験および紫外線照射試験を実施することとなっていた。この規定は欧州の国家規格を参考に規定されたものであるが、これまでの日本国内の製造実績では不合格になったことがないことから、規定が削除された。

(2) 高炉スラグ細骨材の吸水率の規格値の変更

製造技術の改善による高炉スラグ細骨材の品質の向上に伴い、吸水率の規格値を3.5%以下から3.0%以下に変更。

(3) 高炉スラグ骨材の微粒分量規定の追加

2009年に改正された「JIS A 5005 (コンクリート用砕石及び砕砂)」において、微粒分量の規定が見直されたことを考慮し、高炉スラグ骨材についても規定が設けられた。高炉スラグ粗骨材の微粒分量として最大値5.0%、許容差 $\pm 1.0\%$ を規定。高炉スラグ細骨材の微粒分量として最大値7.0%、許容差 $\pm 2.0\%$ を規定。

(4) 高炉スラグ骨材の化学成分分析方法の追加

機器分析方法が高炉スラグ骨材の化学成分分析にも使用できるよう、分析方法を追加。

酸化カルシウムの定量方法としてEDTA滴定法、蛍光X線分析法及びICP発光分光分析法を追加。全硫黄の定量方法として、熱分解—赤外線吸収法、熱分解—よう素酸カリウム滴定法及びICP発光分光分析法を追加。全鉄の定量方法として、1,10-フェナントロリン吸光光度法、蛍光X線分析法及びICP発光分光分析法を追加。

(5) 環境安全品質に関わる規定の追加

日本工業標準調査会標準部会の土木技術専門委員会及び建築技術専門委員会が共同で“建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針 附属書1 コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針”を定めたことから、環境安全品質に関わる基準及び検査方法を規定。

日本のコンクリート構造物

日本最初の鉄筋コンクリート造建築物 —三井物産横浜ビル—

横浜、関内の日本大通りに建つ三井物産横浜ビル1号館は、1911年（明治44年）に竣工した日本で最初の本格的な鉄筋コンクリート造のオフィスビルです。正面向かって右側の2号館は1927年（昭和2年）に増築されています。設計は遠藤於菟（えんどうおと）で、横浜を中心に数多くの建築設計を手掛けた建築家です。大正12年の関東大震災では、内部は焼失したものの建物の被害はほとんどありませんでした。今年で築102年になりますが、現在も現役のオフィスビルとして活躍しています。



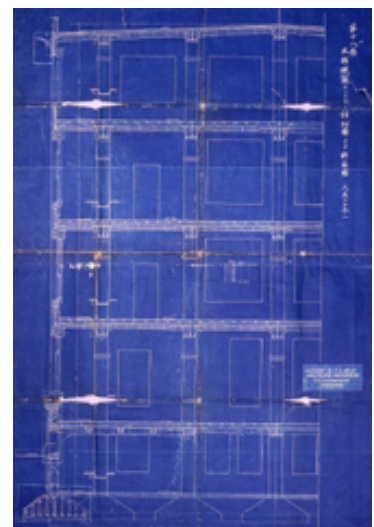
向かって左側が1号館、右側が2号館
鉄筋コンクリート造4階建て、地下1階



1号館



リニューアル後の内部



青焼図面（鉄筋コンクリート詳細図）

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>