

JTCCM JOURNAL

2014.4

建材試験

情報 **Vol.**
50



巻頭言 ————— 橘高義典

Webプログラムを利用した
材料特性の標準試験方法

寄稿 ————— 高巢幸二

循環型社会に向けた浮遊選鉱法による
フライアッシュの改質手法と改質
フライアッシュスラリーコンクリートの実用化

技術レポート — 伊藤嘉則

鋼板と繊維シートで外付補強された
RC造柱のせん断強度と地震応答解析

I n d e x

p1

巻頭言

Webプログラムを利用した材料特性の標準試験方法

／首都大学東京 大学院都市環境科学研究科建築学域 教授 橋高 義典

p2

寄稿

循環型社会に向けた浮遊選鉱法による

フライアッシュの改質手法と改質フライアッシュスラリーコンクリートの実用化

／北九州市立大学 国際環境工学部 教授 高巢 幸二

p9

技術レポート

鋼板と繊維シートで外付補強されたRC造柱のせん断強度と地震応答解析

／構造グループ 統括リーダー代理 伊藤 嘉則

p15

業務案内

天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法のための試験方法について

その1 接合部の試験方法

／中央試験所 副所長 川上 修

p22

試験報告

CFアンカー扇部接着耐力試験

／工事材料試験所 浦和試験室 北村 保之

p24

連載

建物の維持管理＜第16回＞

／(有)studio harappa 代表取締役 村島 正彦

p26

たてもの建材探偵団

重要文化財 旧岩崎邸庭園

／本部事務局 技術担当部長 小林 義憲

p28

規格基準紹介

JIS A 5430 (繊維強化セメント板)の改正について

／経営企画部 調査研究課 主幹 室星 しおり

p31

コンクリートの基礎講座

Ⅳ 製造・調合編「その2：コンクリートの配(調)合設計」

／工事材料試験所 副所長 真野 孝次

p38

建材試験センターニュース

p42

あとがき・たより

巻頭言

Webプログラムを利用した材料特性の標準試験方法

首都大学東京 大学院都市環境科学研究科建築学域 教授 橘高 義典

近年の数値解析の進歩は著しく、マイクロレベルの分割要素の高速演算により精度の高い推定が可能となっている。例えば、地震に対する構造物の応答解析、コンクリート内部の劣化の連成解析などである。ただし、計算能力の向上だけでは不十分で、インプットする材料構成則の精度も上げる必要がある。そのために、ミクロの視点から本質的な法則を把握するとともに、実現象のデータを基に解析結果との対応がよくなるような構成則を解析的に構築する手法がある。これを逆解析と呼んでいる。

例えば、コンクリートは引張力によって多数のマイクロクラックを生じ破壊するため、マクロな圧縮強度 F_c から構築される材料構成則は現象を反映していない。コンクリートの材料構成則として引張軟化特性が注目され、RILEMにその標準的な試験方法の確立を目的とする委員会 (TC-187) が2001年に立ち上がった。しかしながら、純引張試験方法にするか、逆解析を伴う曲げ試験方法かで意見が分かれ成案を得ていない。純引張は破壊過程で均一引張応力の維持が不可能であり試験自体も難しいこと、逆解析は解析プログラムの使用がネックとなった。

解析プログラムを用いる評価方法は、使用者に限られるため標準試験としては考えにくかったが、昨今はインターネットの普及がめざましくWebを利用したフリープログラムの利用も盛んである。日本コンクリート工学会 (JCI) では、2003年に破壊特性の標準試験法をコンクリート (JCI-S-001) ならびに繊維補強コンクリート (JCI-S-002) を対象に制定した。そこでは曲げ試験結果からの引張軟化曲線の逆解析方法を「参考」として示し、FEM解析のプログラムをWeb上に公開した。最近、ISO/TC71 (コンクリート、鉄筋コンクリート及びプレレストコンクリート) においても、繊維補強材料の試験方法として本法がCD (委員会原案) に採用され成案に向けて検討が始まった。

建築工学のさまざまな解析問題の精度を上げるためには、材料特性の逆解析手法は有力であり、材料の物性試験とともにWebプログラムを利用した評価方法も今後必要になるのではと思う。



循環型社会に向けた浮遊選鉱法によるフライアッシュの改質手法と改質フライアッシュスラリーコンクリートの実用化



北九州市立大学 国際環境工学部 教授 高巢 幸二

1. はじめに

現在の電力供給には、再生可能エネルギー、火力、原子力等があるが、地球環境問題や最近の電力供給事情を鑑みると、再生可能エネルギーに対する期待が最も大きいといえよう。しかしながら、再生可能エネルギーによる供給割合が高まるには時間を要することが予想され、当面は火力発電への依存度が高いと思われる。

ここで火力による発電の中で、石炭火力発電は液化天然ガス発電に次ぐ利用率となっているが、課題の一つに発生する石炭灰の処理がある。図1にフライアッシュの発生過程を示す。我が国の電気事業および一般産業を合わせた石炭灰の発生量は、2004年に初めて1,000万tを超え、2011年度の発生量は1,157万tとなっている¹⁾ (図2)。2009年の統計では、97.4%が有効利用されているものの、その内訳を見ると、全体の63.7%が原材料としてセメント産業に依存している。石炭灰の中でもフライアッシュが高性能なコンクリート用混和材であることが認められているにもかかわらず、単独での利用はセメント混合材に2.32%、コンクリート用混和材に0.52%と、極端に低い利用率に留まっている¹⁾ (図3)。これはフライアッシュの品質安定性に一因があると考えられる。

一方、フライアッシュはJISによりI種からIV種まで分類されており、フライアッシュをコンクリート用混和材として使用する際、その品質を考慮する必要がある。日本建築学会では、フライアッシュをセメントに対して内割置換で使用する場合、I種またはJASS5 M-401²⁾に適合するもの、細骨材の一部として外割置換で使用する場合、II種またはIV種と規定している³⁾。つまり、コンクリート用混和材として使用する場合は、強熱減量が5.0%以下であることが要求されている。これは、フライアッシュ中の未燃炭素含有率が5.0%以上のものはセメントの凝結不良を引き起こす可能性があり、3.0%以上のものは混和剤を吸着し、フレッシュコンクリートの流動性および空気連行の障害とな

り、コンクリートの品質に悪影響を与えることが明らかにされているからである⁴⁾。

また、石炭火力発電所から排出されるフライアッシュの中には、強熱減量が5.0%を超えているが、その他の品質はJIS II種に適合するものも多い。特に、筆者らが複数サンプル調査したところ、発電容量の小さな自社用火力発電で

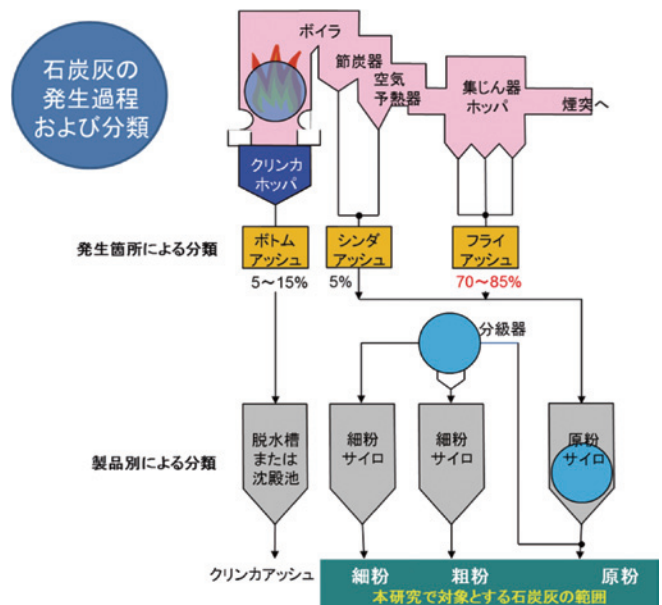


図1 フライアッシュの発生過程¹⁾

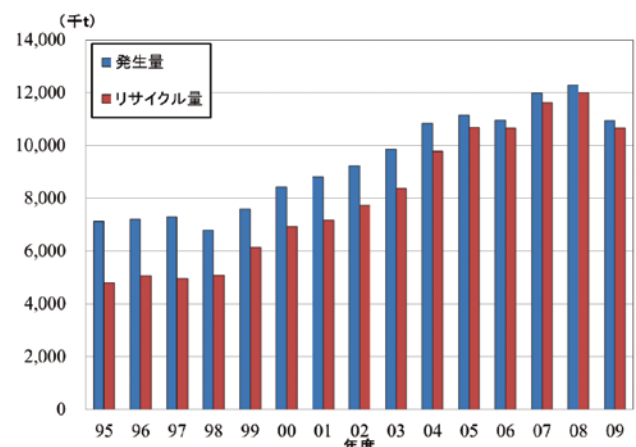


図2 フライアッシュの発生量とリサイクル量¹⁾

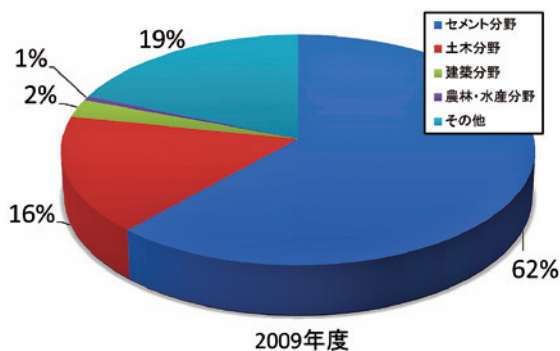


図3 フライアッシュのリサイクル分野¹⁾

の傾向が強いようである。また、強熱減量が5.0%未満のフライアッシュであっても未燃炭素量の少ない方がコンクリートのフレッシュ性状に与える影響が小さくなることが示されている^{5),6)}。そこで、フライアッシュから未燃炭素を除去する技術は、コンクリート用混和材としての有効利用の拡大に寄与できると考えられ、松藤ら⁷⁾は小規模な装置でエネルギー負荷が少ないと予想される新たな手法として浮遊選鉱法に着目し、フライアッシュ中から未燃炭素を除去する手法を試みている。浮遊選鉱法とは、主に石炭の選炭や鉱石の選鉱および古紙の脱墨等に利用されている従来からある技術で、水中で疎水性粒子を泡の表面に付着させて浮上させ、親水性粒子を下部から回収する方法であり、分離の効果を上げるため泡立ちをよくする起泡剤と気泡への付着性をよくする捕集剤が加えられることが多い⁸⁾。

本稿では、フライアッシュ中から未燃炭素を除去する方法として浮遊選鉱法に着目して、実験室装置から実機装置までの開発とスケール効果および実機装置で未燃炭素を除去したフライアッシュを使用したコンクリートの強度性状について紹介するものである。

2. 未燃炭素除去装置のベースモデル開発

(1) ベースモデルの概要

浮遊選鉱法による未燃炭素除去装置のベースモデルを開発した。写真1に装置のベースモデルと渦巻き式循環ポンプ、フロス灰除去の様子を示す。この装置の容量は130Lである。循環ポンプは循環能力が高い渦巻き式循環ポンプを導入した。この機構のポンプは容量10m³以上の実機プラントでも使用可能である。この装置は、マイクロバブル発生装置によるエアレーションにより、水面近くに浮いてくる未燃炭素を多く含んだフライアッシュ（以下フロス灰と呼

ぶ）を取り除き、装置を停止して静置後、底面に沈殿したフライアッシュ（以後テール灰と呼ぶ）を回収する仕組みになっている。また、マイクロバブル発生装置を装置側面下部に偏心させて配置することにより渦流を発生させるようにし、装置上部を円錐形状とした。この渦流によりフロス灰を中心部に引き寄せ、装置上部からオーバーフローさせることで自動的に排出可能となっている。マイクロバブルの気泡径最頻値は約40 μm、ポンプ出力は0.4kW、ポンプ流量は30L/min、最大空気供給量は10L/minで運転した。

(2) 装置の性能検証

表1に示した2カ所の火力発電所から発生したフライアッシュ a 灰, b 灰を使用した。a 灰は JIS Ⅲ種相当であり、b 灰は、JIS に適合していない。

実験手順として、フライアッシュに事前攪拌を実施し、その後、浮遊選鉱を実施した。ここで事前攪拌とは浮遊選鉱を実施する前に濃度約60wt%のフライアッシュスラリーを捕集剤と共に高速ミキサで攪拌するいわば前処理のことである。事前攪拌は、50Lコンクリート用パン型ミキサ（回転数50rpm）によって200分間攪拌した。浮遊選鉱時間は30分とした。添加薬剤には起泡剤としてパイン油、未燃炭素捕集剤として灯油を使用した。薬剤添加率はフライアッシュ質量に対して捕集剤を5.0%、起泡剤を0.3%添加した。

表2に a 灰, b 灰の原灰とテール灰の物性を示す。いずれの灰も原灰に比べテール灰の強熱減量が減少し3.0%以下

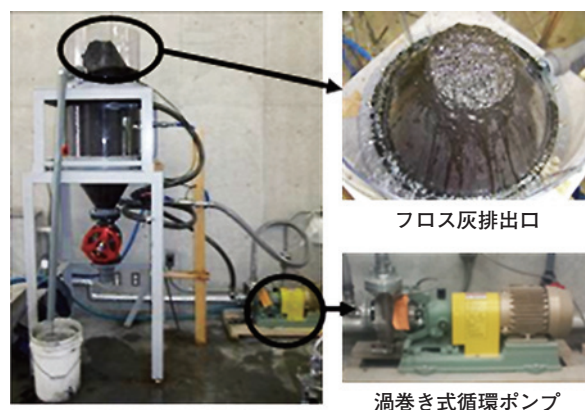


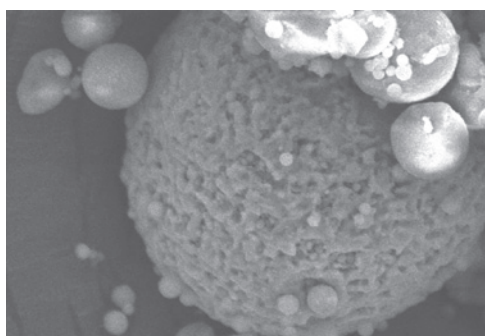
写真1 未燃炭素除去装置のベースモデル¹²⁾

表1 フライアッシュの物性

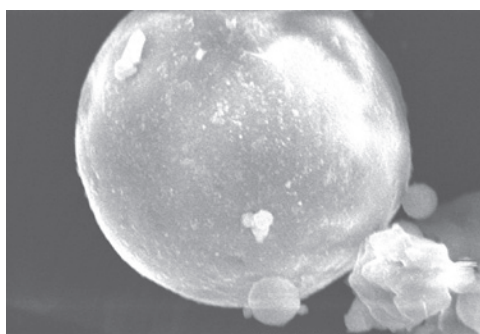
記号	強熱減量 (%)	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
a 灰	7.25	2.30	5560
b 灰	9.85	2.11	6060
c 灰	2.81	2.11	3470
d 灰	3.36	2.26	3280
e 灰	6.63	2.10	5210

表2 原灰とテール灰の物性

灰種		強熱減量(%)	密度(g/cm ³)	比表面積(cm ² /g)
a 灰	原灰	7.25	2.30	5560
	テール灰	2.31	2.31	4660
b 灰	原灰	9.85	2.11	6060
	テール灰	2.88	2.20	4520



(a) 原灰



(b) テール灰

写真2 a 灰のSEM画像の一例

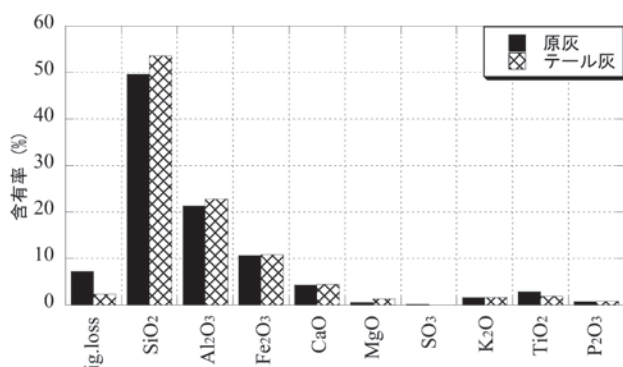


図4 a 灰の原灰とテール灰の化学組成¹²⁾

になり、また、比表面積が減少し密度が増加する傾向を示した。これらは、多孔質で不定形粒子である未燃炭素が除去されたためであると考えられる。写真2にa灰の原灰とテール灰のSEM画像の一例を示す。両者を比較すると原灰にはフライアッシュ粒子に未燃炭素等の付着物が取り付いており、テール灰はフライアッシュ粒子表面から物理的に未燃炭素が除去されていることが確認できる。事前攪拌

を実施すると付着している未燃炭素分をフライアッシュ粒子からあらかじめ引き剥がす効果があると考えられる。

図4に蛍光X線分析によるa灰の化学組成を示す。化学組成の分析は、未燃炭素除去の過程で原灰への化学的な影響の有無を確認するために行ったもので、強熱減量の低下によりテール灰の成分はそれぞれ若干増加傾向を示したが、成分が大きく変動することはなかった。従って本実験の範囲内において開発した浮遊選鉱法による未燃炭素除去装置は、フライアッシュ中の未燃炭素を除去する以外、フライアッシュの物性に影響を及ぼすことは少ないと考えられる。

3. 未燃炭素除去装置の処理条件の検討

(1) 実験概要

ベースモデルを使用して強熱減量の高いフライアッシュから未燃炭素を除去できることを示したが、さらに、事前攪拌時間、浮遊選鉱処理時のフライアッシュスラリー濃度、浮遊選鉱処理時間、薬剤添加率等の最適な処理条件について検討を行った。実験には表1に示すフライアッシュc灰を使用した。c灰はJIS II種相当であるが、条件設定が未燃炭素除去に敏感に影響することを考慮し、強熱減量が比較的小さい原灰を選択した。実験は、はじめに事前攪拌時間および浮遊選鉱処理時間について検討した。フライアッシュスラリーの濃度を約60wt%として50Lコンクリート用パン型ミキサ(回転数50rpm)を使用して事前攪拌を実施し、その後スラリー濃度6.6wt%に調整して浮遊選鉱を実施した。薬剤添加率は前章と同様(フライアッシュ質量に対して捕集剤5.0%、起泡剤0.3%)とした。次に適切な処理時間を確認した後、処理効率を検討するため浮遊選鉱処理時のスラリー濃度を変化させ、最後に薬剤添加率をそれぞれ変化させて実施した。マイクロバブルおよび循環ポンプの運転設定は前章で示した通りとした。

(2) 処理時間

図5(a)に事前攪拌時間60分、180分における浮遊選鉱処理時間60分までの強熱減量の経時変化を示す。浮遊選鉱処理時間経過による強熱減量の変化を見るため30分、60分の各時間に装置を停止させることなくテール灰排出口から少量のテール灰をサンプリングして強熱減量を測定した。事前攪拌時間60分と180分における60分後のテール灰の強熱減量は0.12%の差であり、事前攪拌時間60分と180分による強熱減量低減への影響は小さかった。さらに、浮遊選鉱処理開始から30分の間で、大きな強熱減量の低減を示

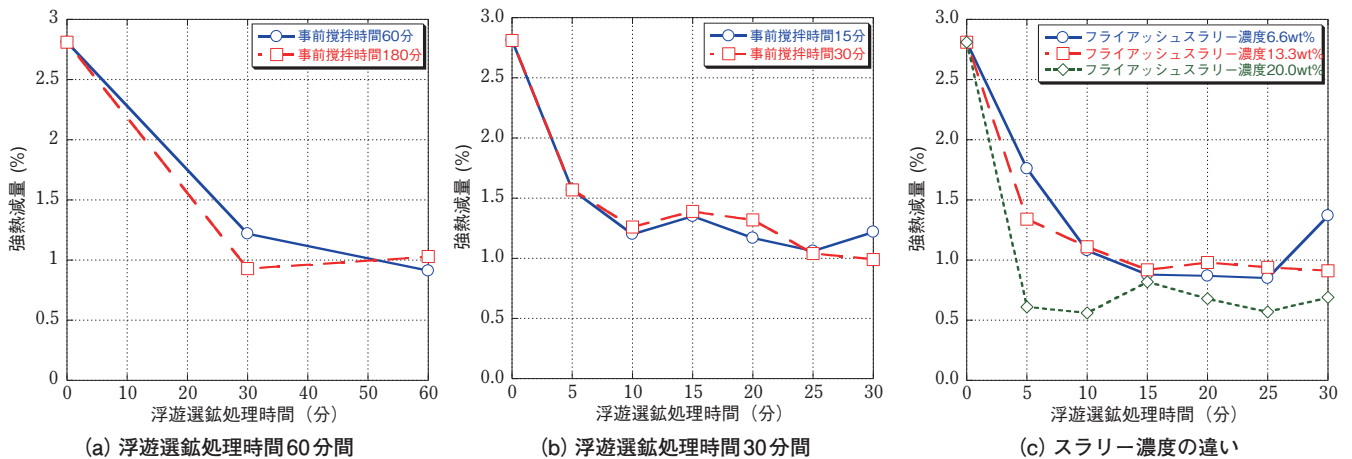


図5 強熱減量の経時変化¹²⁾

した後、60分までは緩やかに変化しました。従って、浮遊選鉱処理時間を30分以下に短縮できることが確認された。

図5 (b) に事前攪拌時間15分、30分における浮遊選鉱処理時間30分までの強熱減量の経時変化を示す。30分までの間における処理効果を確認するため、5分毎に装置を停止することなくテール灰をサンプリングした。浮遊選鉱処理開始から10分までに強熱減量が大きく低減された。また、事前攪拌時間を60分から15分に短縮させても強熱減量を低減できることが分かった。事前攪拌時間15分と30分では、ほとんど違いがなかった。従って、以降の実験では安全率を見込んで事前攪拌時間30分、浮遊選鉱処理時間30分とした。

(3) 装置の処理能力

浮遊選鉱処理を実施する際には、フライアッシュスラリーの濃度を大きくした方が1回の処理効率が上昇すると考えられる。そこで、スラリー濃度を变化させた時の強熱減量の経時変化を検討した。フライアッシュスラリー濃度は6.6wt%、13.3wt%、20.0wt%の3種類とした。図5 (c) にフライアッシュスラリー濃度の違いによる強熱減量の経時変化を示す。フライアッシュスラリー濃度を上昇させても、処理開始から10分までの間で、強熱減量の低減が大きくなり、フライアッシュスラリー濃度20.0wt%の時が最も低くなった。なお、本論では示していないが、スラリー濃度25.0wt%の予備的な実験では、濃度20.0wt%より強熱減量の低減率が悪化した。従って、浮遊選鉱法では、スラリー濃度20.0wt%で処理すると効率的であることがうかがえた。

(4) 薬剤添加率

捕集剤と起泡剤の添加率は処理コストに影響するため、効率の良い条件を検討する必要がある。そこでこれらの混合割合をそれぞれ変化させた計9条件で浮遊選鉱処理を実施した。なお、ここではフライアッシュ試料の関係からフ

ライアッシュスラリー濃度を6.6wt%として実施した。図6に捕集剤5.0%、起泡剤0.3%の条件で処理する場合に必要な薬剤コストを1.0とした各条件の薬剤コスト比と強熱減量の関係を示す。なお、薬剤コストは、実験室用薬剤として捕集剤を18L、起泡剤を1.8L購入したときの単価であり、強熱減量は浮遊選鉱法で30分間処理した時の結果である。図より、強熱減量の管理値を1.0%以下と仮定した場合、捕集剤3.0%、起泡剤0.2%が、最も良い混合割合となる。これは当初の条件に対して、捕集剤は約40%、起泡剤は約33%の低減になる。ただし、強熱減量の管理値によって薬剤添加率が変わるため、運用段階において設定する必要がある。同様な実験を実施することで最適な混合割合を判断できる。また、本実験結果から、捕集剤を3.0%、起泡剤を0.3%添加すると未燃炭素除去効果が高かった。捕集剤添加率が多くなるほど未燃炭素除去効果が高くなるわけではなかったが、起泡剤添加率は多くなるほど未燃炭素除去効果が高くなる傾向を示し、捕集剤と起泡剤の最適な添加率が存在する可能性があると考えられる。

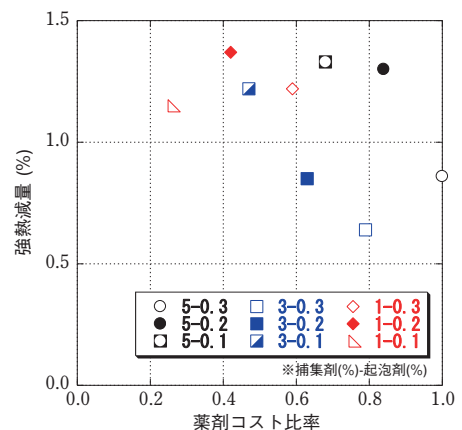


図6 薬剤コストの割合と強熱減量の関係¹²⁾

4. 実機未燃炭素除去装置の開発および性能検証

(1) 実機装置の概要

実験室装置から実機装置へスケールアップしたときの未燃炭素除去効果を確認するため実機装置を製作した。図7に実機装置のフロー、写真3に実機未燃炭素除去装置を示す。実機装置も渦巻き式循環ポンプによりフライアッシュスラリーを循環させ、浮遊選鉱を行う方式であり、上部からフロス灰をオーバーフローさせることで自動的に除去する仕組みになっている。実験室用ベースモデルと同様に、マイクロバブル発生ノズルを装置側面に配置することにより渦流が発生する。実機装置は1回の処理で2tのフライアッシュの処理が可能である。マイクロバブルノズルの規定流量は1250L/min、渦巻き式循環ポンプの能力は300m³/h×15mとした。

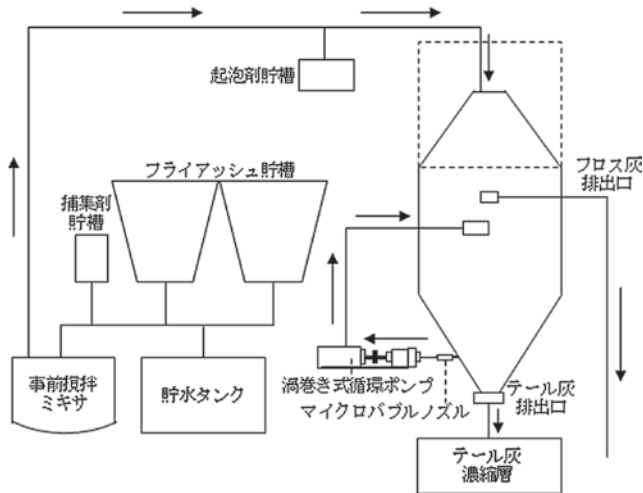


図7 実機未燃除去装置のフロー¹²⁾



写真3 実機未燃除去装置¹²⁾

(2) 実機装置の性能検証

実機装置で使用したフライアッシュは表1に示すd灰とe灰であり、d灰はJIS II種相当、e灰はJIS III種相当である。薬剤添加率はフライアッシュ質量に対して捕集剤5.0%、起泡剤0.3%、事前攪拌時間は180分、浮遊選鉱処理時間は60分に設定し、基礎実験と同様とした。処理中の10分、20分、30分、60分の各時間に、装置を停止させることなくテール灰をサンプリングして強熱減量を測定した。

図8に実機装置におけるテール灰の強熱減量の経時変化を示す。処理開始から10分までの区間で強熱減量が大きく低減し、実験室用ベースモデルと同様の傾向を示した。表3に実機装置によるテール灰の物性を示す。強熱減量は大きな低減を示したが、密度と比表面積に大きな変化はなく実機装置もフライアッシュ中の未燃炭素除去に有効であることが確認された。従って、実験室装置から実機装置にスケールアップ可能であることが確認できた。実機装置によって強熱減量5%を超えるフライアッシュでも強熱減量2%以下に改質可能であり、強熱減量のみで見るとJIS I種相当のフライアッシュに改質できた。

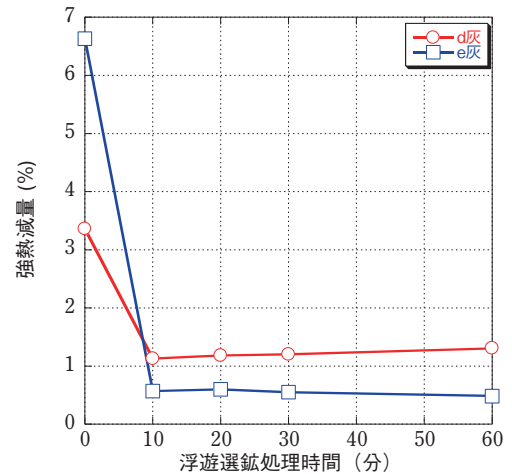


図8 強熱減量の経時変化 (実機装置)

表3 実機装置による原灰とテール灰の物性

灰種		強熱減量 (%)	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
d灰	原灰	3.36	2.26	3280
	テール灰	1.31	2.32	3120
e灰	原灰	6.63	2.10	5210
	テール灰	0.48	2.13	5210

5. 改質フライアッシュスラリーコンクリート

(1) 実験概要

前章でd灰から未燃炭素を除去したテール灰をスラリー状態のまま使用して、コンクリートの強度性状を実験により確認した。

表4に調合およびフレッシュ性状を示す。使用したフライアッシュは、実機装置により未燃炭素を除去した後、濃縮槽に排出して自然沈降法によって目標濃度60.0wt%のフライアッシュスラリーになるように濃縮したものである。ここで、スラリー濃度を60.0wt%にするとコンクリート中の単位水量をすべてフライアッシュスラリーから供給する場合、コンクリート中に混入できる単位フライアッシュの最大値は277kg/m³となる。従ってフライアッシュをコンクリートに230kg/m³程度まで混入するには、スラリーを濃縮して濃度60wt%程度を管理目標とする必要がある。打設時に赤外線水分計により各容器に貯蔵されているスラリーの濃度を測定したところ、濃度59.8～63.2wt%の範囲にあった。

(2) 実験結果および考察

図9に圧縮強度を示す。すべての調合において材齢の経過とともに圧縮強度が増大し、フライアッシュスラリーを外割混合しているので材齢91日時点でフライアッシュ無混合コンクリートより改質フライアッシュスラリー混合コンクリートの方が大きな圧縮強度を示した。圧縮強度は、単位フライアッシュ量が大きくなればより増大する傾向を示し、JIS II種フライアッシュを乾粉で使用したコンクリートと同様の結果であった⁹⁾。従って、浮遊選鉱法によりフライアッシュ中の未燃炭素を除去したフライアッシュをスラリー状態のまま使用しても、本実験の範囲内ではコンクリートの圧縮強度に悪影響を及ぼさないことが確認された。

図10に(C+FA)/Wと圧縮強度の関係を示す。本実験の調合の材齢91日までに於いて(C+FA)/Wと圧縮強度は概ね直線関係を示した。特に材齢28日の決定係数(R²)が最も1.00に近く、直線近傍上にデータが分布していた。従って、未燃炭素の除去処理を実施したフライアッシュスラリーと乾粉のJIS II種フライアッシュを使用した同程度の調合を

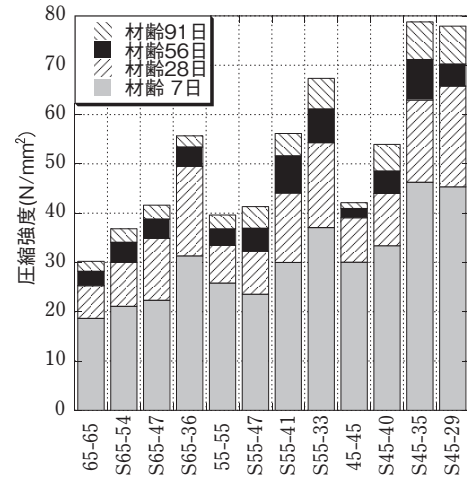


図9 圧縮強度¹²⁾

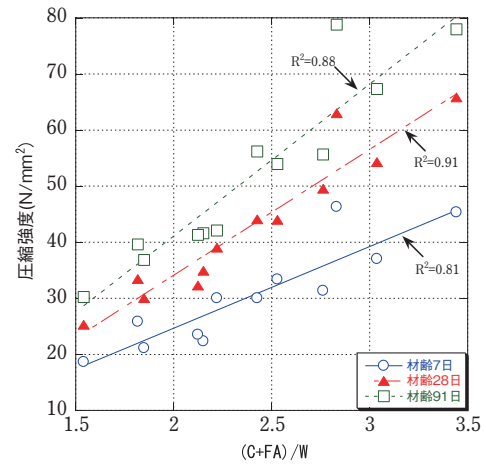


図10 (C+FA)/Wと圧縮強度の関係¹²⁾

表4 改質フライアッシュスラリーコンクリートの調合およびフレッシュ性状¹²⁾

調合記号	W/C (%)	W/(C+FA) (%)	単位質量 (kg/m ³)					混和剤×(C+FA) %			目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	FA	S	G	AE減水剤	高性能減水剤	AE剤				
65-65	65	65	185	285	0	747	1049	0.1 ①	-	0.006 ③	18±2.5	4.5±1.5	18.5	3.0
S65-54		54			57	683	1049	0.1 ①	-	0.018 ③				
S65-47		47			113	699	965	0.2 ①	-	0.06 ④				
S65-36		36			226	643	931	-	0.4 ②	0.005 ⑤				
55-55	55	55	185	336	0	711	1049	0.1 ①	-	0.008 ③	18±2.5	4.5±1.5	19.0	3.7
S55-47		47			57	724	965	0.15 ①	-	0.015 ③				
S55-41		41			113	660	965	-	0.1 ②	-				
S55-33		33			226	604	931	-	0.45 ②	-				
45-45	45	45	185	411	0	727	965	0.2 ①	-	0.01 ③	21±1.5	4.5±1.5	21.0	4.4
S45-40		40			57	663	965	0.3 ①	-	0.005 ③				
S45-35		35			113	671	931	-	0.4 ②	0.004 ⑤				
S45-29		29			226	543	931	-	0.55 ②	-				

スラリー状態のまま使用したコンクリートの圧縮強度は、 $(C+FA)/W$ からある程度推定できる可能性が示された。

これまでに、筆者は本実験の範囲内において、未燃炭素を除去したフライアッシュを外割混合した圧縮強度性状について報告している。そこで乾粉の JIS II 種フライアッシュの実験結果を選定して圧縮強度比較^{9), 10)}を実施した。

図11に圧縮強度の経時変化を示す。使用フライアッシュ、その他の使用材料のロットおよび実験時期が異なるが、フライアッシュスラリーを使用した調合の圧縮強度は乾粉より高くなった。小山ら¹¹⁾はフライアッシュをスラリー化することで、フライアッシュ粒子が均一に分散することによってモルタルフローが向上することを示している。フライアッシュ粒子の均一な分散が、強度寄与の一因をなしている可能性が考えられる。

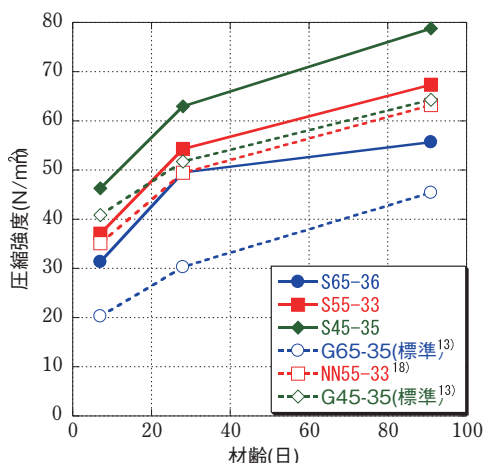


図11 圧縮強度の経時変化¹²⁾

6. おわりに

本稿では、浮遊選鉱法を適用してフライアッシュ中から未燃炭素を除去するための装置を試作して、装置の運転条件を実験的に検討した後、実機装置にスケールアップして未燃炭素を除去したフライアッシュを使用したコンクリートの強度性状を実験的に検証し、改質フライアッシュスラリーコンクリートの実用化の可能性を示した。

現在、福岡市と沖縄市の2社の生コン工場で本プラントを導入し、改質フライアッシュスラリーコンクリートの出荷体制を整えている。今後は、日本各地および世界中から発生する低品質なフライアッシュを改質することによる産業副産物の大量処理と、それを使用した高品質なコンクリートの普及・発展に努めていきたい。

【参考文献】

- 1) 石炭エネルギーセンター-HP：石炭灰の発生状況, <http://www.jcoal.or.jp/coalash/ash01.html>, (参照2014-3-1)
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 鉄筋コンクリート工事 JASS5, p.187, p.672, 2009.4
- 3) 日本建築学会：フライアッシュを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説, pp.29-30, 2007.10
- 4) 環境技術協会・日本フライアッシュ協会：石炭灰ハンドブック, p. II -50, 1995.10
- 5) 田野崎隆雄, 野崎賢二, 谷川公一, 芦谷原知, 真鍋賢治：近年の石炭灰の性状について, 秩父小野田研究報告, 第46巻, 第1冊, 第129号, pp.104-125, 1995
- 6) 須藤由美子, 千歩 修, 鎌田英治：フライアッシュコンクリートのAE剤使用量算定方法の提案, 日本建築学会構造系論文集, No.510, pp.1-6, 1998.8
- 7) 松藤泰典, 磯部敏幸, 小山智幸, 重富光人：石炭灰をコンクリートに大量使用するための安定化処理に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, pp.115-120, 2000
- 8) 三澤忠則：新增補分級・選別, 化学工業社, pp.70-71, 1998
- 9) 高巢幸二, 松藤泰典, 陶山裕樹：フライアッシュを外割大量混合したコンクリートの力学性状と強度推定, 日本コンクリート工学会「混和材を積極的に使用するコンクリート」に関するシンポジウム, pp.13-20, 2011.12
- 10) 菅祐亮, 高巢幸二, 松藤泰典, 陶山裕樹, 小山田英弘：再生骨材MとLを複合混合したコンクリートの諸特性に関する研究 その1 再生骨材の品質による圧縮強度と乾燥収縮の影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.231-232, 2013
- 11) 小山智幸, 松本尚樹, 伊藤是清, 小山田英弘, 松藤泰典：無機粉体スラリーを用いたコンクリートの流動性向上効果に関する研究 スラリーのゼータ電位とコンクリートの流動性に関する検討, 都市・建築学研究 九州大学大学院人間環境学研究院紀要, 第10号, pp.103-109, 2006.7
- 12) 高巢幸二, 陶山裕樹, 小山田英弘：浮遊選鉱法によるフライアッシュ中の未燃炭素除去およびそのフライアッシュスラリーを使用したコンクリートの特性に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, 第79巻, 第697号, pp.331-340, 2014.3

本研究は、平成21～25年度科学技術振興機構研究成果最適展開支援事業「改質フライアッシュコンクリートの製造方法」課題番号AS2113037Bの助成を得て行ったものである。フライアッシュ中の未燃炭素除去における浮遊選鉱法の適用、実験方法および実機装置の開発に関して九州大学・北九州市立大学名誉教授・松藤泰典博士から多くの指導をいただいた。また、本稿は文献12)を再構成したものである。

プロフィール

高巢 幸二 (たかす・こうじ)

北九州市立大学 国際環境工学部 建築デザイン学科
教授 博士 (工学) 一級建築士

専門分野：建築材料・施工学 コンクリート工学

最近の研究テーマ：

浮遊選鉱法による建築材料用フライアッシュの製造およびその応用技術の開発, 再生材料等を使用した高強度コンクリートの開発, 低炭素社会実現へ向けた建築材料の性能考慮型環境影響評価

鋼板と繊維シートで外付補強された RC 造柱のせん断強度と地震応答解析

伊藤 嘉則

1. はじめに

鉄筋コンクリート造（以下、RC造）による学校校舎などを耐震補強する場合、鉄骨ブレースを取り付けた補強が数多く適用されている。この工法により補強を施すと建物の強度が増大するとともに粘りも増した構造体にする事ができ、最も一般的な補強方法となっている。しかし、補強部材となる鉄骨を建物内に設置するため、補強工事中は居室が使用できないなどの問題点がある。また、建物の外周に鉄骨ブレースを組み込むと補強後の外観を損ねることになるが、これを柱のみの補強で済めば景観を変えることなく済む。

そうした中、鉄骨ブレースに変わる耐震補強として、図1に示すように柱の外側一側面に鋼板と繊維シートを貼り付けグラウトモルタルを充填する方法の開発に携わってきた¹⁾。この工法のもととは、写真1(a)にあるように鋼板がL字形に分割されており、これを重ね継ぎ手させる方法となっている。そうした開発実績を踏まえ、平成24年度の国土交通省補助事業の採択を受け、写真1(b)にあるL字形鋼板の端部を折り曲げ加工しリブを設ける改良を施した際の性能向上に関する共同開発に構造グループとして取り組むことになった。本報告は、柱試験体の実験結果を述べるとともに、地震応答解析結果を紹介するものである。

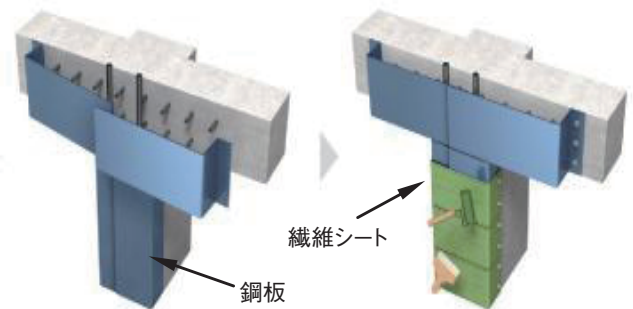
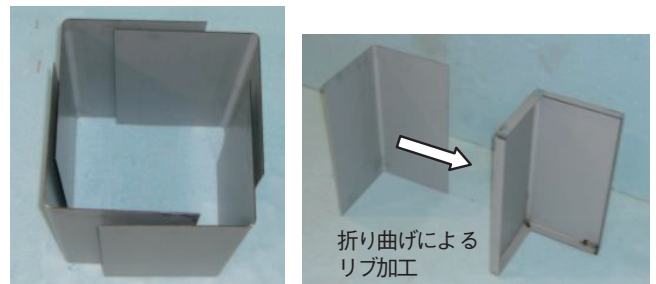


図1 柱の外付け片面補強



(a)重ね継ぎしたL字形鋼板

(b)リブ付きL字形鋼板

写真1 L字形分割鋼板

2. 試験体および実験概要

表1に、試験体一覧を示す。試験体は、鋼板に貼り付ける繊維シートをポリエチレンおよびアラミドとするシリーズIおよびシリーズIIから構成されている。変動要因は、①鋼板のリブ幅（20mm, 30mm）、②鋼板の材質（SE270, SS400）である。これに無補強とした試験体1体（シリーズIII）を含め総計7体とした。

図2に試験体概要を示す。既存RC造を想定した柱は、断面が300mm×300mmおよび高さが600mmである。鉄筋は、主筋12-D19（SD490）および帯筋D10@75（SD295A）を

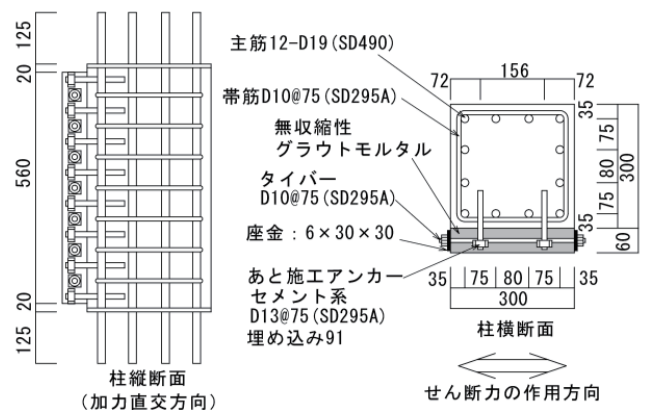


図2 試験体概要 (単位: mm)

表1 試験体概要

試験体	シリーズ	記号	断面		高さ H [mm]	主筋	帯筋	鋼板			繊維シート			
			補強前 B ₁ ×D ₁ [mm]	補強後 B ₂ ×D ₂ [mm]				厚さ t _s [mm]	種類	リブ幅 d _r [mm]	種類など	厚さ t _f [mm]		
I	No.1	300 × 300	360 × 300	600	12-D19 (SD490)	D10@75 (SD295A)	1.6	SE270	20	・種類：ポリエチレン (60トンタイプ) ・巻き数：1層 ・接着剤：エポキシ系	0.266			
	No.2								30					
	No.3								20					
II	No.4								SE270			20	・種類：アラミド (40トンタイプ) ・巻き数：1層 ・接着剤：エポキシ系	0.193
	No.5											30		
	No.6											20		
III	No.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

表2 鉄筋および鋼板の機械的性質

試験体	径 厚さ	降伏強度 [N/mm ²]	ヤング係数 [kN/mm ²]	降伏ひずみ [×10 ⁻⁶]	引張強度 [N/mm ²]	材質	備考
補強	D19	533	186	2866	702	SD490	主筋
	D10	339	175	1937	468	SD295A	帯筋
	D10	358	186	1925	494	SD295A	タイバー
	D13	349	181	1931	481	SD295A	アンカー
	t1.6	238	196	1214	356	SE270	鋼板
無補強	D19	529	191	2770	691	SD490	主筋
	D10	347	182	1907	483	SD295A	帯筋

表3 繊維シートの規格値

種類	目付け量 [g/mm ²]	設計厚さ t _f [mm]	ヤング係数 E _f [kN/mm ²]	引張強度 σ _f [N/mm ²]
ポリエチレン	258	0.266	11.4	2220
アラミド	280	0.193	11.8	2060



写真2 実験実施状況

配筋した。コンクリート設計基準強度はF_c=18 [N/mm²]であり、実験時圧縮強度は23.2～25.3 [N/mm²]の範囲にあった。補強材料は、鋼板が厚さ1.6mmの薄肉材および繊維シートが布状に編み込んだ1方向シートである。なお、鋼板は縦方向にも2分割されており、合計4個の鋼板で構成されている。

補強施工は室外側を想定した柱一側面に鋼板を積層し、これにエポキシ系樹脂を含浸させた幅300mmの繊維シートを鋼板表面に直接貼り付けた後、プレミックスタイプの無収縮性グラウトモルタル60mmを充填した。鋼板および繊維シートの端部は、グラウトモルタル内を貫通させたタイバーで固定してある。既存部柱とグラウトモルタル部間は、文献2の成果をもとに設計した接着系あと施工アンカーで一体化した。表2は素材の引張試験から得られた鉄筋および鋼板の機械的性質、表3は繊維シートの規格値である。

加力は、写真2に示す加力装置を用いて逆対称モーメントによるせん断力を外付け補強部と平行方向に与えた。試験体の加力装置への設置は、柱頭柱脚部から跳ねだした主筋を上下鉄骨に貫通させた後、プレートナット留めにより緊結し

た。載荷は、正負交番繰り返し（変形角R=1.67～66.7×10⁻³rad）とし、同一変形角を1回ずつとする変位漸増タイプである。変形角Rは、柱頭柱脚部に電気式変位計を設置し、その相対変位を測定間高さ500mmで除した値とした。

3. 実験結果

3.1 損傷状況

写真3に実験終了後の損傷状況をシリーズIによる代表例で示す。写真は、補強を施していない既存部面（室内側）を表しており、以下、ひび割れ発生状況の説明は非補強側（室内側）のことを指す。

6体の補強試験体では、Q≒200kNおよびR≒4.5×10⁻³rad付近で斜め45度のせん断ひび割れが発生し、その後も順次ひび割れが拡大し、かぶりコンクリートの剥落を伴いながら写真3の状態に至った。補強側（室外側）は繊維シート表面の接着剤部分に数本のせん断ひび割れの発生が確認された程度である。

これに対して、無補強試験体ではR≒15.0×10⁻³rad前後に生じた部材の対角を結ぶせん断ひび割れの発生とともに脆性破壊を呈した。



写真3 実験終了後の損傷状況

3.2 履歴曲線

図3は、せん断力と変形角の関係による補強試験体及び無補強試験体の比較である。補強試験体は、代表例としてNo.1を示してある。図において、無補強試験体では、正側 $R=15 \times 10^{-3}$ rad時に脆性的なせん断破壊が生じ変形性能に極めて乏しい挙動を示していた。これに対して補強試験体は耐力・変形性状ともに無補強試験体より向上していることが分かる。

これらの傾向において補強試験体の最大耐力に着目し、リブ幅との関係を図4にプロットした。図において、鋼板材質をSE270とした試験体に着目しリブ幅の違いでみると、リブ幅30mmの方が20mmより最大耐力は高い傾向にあった。これをリブ幅20mmとした試験体に着目し鋼板材質の違いでみると、降伏強度が高いSS400の方がSE270より最大耐力は高い傾向にある。

以上から、横リブ部の断面積および降伏強度が高いほど最大耐力は高い値にあり、横リブはせん断抵抗の向上に関与していることが考えられる。なお、繊維種類に関しては、アラミド繊維の方がポリエチレン繊維より幾分高い程度であった。

4. 終局せん断強度の評価

4.1 せん断抵抗機構

RC造部材のせん断抵抗機構を表すモデルに、トラス機構で説明された塑性理論がある³⁾。繊維シートなどを巻きつけた場合は、その膜張力を帯筋と等価なせん断補強量に換算し、これを単純累加する方法が採られている⁴⁾。よって、本工法のせん断抵抗も式(1)で示すように、鋼板横リブ部、鋼板ウェブ部、繊維シートの膜張力と釣り合うコンクリートス

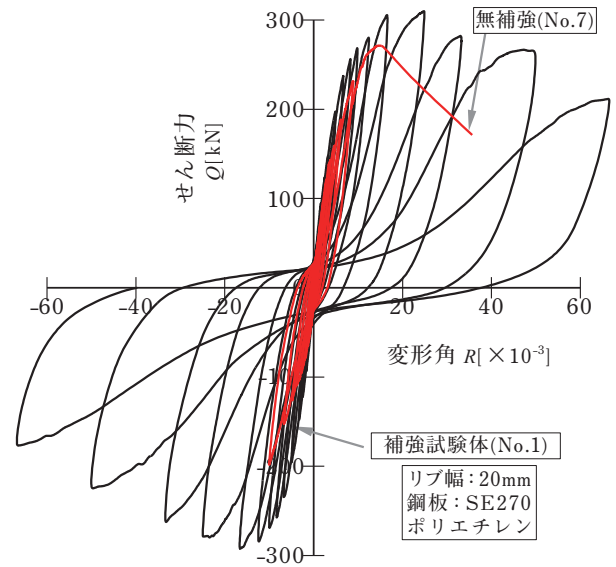


図3 せん断力-変形角曲線 (補強と無補強の比較)

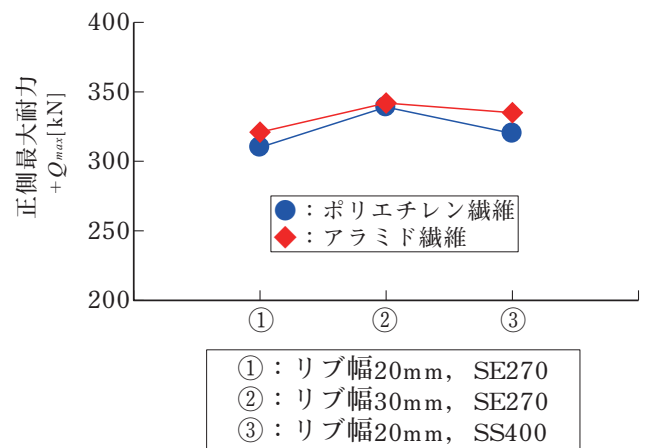


図4 正負最大耐力と各因子の関係

トラットによりトラス機構を形成していることが考えられる。そこで、式(2)で示す終局せん断強度式^{3), 4)}を用いて実験値せん断力を評価してみる。その際、式(1)によるせん断抵抗の累加の妥当性を検証するため、以下、同式中の帯筋降伏強度、鋼板降伏強度および繊維シート引張強度に実験で得られたひずみ測定値から求まる実応力度を代入して検証する。ここで、トラス機構の圧縮束角度は $\cot \phi_t = 1$ を仮定した。

$$P_{wsf} \cdot \sigma_{wsf} = P_w \cdot \sigma_w + P_{sr} \cdot \sigma_s + P_{sw} \cdot \sigma_s + P_f \cdot \sigma_f \quad \dots (1)$$

$$Q_{sfa} = B_2 \cdot j_t \cdot P_{wsf} \cdot \sigma_{wsf} + \frac{1}{2} \tan \theta \cdot (1 - \beta) \cdot B_2 \cdot D \cdot v_c \cdot \sigma_B \quad \dots (2)$$

B_2, D : 補強後の柱幅および柱せい

j_t : 最外縁の主筋間距離

$$\beta = 2P_{wsf} \cdot \sigma_{wsf} / (v_c \cdot \sigma_B), v_c = 0.7 - \sigma_B / 200$$

$$\tan\theta = [(H/D)^2 + 1]^2 - (H/D)$$

H : 内法高さ

P_w, P_{sr}, P_{sw}, P_f : 帯筋, 横リブ部, ウェブ部および繊維シートの補強量

σ_s : 鋼板の降伏強度

σ_f : 繊維の有効引張強度

その他の詳細は文献3, 文献4を参照いただきたい。

4.2 ひずみ実応力度を用いた分析結果

図5に計算値および実験値と変形角の関係を示す。シリーズIによる代表例で示す。ここで、実験値は正側包絡線で最大耐力までを表記した。その際、図中には各補強材の負担率 (Q_w : 帯筋, Q_{sr} : 鋼板横リブ部, Q_{sw} : 鋼板ウェブ部, Q_f : 繊維シート, Q_a : コンクリートなるアーチ機構) も含めて表現してある。

図において、加力初期を無視してみると、計算値は実験値の傾向を概ね捉えることができている。式(1)で示すせん断抵抗の累加性が認められる。よって、本工法の抵抗機構は式(1)の累加で表現でき、そのせん断強度は式(2)を用いて評価可能と判断される。

5. 地震応答解析

本技術開発は、鋼板に施したリブ部によって耐震性を向上させることにある。その際、地震力が作用するとリブ間に動的摩擦力が発現する。この摩擦による減衰性能を検証するため等価粘性減衰定数をまず調べ、次いで地震応答解析を行った。

5.1 等価粘性減衰定数

履歴曲線の半ループから囲まれる面積をもとに等価粘性減衰定数を求めてみた。

$$h_{eq} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\Delta W}{W} \quad (3)$$

ΔW : 履歴半ループがX軸と囲む面積

W : 等価ポテンシャルエネルギー

図6に、等価粘性減衰定数と変形角の関係を示す。図において、せん断破壊した履歴曲線においても初期減衰が0.05程度あった。無補強試験体と比較しても高い値にある上、その後も変形角の進展とともに減衰定数が右上がり増加する傾向にあることが確認できる。

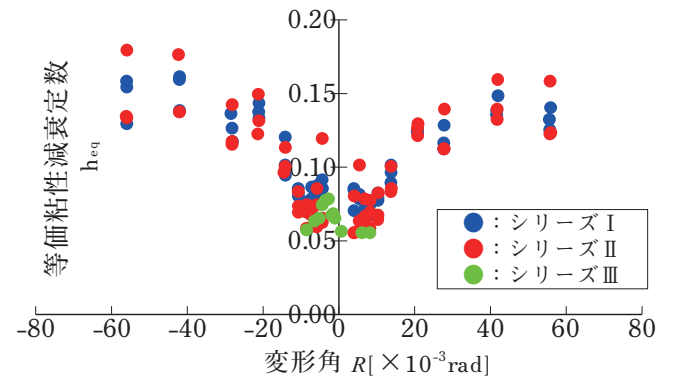


図6 等価粘性減衰定数と変形角の関係

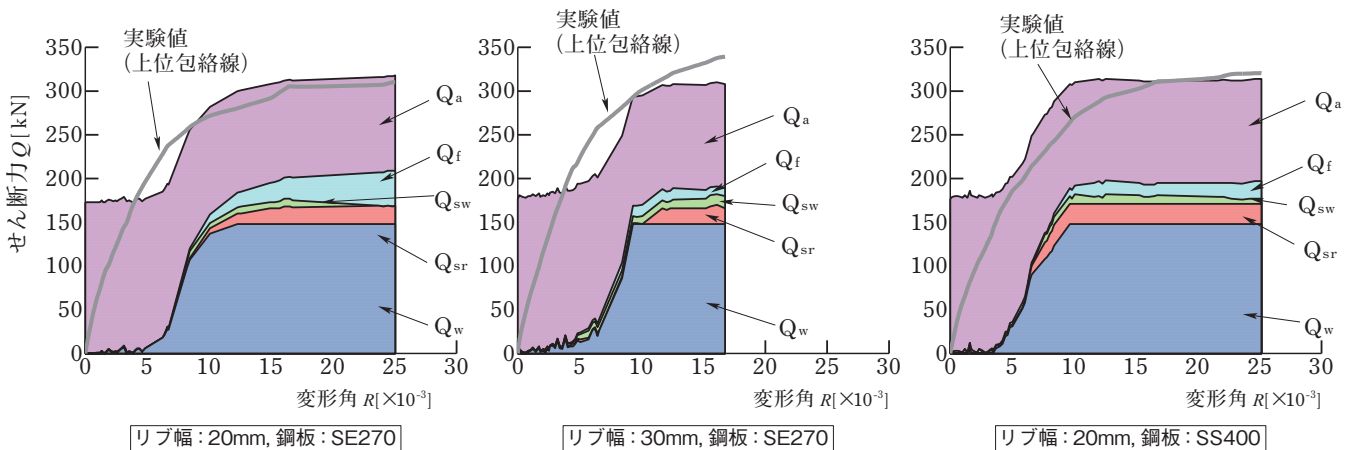


図5 計算値および実験値と変形角の関係 (シリーズIによる代表例)

5.2 地震応答解析

(a) 骨格曲線の設定

本節では、1質点系の地震応答解析を試みる。骨格曲線は、実験で得られた包絡線をトレースしてトリリニア型でモデル化する。その第1折れ点は包絡線が直線的であった $R=1.7 \times 10^{-3}$ rad時、第2折れ点はせん断力が概ね横ばいとなった $R=10 \times 10^{-3}$ rad時、第3折れ点なる限界点は最大耐力から80%まで耐力が低下するときの変形角時とした。

これらは、図7に示したNo.6試験体の代表例にもあるように正負おのおのを求め、全試験体の正負平均値を採ると図8のように定量化される。なお、履歴特性は除荷剛性を $K_{yt}/\sqrt{\mu_{yt}}$ とする剛性低下型とし、建物重量は柱軸力比0.2に相当する440kNを設定した。

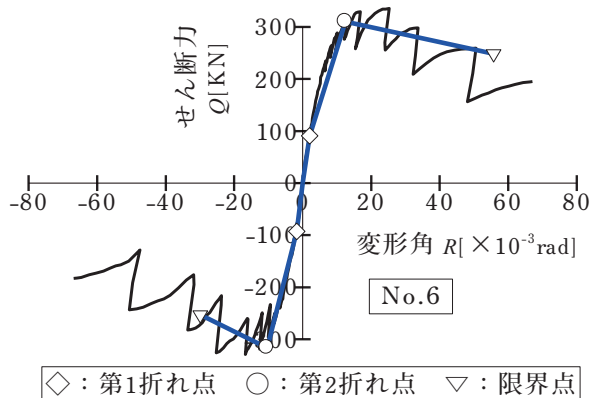


図7 線形化置換された骨格曲線 (試験体 No.6)

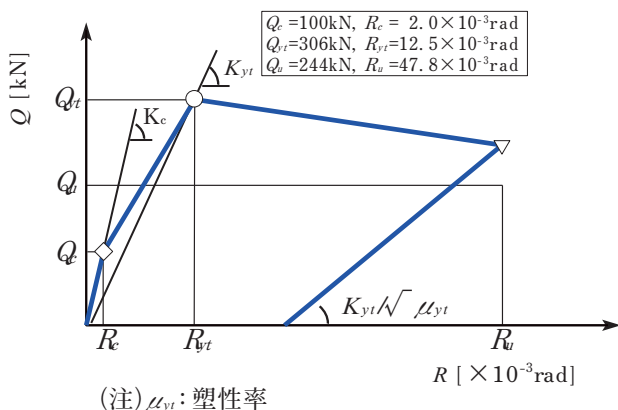


図8 仮定する復元力特性

(b) 地震応答解析の概要

入力地震波は、平成12年建設省告示第1461号で規定される減衰5%に対応する解放工学的基盤における「極めて稀に発生する地震動」の加速度応答スペクトルに適合するように作成した模擬地震波である。表層地盤による加速度増幅率は第1種、第2種、第3種地盤の3種類を想定し、簡略法の算定式(平成12年建設省告示第1457号第7)を用いた。位相特性は乱数とし、包絡関数はJennings型を用い、地震動の継続時間を60secおよび120secの2種類とした。図9は作成された合計6波の加速度応答スペクトルである。応答解析時の数値積分はWilsonの θ 法を用いており、刻み時間は0.001secである。減衰は初期減衰を5%とする瞬間剛性比例型とした。

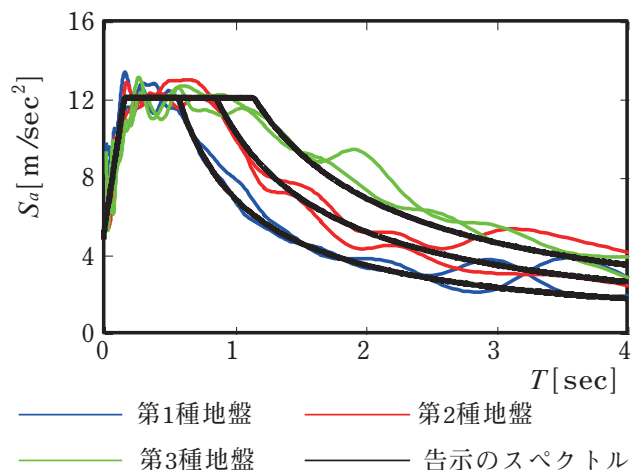


図9 作成された模擬地震波の加速度応答スペクトル

(c) 地震応答解析の結果

図10に解析結果を示す。図において、軟質地盤となる第3種地盤の応答値が最も低く、比較的地盤が固い種別に分類される第1種および第2種地盤での応答値が大きくなっている。いずれにしても、一般にせん断破壊する柱は脆性破壊を引き起こすことが多いが、極めて稀に発生する地震動に対して最大変形が 60×10^{-3} rad以内にあることが地震応答解析から確認された。

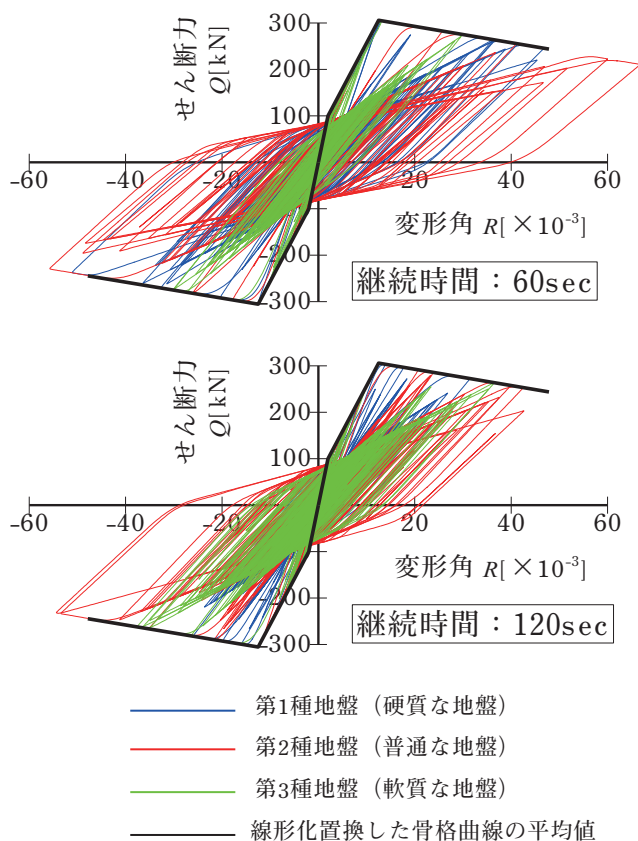


図10 告示に基づいて作成した模擬地震波を入力地震波とした際の地震応答解析結果

6. まとめ

分割鋼板と繊維シートおよびグラウトモルタルの充填により外付け補強したRC造のせん断抵抗機構を検証するため、柱の逆対称曲げせん断実験を行った。ここでは、折り曲げ加工により鋼板に付設したリブ部のせん断抵抗を実験的に調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) リブの効果により、耐震性能が向上した。その効果を踏まえたせん断強度は、終局強度型耐震設計指針の強度式を準用して求めることができる。
- (2) 地震応答解析を行った結果に対しても、耐震性能を有することが認められた。

【参考文献】

- 1) 伊藤嘉則, 榎谷榮次, 若林和義, 林崎正伸, 町田恭一: RC造柱梁部分架構の柱曲げ強度増大を図るための外付け補強法とその実験検討, 日本建築学会構造系論文集, 第681号, pp.1717 ~ 1726, 2012.11
- 2) 伊藤嘉則, 榎谷榮次, 中野克彦, 川上修: 接着系あと施工アンカーのせん断力とせん断滑り変位関係の実験的評価, 構造工学論文集, Vol.59B, pp.1 ~ 13, 2013.3
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート造建築の終局強度型耐震設計指針・同解説, 1990
- 4) 日本建築学会: 連続繊維補強コンクリート系構造設計施工指針案, 2001

謝辞

本開発事業は、(一社)中高層耐震建築機構の依頼のもと実施した。また、せん断強度の評価法について、コンクリート工学年次大会2012の際に大阪大学倉本洋教授に貴重な助言をいただきました。関係者の各位に深く感謝申し上げます。

ここで、H24年度の成果は、以下の査読論文に掲載しています。興味のある方は一読いただければ幸いです。

- 1) 伊藤嘉則, 榎谷榮次, 中里匡陽, 斉藤永祐: リブ付きの薄肉鋼板と繊維シートをせん断補強材とする極短柱のせん断抵抗機構, コンクリート工学論文集, pp.173 ~ 181, Vol.24, No.3, 2013.9
- 2) 伊藤嘉則, 榎谷榮次, 林崎正伸, 斉藤永祐: リブ付き薄肉鋼板と繊維シートで外付け補強されたRC造柱の終局せん断強度, コンクリート工学論文集 Vol.25, No.1, pp.1 ~ 11, 2014.1
- 3) 伊藤嘉則, 榎谷榮次, 中里匡陽, 林崎正伸, 川上修, 町田恭一: リブ付き薄肉分割鋼板と連続繊維シートのせん断抵抗機構に関する実験検証, 日本建築学会構造系論文集, 第696号, pp.295 ~ 303, 2014.2

*執筆者

伊藤 嘉則 (いとう・よしのり)

中央試験所 構造グループ

統括リーダー代理

従事する業務: RC造等の構造物試験, 実大住宅の振動試験



天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の 設定方法のための試験方法について

その1 接合部の試験方法

1. はじめに

過去の数度の地震による天井の脱落、崩落等の被害が報告され、国土交通省において、振れ止めの設置、クリアランスの確保等の技術的助言を発出し、大規模空間を持つ建築物の天井の脱落防止対策を進めてきた。しかし、平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、体育館、大規模ホール等広範囲にわたる多数の建築物において、天井が脱落し、かつてない規模で甚大な人的・物的被害が発生した。その後の調査では、技術的助言で示された振れ止めの設置、クリアランスの確保が守られている天井がわずか8%であったと報告されている。そこで、本誌既報2013 Vol.49の12月号でも報告されたが、東日本大震災の被害を踏まえて、建築物における天井脱落対策に係る技術基準（建築基準法施行令の一部を改正する政令〔平成25年政令217号〕及び関連告示）が公布された。この中で「特定天井（脱落によって重大な危害を生ずるおそれのあるものとして国土交通大臣が定める天井）」は、構造耐力上安全なものとして国土交通大臣が定めた構造方法又は国土交通大臣の認定を受けたものを用いることとされた。その後、天井脱落対策に係る一連の技術基準告示が公布され、平成26年4月1日より大臣が指定する「特定天井」について、大臣が定める技術基準に従って脱落防止対策を講ずべきことが定められた。これを受けて、国土交通省国土技術政策総合研究所、建築研究所等が中心となり、平成25年10月「建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説」が公表された。この中で、「天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法」に試験方法等が明記されているが、これらは一つの例として紹介されており、試験方法の詳細については分かり難い部分が見られた。「天井及びその部材・接合部の耐力・剛性の設定方法」の概要に関しては既報2013 Vol.49の12月号を参照していただくこととして、ここでは接合部および天井ユニットの試験方法を中心に詳述することとした。

2. 接合部の試験方法

2.1 吊りボルトの上端接合部の試験

試験体は、吊りボルトの上端が吊り金具を介して、構造耐力上主要な部分または天井の支持構造部に相当する試験フレームに実況どおりに取り付けられたものとする。試験体数は3体以上とする。コンクリート床スラブを想定した場合の試験方法を図1に、試験実施状況を写真1に示す。図のように、コンクリート母材（形状は埋め込み深さを考慮して、300mm×300mm、厚さ100mmまたは150mm。厚さ

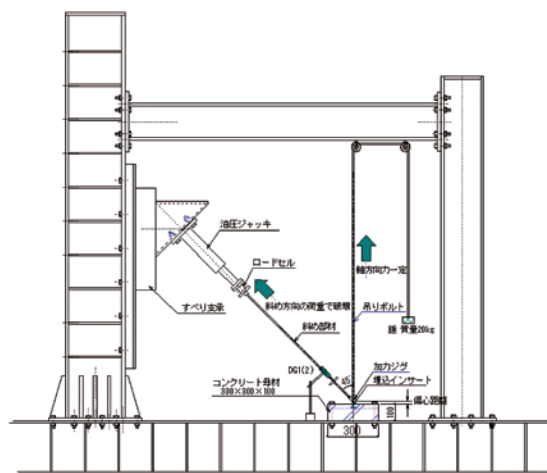


図1 吊りボルト上端接合部（埋込みインサート）の試験方法

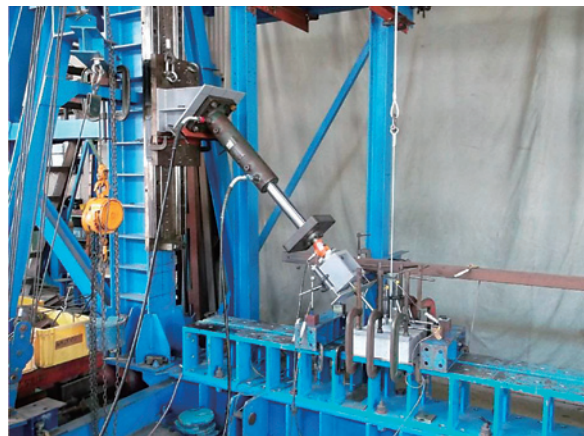


写真1 吊りボルト上端接合部の試験実施状況

は吊り金具の埋め込み深さの3倍以上を確保)の中央に吊り金具(埋め込みインサート、あと施工アンカー等)を設置し、そこに吊りボルトを留め付ける。その後、吊りボルトの軸方向に吊りボルト1本が負担する天井質量に相当する一定の引張荷重を載荷し、吊り元に加力ジグを介して、設置する斜め部材の軸方向(図では45°方向)に引張荷重を最大荷重が得られるまで段階的に加える。この時、各段階ごとの荷重に対応した変位量を電気式変位計等で測定する。

実際に吊りボルトが取り付くのはコンクリート床スラブ以外の構造耐力上主要な部分であることも想定されるため、その場合にはさまざまな吊り金具が考えられるので、上述の試験方法を参考として、実況を反映した試験方法を採用する必要がある。

なお、試験結果には①損傷時の荷重(試験体の構成材料に滑りおよび外れ並びに損傷を生ずる時の荷重をいう。以下同じ)および最大荷重、②試験体の変形または破壊の形態、③荷重-変位曲線を記載する。

<試験実施上の注意点>

- ①ここで紹介した試験方法では斜め部材の取り付け角度を45°としているが、角度については実情に合わせて変更する必要がある。角度に範囲がある場合は角度ごとのデータが必要となってくるが、最大角、最小角、その中間など3段階程度の角度について試験を実施し、角度の影響を明確にしておくことで対応が可能である。
- ②吊りボルトへの載荷は、1本の吊りボルトが負担する天井面の重さである。仕様ルートでは最低でも1m²あたり1本以上設置することとしているため、最大で20kg(196N)となる。その他のルートでは実況に合わせた荷重を載荷することになる。
- ③斜め部材の吊りボルト吊り元への取り付けは実際に使用する金具を用い、実際の斜め部材を用いるほか、取り付け部の破壊が先行することが懸念される場合は剛強な加力ジグ等を用いて載荷を行う。
- ④変位の測定は斜め部材の軸方向変位について行う。

2.2 クリップ接合部の試験

試験体は、野縁、クリップおよび野縁受けを実況どおりに組み合わせたものとする。試験体数は加力方向およびクリップの掛け方ごとに一方向載荷が3体以上、正負繰返しの場合、水平方向載荷が1体以上とする。試験方法を図2～図5に、試験実施状況を写真2～写真4に示す。なお、試験結果には、① a^+ 、 a^- (損傷時の荷重から許容耐力を求めるための数値で、1.5以上とする)の数値および繰返し回数(水平方向載荷試験のみ)、②損傷時の荷重および最大荷重、③試験体の変形または破壊の形態、④荷重-変位曲線を記載する。

1) 引張試験

図2のように野縁を固定した状態で、加力ジグを介して野縁受けに一方向の引張荷重を最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した野縁受けの鉛直上向きの変位量を電気式変位計等で測定する。

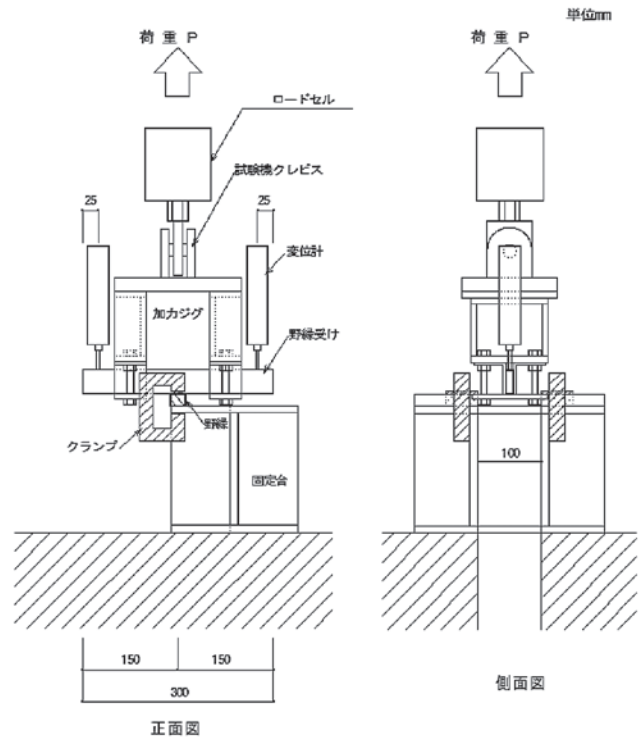


図2 クリップ接合部の引張試験方法



写真2 クリップ接合部の引張試験実施状況

2) 野縁方向の水平方向載荷試験

①図3のように、野縁受けを固定した状態で、加力ジグを介して野縁に正負それぞれ一方向(試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正または負のどちらか一方のみ)の水平荷重を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した野縁の軸方向の変位量を電気式変位計等で測定する。この時、損傷時の荷重における変位を用いて次式により制御

変位の基準値 D_a^+ , D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-}$$

ここで、

a^+ , a^- : 1.5 以上の数値

\bar{d}^+ , \bar{d}^- : 正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

- ② 野縁受けを固定した状態で、加力ジグを介して野縁に図4に示す履歴の正負繰返し荷重を加える。同図において、 $\pm 0.5 D_a$, $\pm D_a \pm 1.5 D_a$ の各変位段階でそれぞれ3回以上繰返すものとする。

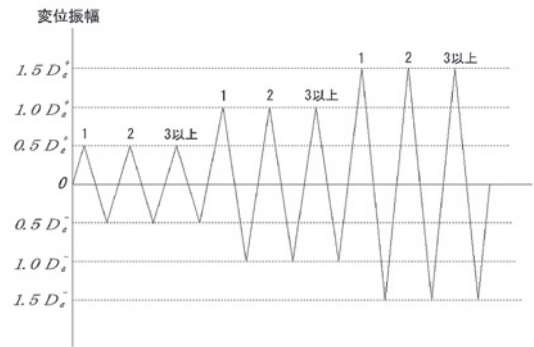


図4 繰返し载荷履歴

- ③ なお、制御振幅の設定値が小さくなる場合等、変位制御よりも荷重制御による方法が適切であると考えられる場合には、上記の方法に準じて次式により求めた荷重制御によることも可能である。

$$P_a^+ = \frac{\bar{P}_d^+}{a^+}, \quad P_a^- = \frac{\bar{P}_d^-}{a^-}$$

ここで、

P_a^+ , P_a^- : 正負の制御荷重の基準値 (N)

a^+ , a^- : 1.5 以上の数値

\bar{P}_d^+ , \bar{P}_d^- : 正負の損傷時の荷重の平均値 (N)

3) 野縁受け方向の水平方向载荷試験

図5のように野縁を固定した状態で、加力ジグを介して野縁受けに正負それぞれ一方向の水平荷重及び正負繰返しの水平荷重を加える。荷重の載荷方法については2)に準じて行う。変位は野縁受けの軸方向の変位量について測定する。

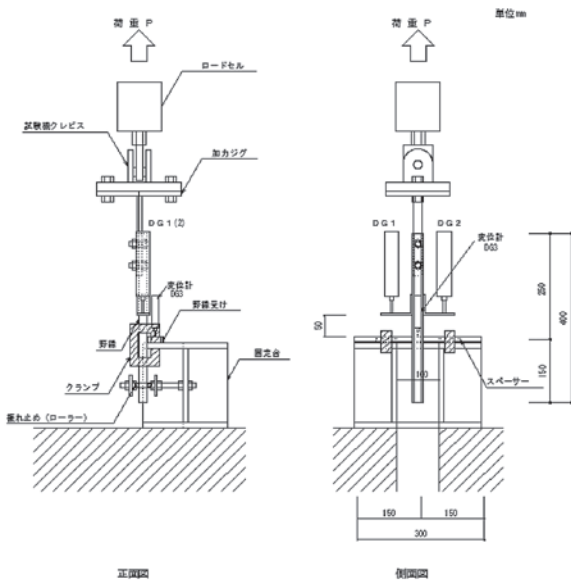


図3 クリップ接合部の野縁方向の水平荷重試験方法



写真3 クリップ接合部の野縁方向の水平荷重試験状況

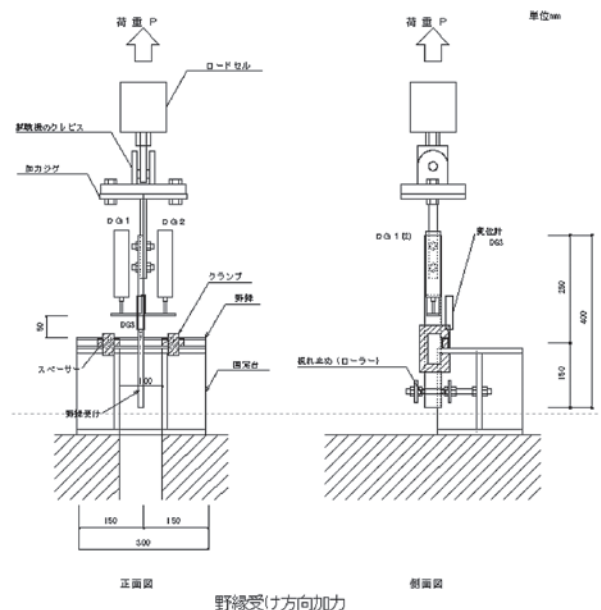


図5 クリップ接合部の野縁受け方向の水平荷重試験方法



写真4 クリップ接合部の野縁受け方向の水平荷重試験実施状況

<試験実施上の注意点>

- ① 試験では接合部の部材相互の変位が評価対象となる。しかし、耐力的に十分な緊結の接合部においては、部材相互の変位量が非常に少なく、部材の変形が接合部変位の支配的な要因になる。この場合は部材の変形を含んだ値により接合部を評価する。
- ② 固定する部材の曲げ変形のみが進行し、荷重の低下が認められない場合は、曲げ変形が引張変形に移行するポイントを最大荷重と読み替えて、試験を終了する。
- ③ 野縁、野縁受けを固定する場合、各部材に変形を与えないよう留意する。
- ④ クリップの種類によっては加力側の部材と固定側の部材の直交が確保されない場合が生じる。その場合は拘束用のジグを用いて直交を確保し試験を行う。

2.3 ハンガー接合部の試験

試験体は、野縁受け、ハンガーおよび吊りボルトの下端を実況どおりに組み合わせたものとする。試験体数は加力方向ごとに3体以上、正負繰返しの水平方向荷重が1体以上とする。試験方法を図6および図7に、試験実施状況を写真5および写真6に示す。なお、試験結果には、① a^+ , a^- の数値および繰返し回数(水平荷重試験のみ)、② 損傷時の荷重および最大荷重(N)、③ 試験体の変形または破壊の形態、④ 荷重-変位曲線を記載する。

1) 引張・圧縮試験

野縁受けを固定した状態で、加力ジグを介して吊りボルトに一方方向の引張または圧縮力を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応

した吊りボルトの軸方向の変位量を電気式変位計等で測定する。

2) 野縁方向の水平方向荷重試験

図6のように吊りボルトを固定した状態で、加力ジグを介して野縁受けの直交方向(野縁方向)に正負それぞれ一方方向の水平荷重および正負繰返しの水平荷重を加える。荷重の載荷方法については2.2 2)に準じて行う。変位は野縁受け両端の直交方向(野縁方向)の変位量を電気式変位計等で測定する。

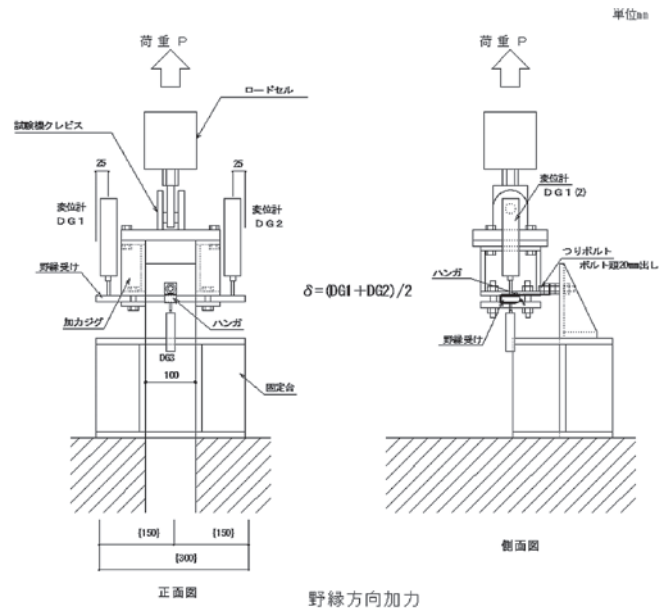


図6 ハンガー接合部の野縁方向の水平荷重試験方法

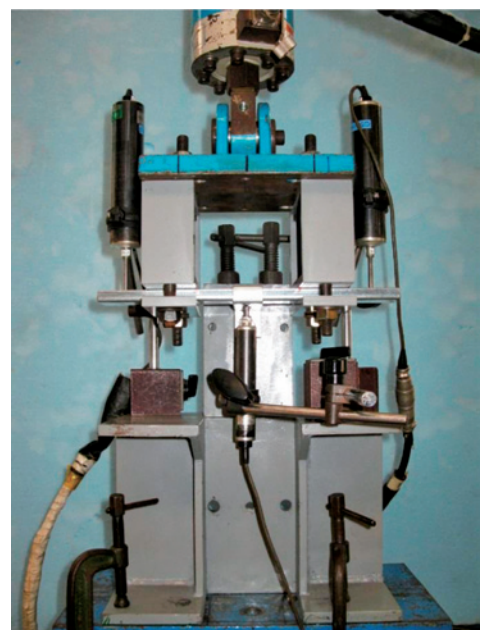


写真5 ハンガー接合部の野縁方向の水平荷重試験実施状況

3) 野縁受け方向の水平方向荷重試験

図7のように吊りボルトを固定した状態で、加力ジグを介して野縁受けの軸方向に正負それぞれ一方向の水平荷重（試験体の形状が原点に対してお互いに対称の場合には、正または負のどちらか一方向のみ）および正負繰返しの水平荷重を加える。荷重の荷重方法については2)に準じて行う。変位は野縁受けの軸方向の変位量について測定する。

<試験実施上の注意点>

- ①ハンガーの圧縮・引張試験では実際のハンガーに圧縮力や引張力を加えるのではなく、ハンガーに取り付けた野縁受けを固定し、吊りボルトに上向きまたは下向きの荷重を加え、野縁受けに取り付けたハンガーの外れの状況を確認する。

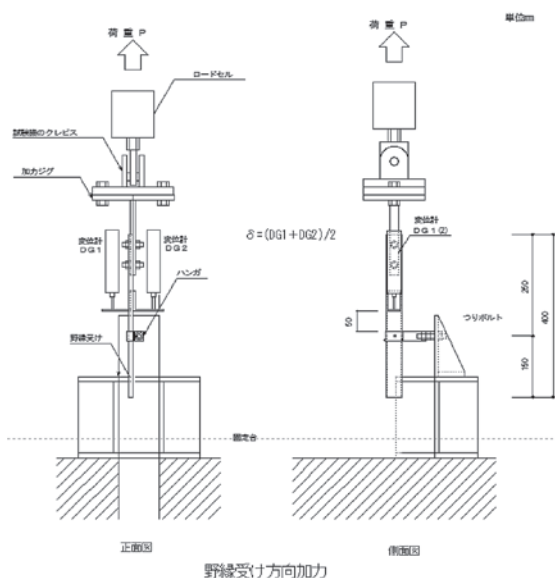


図7 ハンガー接合部の野縁受け方向の水平荷重試験方法

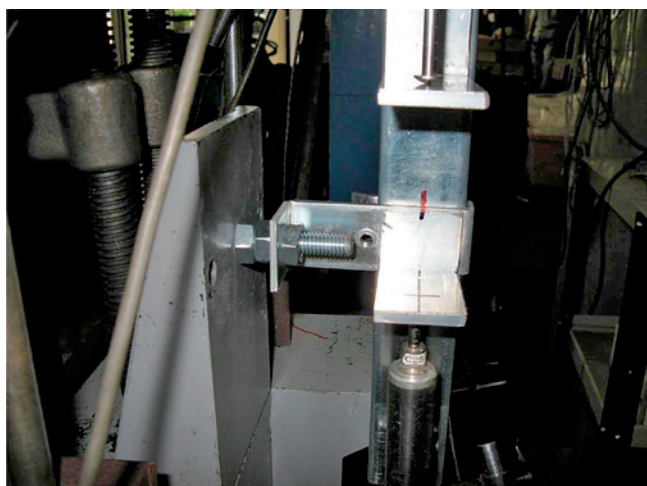


写真6 ハンガー接合部の野縁受け方向の水平荷重試験実施状況

- ②斜め部材の取り付け個所に応じて、ハンガーが水平力を負担しないことが想定される場合は水平荷重試験を省略できる。
- ③仕様ルートでは、ハンガーに地震動等による外れ防止用のねじ留め等の措置（開き止め）を講ずることが求められているが、試験ではその効果を確認する。

2.4 斜め部材の上端接合部の試験方法

- ①試験体は、斜め部材の上端が所要の角度および位置の実況どおりに吊りボルトに取り付けられたものとする。試験体数は加力方向ごとに一方向荷重が3体以上、正負繰返し荷重が1体以上とする。試験方法を図8に、試験実施状況を写真7に示す。図のように吊りボルトを所要の角度（ここでは45°）で加力ジグに取り付けた後、斜め部材が鉛直になるように留め付ける。その後、斜め部材の軸方向に正（引張）または負（圧縮）それぞれ一方向の荷重を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した加力ジグと斜め部材軸方向の相対変位および吊りボルト自由端の曲げ変位について電気式変位計等で測定する。この時、損傷時の荷重における変位を用いて次式により制御変位の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-}$$

ここで、

a^+ 、 a^- ：1.5以上の数値

\bar{d}^+ 、 \bar{d}^- ：正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

- ②①と同様に試験体を設置し、図4（前掲）に示す履歴の正負繰返し荷重を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm D_a$ 、 $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ3回以上繰返すものとする。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した加力ジグと斜め部材軸方向の相対変位および吊りボルト自由端の曲げ変位について電気式変位計等で測定する。
- ③試験結果には、① a^+ 、 a^- の数値および繰返し回数（水平荷重試験のみ）、②損傷時の荷重および最大荷重、③試験体の変形または破壊の形態、④荷重－変位曲線を記載する。

<試験上の注意点>

- ①ここでは吊りボルトにW3/8を用い、斜め部材を45度方向に設置して試験を行っているが、実況に応じて、W1/2の吊りボルトや斜め部材の設置角度をバリエーションとして試験体を設定する。

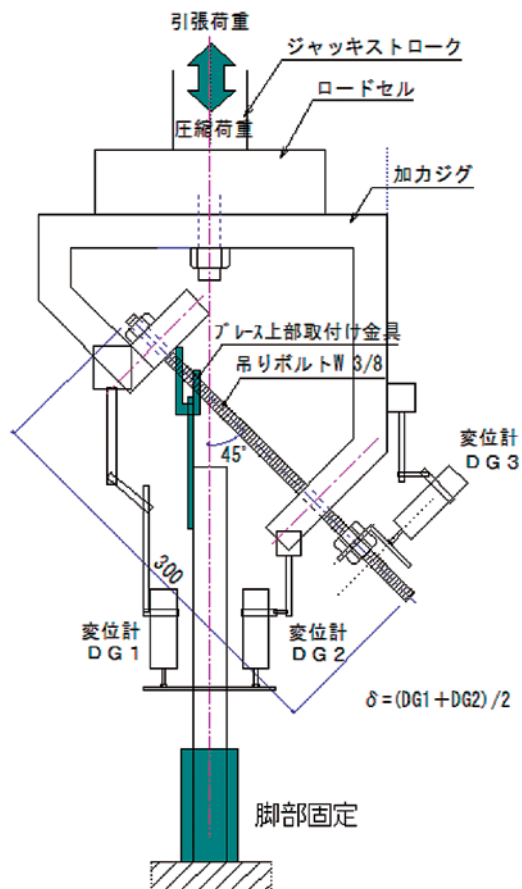


図8 斜め部材の上端接合部の試験方法



写真7 斜め部材の上端接合部の試験実施状況

- ② 斜め部材接合部の変位は吊りボルトの吊り元 (床スラブ等) と斜め部材の軸方向の相対変位として計測している。天井の剛性評価を行う時には、試験で得られた変位から天井の水平方向変位を算出する手順を明確にしておく必要がある。
- ③ 斜め部材の設置が吊りボルトのねじ部の影響を受ける場合、正負繰返し载荷試験時に、荷重ゼロ近傍で滑りを生じる場合がある。ユニット試験ではほとんど影響のない程度の変位であっても、単体試験では評価に大きく影響を及ぼすことも考えられるため、注意が必要である。
- ④ 圧縮試験では、斜め部材の設置位置により载荷中心と反力の中心がずれる場合が想定される。この場合は固定ジグに回転方向の力が生じるため、回転を拘束するための措置を講ずる必要がある。

2.5 斜め部材の下端接合部の試験方法

- ① 試験体は斜め部材の下端が所要の角度および形状が実況どおりに野縁受け等に取り付けられたものとする。試験体数は加力方向ごとに3体以上、正負繰返しが1体以上とする。試験方法を図9に、試験実施状況を写真8に示す。図のように、所要の角度 (ここでは45°) で斜め部材下端をV字型に野縁受けに緊結した試験体を2組用意する。その後、野縁受けが鉛直かつ左右対称になるように2組の試験体を加力ジグおよび固定プレートに留め付ける。斜め部材の他端を試験フレームにボルト接合し、野縁受けの軸方向に一方の荷重を加える。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した野縁受けの軸方向の変位量について電気式変位計等で測定する。必要に応じて、各部の変位、斜め部材のひずみ量の測定を行う。この時、損傷時の荷重における変位を用いて次式により制御変位の基準値 D_a^+ 、 D_a^- を算出する。

$$D_a^+ = \frac{\bar{d}^+}{a^+}, \quad D_a^- = \frac{\bar{d}^-}{a^-}$$

ここで、

a^+ , a^- : 1.5以上の数値

\bar{d}^+ , \bar{d}^- : 正負の損傷時の荷重での変位の平均値 (mm)

- ② ①と同様に試験体を設置し、図4 (前掲) に示す履歴の正負繰返し荷重を加える。同図において、 $\pm 0.5D_a$ 、 $\pm 1.5D_a$ の各変位段階でそれぞれ3回以上繰返すものとする。最大荷重が得られるまで荷重を段階的に加え、各段階の荷重に対応した野縁受けの軸方向の変位量について電気式変位計等で測定する。
- ③ なお、試験結果には、① a^+ , a^- の数値および繰返し回数 (水平荷重試験のみ)、② 損傷時の荷重および最大荷重、

③試験体の変形または破壊の形態、④荷重－変位曲線を記載する。

<試験上の注意点>

- ①斜め部材上端接合部の試験同様、ここで示した試験方法では斜め部材を野縁受けに対して45度方向に設置した。実況では45度以外の設置角度も想定されるため、設置角度の異なる仕様についても明らかにする必要がある。
- ②試験では圧縮・引張の斜め部材を1組として、左右に各1組ずつ計2組で試験を行うため、得られた荷重を1/2にして評価を行う。
- ③固定用のフレームと斜め部材の取り合い部分（接合部の反対側の端部）に緩みがあると、それがすべて変位となって計測されてしまうため、取り合い部分は緩みなく接合する。
- ④正負繰返し载荷時の圧縮側の载荷では、野縁受けが面外に座屈することが想定される場合は、面外への座屈を拘束するジグを設ける。
- ⑤斜め部材が野縁受けと直交して接合される場合で、専用の接合金具を用いる場合は、実際の接合部を再現し、試験を実施する。

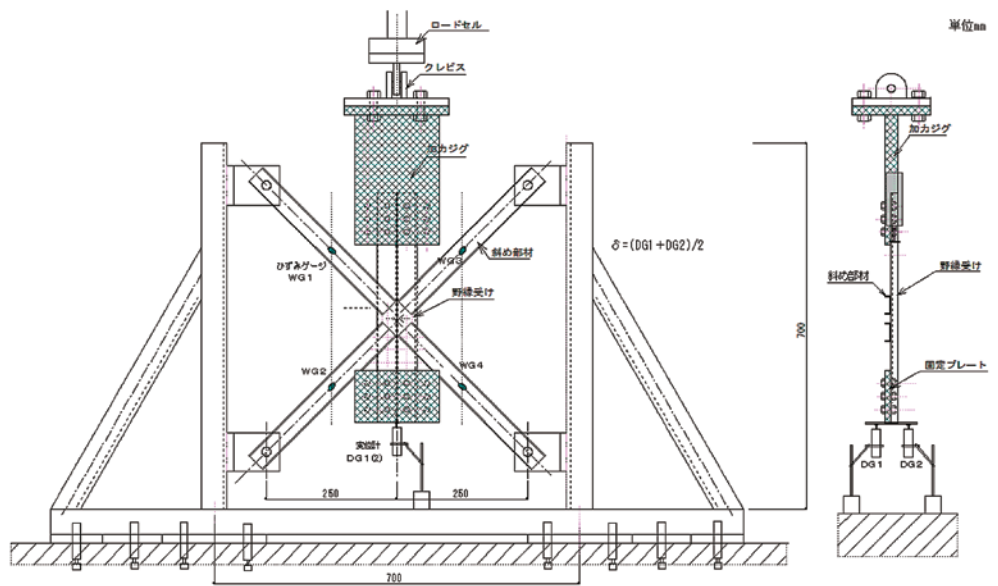


図9 斜め部材の下端接合部の試験方法

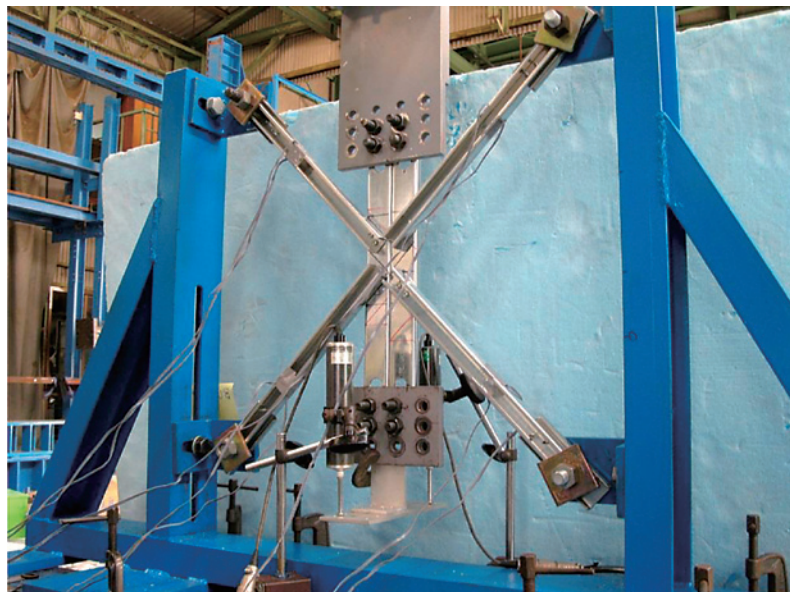


写真8 斜め部材の下端接合部の試験実施状況

3. おわりに

建築物の天井脱落対策に係る一連の技術基準告示が公布され、平成26年4月1日から施行される。今回は、技術基準の解説の示される試験方法のうち、その1として接合部の試験方法について紹介した。次回はその2として天井ユニットの試験方法を紹介する予定である。

これまで、構造計画と設備計画の狭間にあった、天井の構造計画を考える上で、一定規模を超える天井については技術基準に従って脱落防止対策を講ずべきことが定められた。新たな制度として根付くまで多少の時間が必要と考えられるが、試験機関としての役割を担っていきたい。

(文責：中央試験所 副所長 川上 修)

CF アンカー扇部接着耐力試験

(工試第 U-2013030775-201303013608)

この欄で掲載する報告書は依頼者の了解を得たものです。

1. 依頼者

新日鉄住金マテリアルズ株式会社 コンポジット社

2. 試験体 (依頼者提出資料)

CFアンカーの種類	CFRP板	CFアンカー用含浸接着樹脂の種類	CFアンカー樹脂含浸日	CFストランド数	扇幅 mm	扇長 mm	数量
FTA-C1-72	FTS-C1-40	FR-E3P	平成25年3月13日	144本	310	450	5個

3. 試験内容

試験方法	試験は、2000kN万能試験機(使用レンジ：200kN)を使用して行った。 試験体の両端部を試験機でチャッキングして、試験体に破壊に至るまで連続的に引張荷重を加えた。なお、目標載荷速度は150kN/分程度とした。(図1参照)
試験日	平成25年 3月25日
試験場所	浦和試験室
試験責任者	北村保之

4. 試験結果

試験体番号		最大荷重 kN	破壊状況
FTS-C1-20	1	117.2	CFアンカーのはく離
	2	118.5	CFアンカーのはく離及び破断
	3	136.7	CFアンカーのはく離
	4	112.8	CFアンカーのはく離
	5	167.6	CFアンカーのはく離及び破断
平均		130.6	—
備考		<ul style="list-style-type: none"> ・試験室内温度：19.0～19.5℃ ・破壊状況例を写真1に示す。 	

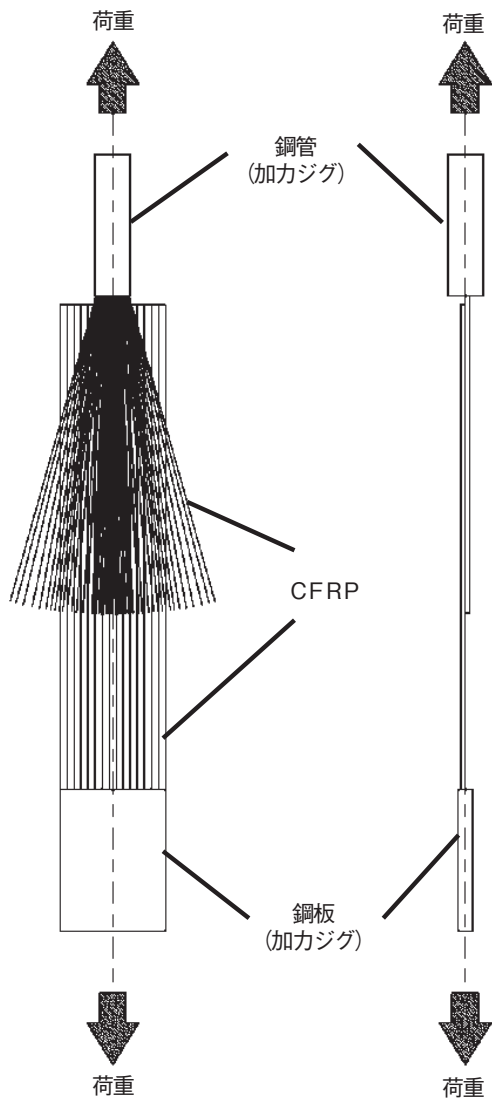


図1 試験方法



写真1 破壊状況例

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・

今回は、新日鉄住金マテリアルズ株式会社コンポジット社より依頼されたCFアンカー扇部接着耐力試験を紹介した。

これまで、土木分野におけるコンクリート構造物の耐震補強は、鋼板巻立てやコンクリート増し打ちなどの拡幅や断面増強が主体であったが、最近では外形寸法や重量増加がほとんどない炭素繊維シート類 (CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic 炭素繊維強化プラスチック) による補強が増加している。

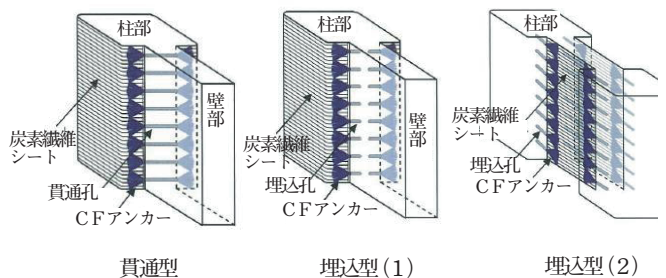
炭素繊維シートによる耐震補強では、鋼材等に比べて軽量であるため、揚重機等が不要で施工性・安全性に優れ、腐食することもなく、メンテナンス性も向上する。

今回対象としたCFアンカーの扇部と炭素繊維シートとの接着は、炭素繊維のシート同士の接着であるため効率が良い、かつ、CFアンカーを構成している炭素繊維ストランドの引張強さは、アンカーボルトに比べて大きく、コンクリートへの後付け定着においても、CFアンカー埋め込み用孔の寸法が従来工法 (例えば金属系など) と比べ小さくすることも可能である。なお、炭素繊維ストランドは、弾性係数230kN/mm²、引張強さ規格値3400 N/mm²である。

また、本工法は技術名称「CFアンカー」として平成18年に(財)土木研究センター (当時) の建設技術審査証明を取得している。

試験体は、CFアンカーと炭素繊維シートとをエポキシ樹脂を含浸させて接合部を構成し、試験体の両端に試験機チャッキング用の鋼管および鋼板を引張ジグとして取り付けたものである (前掲図1参照)。試験は養生期間を経て行った。

試験の目的は、接着施工におけるCFアンカー扇部の平面寸法等を考慮した設計接着耐力 (荷重) の確認であり、今回実施した試験では、施工現場で要求される接着耐力設計値57.6kN以上であることが確認された。また、破壊状況では接着部でのCFアンカーのはく離が主であるが、そのほかCFアンカー自体の破断や炭素繊維シートの破断の場合もある。



CFアンカーの適用例 (土木研究センターホームページより引用)

(文責: 工事材料試験所 浦和試験室 北村 保之)

建物の維持管理

<第16回>

(有) studio harappa 代表取締役
村島 正彦

住宅の維持管理について、興味深いデータがある。2009年3月に発表された「住宅長寿命化大作戦 リクルート住宅総研の200年住宅論」において、日本と英国の持ち家層に住宅に対する意識を問うたアンケート結果である。

住宅の補修・メンテナンス頻度について、日本では「普段の住宅の補修・メンテナンスはほとんどしない」が48%とほぼ半数。一方、英国でその回答をしたのは14%に過ぎず、残りの86%は何らか手を入れているという。

また、リフォームの回数は、日本では「0回(リフォームはしたことがない)」が70%とほとんどを占め、英国でその回答をしたのは30%と少数派で、70%が何らかリフォームをしている。

自らの住まいの維持管理やリフォームについて、我が国の生活者は、あまり重視していないということが分かる。住宅寿命が、英国77年、日本30年と大きく引き離されている理由も、この辺りにあるように考えられる。

また、我が国の生活者は「住宅への愛着」がそれほど強くないということかもしれない。お仕着せの住宅で満足して、本当に自分に合った、自分らしい住まいを手を入れる術を、多くの日本人は知らないのかもしれない。

住人に壁紙を選んでもらい人気を博す「築古賃貸」

東京・東池袋の「ロイヤルアネックス」は、1988年に建設されたRC造13階建ての66戸からなる賃貸マンションである。現在、築26年。賃貸市場では「新築」が人気と相場が決まっているが、この「築古」物件が、空室待ちがでるほどの人気なのだという。その理由は、借り主が部屋を自由にリノベーションできるからだという。しかも、その費用は大家持ちだ。

ロイヤルアネックスを運営するのは所有者でもある(株)メゾン青樹だ。創業58年の代々、大家業を営んできた家族経営。青木純氏が、4代目として経営に参加したのは、2011

年1月のことだ。もともと、この地で生まれ、ロイヤルアネックスの竣工を小学生のときに見て育った。社会人となり、不動産流通の営業や中古不動産を扱うポータルサイトの運営など家業とは距離をおいていたが、大家業を担う親族が亡くなったことなどあり、家業を継いだ。

ただし、2011年3月の東日本大震災で状況は一変する。海外からの留学生を中心に退去が続出した。また退去した部屋は当時築23年を迎え、間取りや設備は時代遅れで、魅力のない状態だった。同年夏には空き室率は3割に迫った。

事業継承していきなり苦境に陥った青木氏が考えたのは、それまでの経験も踏まえて「自分自身が住みたいと思う空間にする」ことだった。なぜ、賃貸住宅に魅力や愛着を感じないのか自問自答するなかで、近年盛んになってきたマンションの中古再生リノベーションがヒントになった。

このリノベーションを賃貸にも取り込めないだろうか考えた。とはいえ、大がかりな費用はかけられない。また、住まい手自身に好みの空間にしてみらうのは、仮にDIYを認めたとしてもできる人は限られている。賃借人のターゲットは間口が広くないと、3割の空き家からの挽回は難しい。ローコストでもインパクトのあるやり方はないか?と目を付けたのが「壁紙」だったという。

住宅に占める壁の面積は大きい。変化が期待できて、なおかつコストも安い。すぐに空き室を数部屋使って、大胆な色の壁紙を使ったモデルルームをつくった。

これは好評で、まずはモデルルームの入居者が付きはじめた。「選べる壁紙サービス」で、青木氏が心掛けたことは、入居者とのコミュニケーションだという。「洋服選びと一緒に、その人に直接会って、趣味や好きな映画の話しをしながら、その人の個性に合うものを考え、好きな色や柄と一緒に探し当てるのが大切だった」と語る。

当初は無難に白がいいのでは、という入居者も、大胆な色使い・大胆な柄の壁紙を貼った部屋を目にするうちに、自分の好みの壁紙を選んで楽しんでくれるようになっていったという。

自社のウェブサイトで、こうしたカラフルで魅力豊かな部屋の写真を紹介すると、瞬く間に雑誌やテレビなどのメディアが取りあげてくれた。

手応えをつかんだ青木氏は、女性らしいセンスの光る空間リノベーションで定評のある(株)夏水組の坂田夏水氏と大胆に模様替えをして「tout prêt(トゥプレ)」と名付けて貸し出した。「tout prêt」とはフランス語で極上のレディメイドの意味。瞬く間に申し込みが殺到した。

苦境から一転、「行列のできる賃貸マンション」へと再生した青木氏は多くの入居希望者と接するうちに、暮らしのデザイン力がとても豊かで、壁紙選びだけで発揮してもらうのはもったいないと思うようになった。そこで、入居希



オーダーメイド賃貸「ERINA」は居住者・オーナー・デザイナーが3カ月にわたって協働で作りあげた。説明するのはオーナーの青木純氏

望者のO夫妻の希望を聞きながら、内装を撤去したスケルトン状態から一緒に、これも夏水組と協働で作りあげた。「オーダーメイド賃貸・ERINA」と名付けた部屋は、アイランド型のキッチン・造り付けのダイニングテーブル、小上がりの畳スペースに、大胆な色使いの壁紙もあいまって評判となり、多くの雑誌やテレビなどで取りあげられた。

R不動産が提案する空間を自分で編集する「工具箱」

ちょっとクセはあるがキラリと光る魅力的な不動産を紹介するウェブサイト「東京R不動産」。この運営に当たる㈱スピークが2010年秋にスタートさせたのが「R不動産toolbox」だ。

「魅力的な物件のマッチングだけでなく、楽しく豊かな空間を気軽につくるための仕組みをつくろう」ということで構想したのがウェブサイト「R不動産toolbox」だ。

同サイトでは担当者が厳選した建材などを「部位」ごとや「素材・仕上げ」によるカテゴリー分けからモノやサービスを探ることができるようになっている。さらに「リノベーション」という項目を見ると「天井上げ」や「三和土施工サービス」といった、職人が来て工事するサービスのメニューもある。これは、施工会社、個人の職人、メーカー、デザイナーといった内装にかかわる各分野のプロフェッショナルとの連携があっはじめて可能なものである。toolboxは、リノベーション向けの材料、素材などを提供するに留まらず、人的なサポートシステムを含めて体系的に提供しているという試みだ。

UR都市機構が、このR不動産toolboxの取組みに注目した。築年が経ち人気に陰りがでた物件について「カスタマイズUR賃貸住宅」と銘打って、居住者のDIYによる内装を



R不動産toolboxのウェブサイト。床・水回り・建具・塗料など建材のほか職人派遣のサービスも提供。連載コラム「リノベーションの教科書」ではノウハウも学ぶことができる

可能にした。

これらの集合住宅において、「フリーウォール」と名付けるカスタマイズ可能な壁を設け、ここは入居者の好みの壁の仕上げ、棚などの設置を可能とし、現状復帰義務を伴わない。カスタマイズのDIYは、R不動産toolboxが、居住者にノウハウの提供を行う。

このように居住者が住まいに手を入れることがタブーとされてきた賃貸住宅において、住まい手自身が積極的に自分らしい住まいづくりに参加する動きやサービスが出てきている。日本人が苦手としてきた、自分らしい住まいづくりや維持管理に積極的にかかわるためのヒントが、この辺りに潜んでいるのではないだろうか。

【参考文献・ウェブサイト】

「大家も住人もしあわせになる賃貸住宅の作り方」青木純著・学研パブリッシング・2013年

R不動産toolbox <http://www.r-toolbox.jp/>

カスタマイズUR賃貸 <http://www.ur-net.go.jp/akiya/tokyo/customize/>

プロフィール



村島正彦（むらしま・まさひこ）

住宅・まちづくりコンサルタント

(有)studio harappa 代表取締役

NPO くらしと住まいネット 副理事長

著書：「自分スタイルの住まいづくり コーポラティブハウス体験記」廣済堂出版、「ヨーロッパにおける高層集合住宅の持続可能な再生と団地地域の再開発」共訳・経済調査会等

たてものでの建材探偵団

重要文化財

旧岩崎邸庭園



まだ肌寒い3月初旬、上野恩賜公園を中心に建物を探索した中から、今回は湯島にある都立文化財9庭園の一つ、旧岩崎邸を紹介します。

旧岩崎邸は、明治29年にNHK大河ドラマ「龍馬伝」で知られる三菱財閥を創業した三菱初代社長の岩崎彌太郎の長男で三菱三代目社長の久彌の本邸として建てられました。往時は、1万5,000坪の敷地に20棟の建物が並んでいたそうですが、現在は洋館・和館・撞球室どうきゅうしつの3棟だけが残っています。

ちなみに三菱の「スリーダイヤモンド」は、土佐藩主であった山内家の三葉柏と岩崎家の三段菱の家紋を合わせて出来上がったものです。

設計は、日本の西欧建築の生みの親ともいわれるイギリス人建築家ジョサイア・コンドルが手掛けました。

ジョサイア・コンドルは、明治10年、日本政府の招聘により来日、工部大学校造家学科（現・東京大学工学部建築学科）の初代教師に就任し、日本で初めて本格的な西欧式建築育成を行い、明治27年に日本初のオフィスビルである三菱一号館を竣工させました。門下には、東京駅の設計で知られる辰野金吾、赤坂璃宮を設計した片山東熊など近代日本を代表する建築家があります。

戦後GHQに接収され、返還後、昭和27年に国有財産となり、最高裁判所司法家週所棟として使用されていました。昭和36年に洋館と撞球室（ビリヤード場）が「旧岩崎家住宅」として国の重要文化財に指定。昭和44年に和館大広間と袖塀が平成11年に煉瓦塀を含めた敷地全体と実測図がそれぞれ追加指定されました。

洋館（写真1・写真2）は、建築面積160余坪、木造2階建・地下室付の建物は下見板張りペンキ塗り仕上げの外装、天然スレート葺の屋根、内部は17世紀の英国ジャコビアン様式を基調とした見事な装飾が随所に見られます（なお、館内は撮影禁止のため館内の写真は有りません）。また、1

階南側ベランダの床に敷き詰められているタイル（写真3）は、長い間ヴィクトリア朝時代のものでしょうか知られていませんでしたが、最近1枚が発見されたことによって裏面の刻印からミントン製のタイルであることが判明しました。

ミントンは、1793年、イギリス窯業の中心地として栄えたストーク・オン・トレントで活躍した銅鋳彫刻師トーマス・ミントンにより創設され、世界の王室で愛され続ける英国の陶磁器メーカーです。ミントン製タイルは、英国内ではロンドンのウエストンミンスター国会議事堂など、英国以外では米国ワシントンの国会議事堂など重要な建築物に使用されています。

2階には高級壁装材として貴重な金唐草紙きんがらかわしの壁紙が貼られた客室があります。金唐草紙は、もともとヨーロッパで壁の内装に用いられていたものを金唐草の技法を和紙で再現したものです。



写真1 洋館正面



写真2 洋館ベランダ側



写真3 ミントン製タイル

和館(写真4)は、大名建築の流れをくみ、現存する大広間は書院造りを基調に建てられています。大工棟梁は、政財界の立役者たちの屋敷を数多く手掛けた大河喜十郎と伝えられています。また、部材の一つ一つに現在では入手困難な木材が使われています。



写真4 和館外観

撞球室(写真5)は、建築面積138m²、地上1階・地下室からなり、明治30年以降に完成したといわれています。洋館と同じくジョサイア・コンドル設計の木造建築です。ジャコビアン様式の洋館とは異なり、当時の日本では非常に珍しい「スイス・コテージ・スタイル」と呼ばれたように、天井のトラス構造(写真6)などにスイスの山小屋のような特徴が見られます。

全体では木造建築で校舎造りの壁(写真7)、刻みの入った柱、軒を深く差し出した大屋根などアメリカの木造ゴシックの流れを組むデザインです。



写真5 撞球室正面

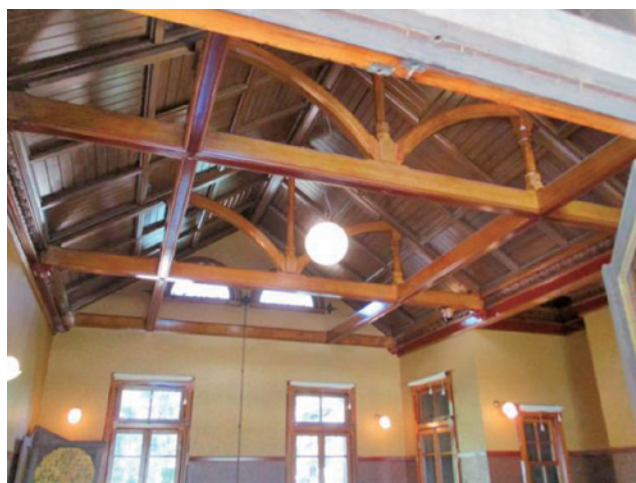


写真6 トラス構造の天井

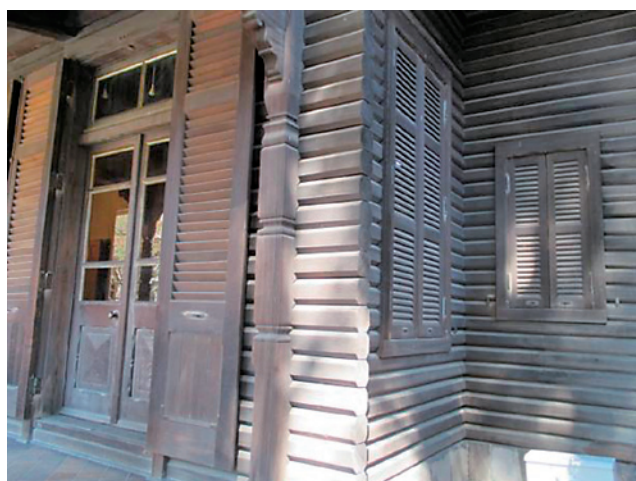


写真7 外壁と柱

これから季節も穏やかになります。不忍池を散歩しながら118年前に建てられ、世界の住宅史においても希有な建築をのんびり見学してみたいはいかがでしょうか。

(文責：本部事務局 技術担当部長 小林 義憲)

JIS A 5430(繊維強化セメント板)の改正について

1. はじめに

「繊維強化セメント板」は、主原料であるセメント・石灰質・けい酸質・スラグ・せっこうと、石綿以外の繊維、混和材料を組成とする板状の建材であり、軽量かつ丈夫で、施工が容易なことから、さまざまな建築物の内外装材として、幅広く使用されている。

同製品の日本工業規格(JIS A 5430)では、主原料の違いにより、スレート、けい酸カルシウム板、スラグせっこう板に分類され、それぞれ、品質、寸法・形状、試験方法などが定められている。

2013年に同規格の改正(原案作成委員会事務局：せんい強化セメント協会)が行われた。ここでは、今回の改正の趣旨とその内容について紹介する。

2. 今回の改正の趣旨

JIS A 5430(繊維強化セメント板)は、1950年に制定されたJIS A 5403(石綿スレート)、1957年に制定されたJIS A 5410(石綿セメント板)、1973年に制定されたJIS A 5418(石綿セメントけい酸カルシウム板)および1983年に制定されたJIS A 5429(スラグ・せっこう系セメント板)を1995年に統合して制定された後、2004年・2008年の改正を経て今回の改正に至っている。

今回の改定では、規格の抜本的な改正ではなく、実質的な内容、すなわち他のJISとの表示方法の統一および現状に合わなくなった規定の修正が行われた。

主に、前回の改正以降に新たに上市されたスレート(ボード)類の製品が適正に評価されていないことから、製品の特性から新たな種類として規定する必要があること、また、規定されている製品の産業実績がないなど実状に合わなくなったため、製品規格の見直しが必要となり、改正が行われた。

3. 主な改正点

(1) 重複箇所の削除

旧規格では、規格内で使用されている記号の説明を実際に使用している箇所によって表示するとともに、箇条4(記号)で、一括して記号の説明を表示していたことから重複を避け簡潔にするために箇条が削除された。

(2) 現状に合わせた見直し

旧規格で欠点の種類として、表2(外観の欠点の種類及び判定)に規定していた“かけ・ねじれ、反り、異物の混入、汚れ及びはく離”については、全数製造工程検査で実施して、引き渡し時には検査をしていないこと、また他のJISとの規格の整合を図るため削除された。

また、前回の改正以降、従来の種類とは特性の異なった製品が新たに上市されているが、適正に評価されていないこと、および全く生産されていない製品があることから、次に示す種類の追加および削除が行われた。

①フレキシブル板Aの追加

近年フレキシブル板をオートクレーブ処理した製品が、フレキシブル板に比較して吸水による長さ変化率に優れていることから、化粧基材などとして用いられている。

しかし、オートクレーブ処理をしているためフレキシブル板の吸水率を満たさないことから、品質が下の等級である軟質フレキシブル板に分類されて、フレキシブル板より劣る製品であるような誤解が生じていた。

このことから、フレキシブル板の吸水による長さ変化率および吸水率の規定値を見直し、オートクレーブ処理したフレキシブル板を“フレキシブル板A”として種類が追加された。

②外装用スラグせっこう板(SGE)の削除

スラグせっこう板は今まで内装用(SGI)と外装用(SGE)とを規定していたが、外装用はここ数年間生産されていないため、削除された。

(3) 性能項目の見直し

種類の見直しおよび規格利用者からの問合せ状況を踏まえて、次に示す項目および形式試験の見直しが行われた。

①けい酸カルシウム板(タイプ2)およびスラグせっこう板のかさ密度

けい酸カルシウム板(タイプ2)およびスラグせっこう板は、直接水掛りとなる場所への使用を推奨していないことから、密度の測定の際に水中につるして量った試験体の質量を用いて体積を求める方法から、けい酸カルシウム板(タイプ3)と同様に測定を試験体寸法から求めた体積によって密度を算出する方法に変更された。合わせて、その表記も“見かけ密度”から“かさ密度”に変更された。また、スレート(ボード)の特性において参考値としていた“見かけ密度”も品質管理上支障がないことから“かさ密度”に変更、統一された。

②吸水による長さ変化率

直接水掛りとなる外装用途のスラグせっこう板(SGE)を削除したことから、内装用途のスラグせっこう板の性能項目から吸水による長さ変化率の項目が削除された。また、合わせて主な用途が内装用途であり、直接水掛りとなる箇所への使用を推奨していないけい酸カルシウム板(タイプ2)についてもこの性能項目の削除が検討されたが、けい酸カルシウム板(タイプ2)についてはこの長さ変化率に関する性能を要求されることがあるから、スレート(ボード)と同様に従来どおりのまま残されることとなった。

③熱伝導率

けい酸カルシウム板(タイプ3)の熱伝導率は、この規格以外の試験方法に基づくデータで評価していることから性能項目から削除された。また、けい酸カルシウム板(タイプ2)の熱伝導率については、性能に関する問い合わせがほとんどないことから、必須から任意の形式試験に変更された。

(4) 試験方法の見直し

性能試験および実際の使用実態に合わせて、次に示す試験方法および試験条件の見直しが行われた。

①寸法測定器の見直し

“見かけ密度”から“かさ密度”への変更に合わせ、検査現場では寸法を測定する器具としてこれまで用いられていたダイヤルゲージからノギスに変わっている実状を考慮して、かさ密度試験での代表的な試験寸法測定器具としてノギスが使用されることとなった。

なお、“ノギスなど”としているとおり、測定器具はあくまでも例示であり、JISに規定する製品品質および品質管理に問題を生じなければ他の測定器具を用いても問題ない。

②スラグせっこう板の乾燥温度および乾燥時間の見直し

旧規格ではスラグせっこう板の乾燥温度は60℃であったが、せっこうの結晶水や材料を構成する結晶であるエトリンガイトの分解する温度が60℃より低いといわれていることから、JIS A 6901(せっこうボード製品)およびJIS A 1475(建築材料の並行含水率測定方法)に規定するせっこう系材料の基準乾燥温度にならって、40±2℃に変更された。また、厚い材料によっては乾燥時間24時間では十分乾燥しきれないため、“乾燥器中で24時間以上恒量になるまで乾燥する。”と変更された。

③スレート(波板)の直角度の測定方法の具体化

波板の直角度の測定をより分かりやすくするため、製造会社が行っている測定方法が調査・検討され、例図が追加された。

(5) 規定値の見直し

①数値の丸め方について

試験で求めた測定値および計算によって求めた数値については、JIS全般と整合させて、四捨五入を取り入れ各規定値の有効数値に丸めることとなった。品質管理の現場では、既に自動的に四捨五入する管理ソフトを導入していることから、実質的な問題はないことが確認されている。

②かさ密度の有効数字の見直し

四捨五入で各規定値の有効数字をまとめると、製品分類が不明瞭になるけい酸カルシウム板(タイプ2)およびスラグせっこう板の密度の管理値を、次のように小数点以下1桁から2ケタに変更された。

種類	かさ密度		
		現行規格	旧規格
けい酸カルシウム板 タイプ2	0.8FK	0.60以上0.90未満	0.6以上0.9未満
	1.0FK	0.90以上1.20未満	0.9以上1.2未満
スラグ せっこう板	0.8SGI	0.60以上0.90未満	0.6以上0.9未満
	1.0SGI	0.90以上1.20未満	0.9以上1.2未満
	1.4SGI	1.20以上	1.2以上

4. 審議中に特に問題になった事項

①難燃性および発熱性試験の併記について

これまで性能項目で難燃性試験と発熱性試験とを併記してきたが、難燃性試験の装置メーカーが試験装置および部品の製造を中止しており、試験装置の維持管理に問題があることから、発熱性試験への一本化の検討が行われた。しかし、今回改正されて発熱性試験だけになってしまった場合、これまで難燃性試験で管理を行ってきた生産者の対応が困難なことから今回は改正が見送られた。また、この評価項目はその他のJIS〔JIS A 5404 (木質系セメント板)、JIS A 5414 (パルプセメント板)、JIS A 5422 (窯業系サイディング)、JIS A 5440 (火山性ガラス質複層板)、およびJIS A 6901 (せっこうボード製品) など〕にも記載されていることから、それらと整合された。ただし、発熱性試験の方法がISO規格に準拠していることを明らかにする意味から、附属書JAの名称に“Cone calorimeter method”も加えられた。

②石綿を使用していない旨の表示について

前回の改正時と同様に、今回の改正時においても、既に石綿の使用が禁止され、現在製造している製品には石綿が含有されていないことから“石綿を使用していない旨の表示”の要否が議論された。審議の結果、石綿を使用していない旨のマークが、石綿含有の有無の説明および証明になること、建材製品の解体に際し事前診断の指標となることから有用であるとして、現行のとおり表示が残されることとなった。

③波板の幅寸法の追加について

波板の寸法規定には、板両端の寸法(山頂から端部及び谷部から端部までの寸法)およびへりの高さの寸法を明瞭に定めていないため、板端寸法の大小の違いで重ね部分の納まりが悪くなる。その状態のままではフックボルトなどの留め付け金具で留めると波板に割れが生じることがあるため、幅寸法を短くした製品の追加が提案された。審議の結果、寸法幅の異なる板が同一工場で混在すると、施工に手

間がかかるばかりでなく、仕上がり状態、施工管理に支障を来すおそれがあるとの意見から、新たな幅寸法の追加が見送られた。しかし、その都度当事者間で協議して使用する場合には問題が発生しにくいとの観点から規定幅以外の製品の使用にあっては、受渡当事者間の協定で定めることとなった。

④規定外寸法の扱いについて

これまでJISにおける寸法については、生産実績の多いものを標準品または常備品の寸法として規定されてきた。しかし、規定外寸法の製品については品質的に特に問題が生じないこと、廃棄物排出の抑制要求によるプレカット製品等も多くなってきたことから、今回の改正では、表の注に“規定の寸法以外については、受渡当事者間の協定によって定める。”と記載して、規定外寸法製品もJIS製品であることが明確にされることとなった。

しかし厚さについては、厚さの大小が製品の特性に大きくかわるため、規定範囲外の厚さの製品のように審査を受けた以外の製品は、個々にJISの認証を受ける必要があることが確認された。

5. おわりに

今回は2013年に改正されたJIS A 5430 (繊維強化セメント板)について、その趣旨や内容を紹介した。本論が同規格に関係する読者の方々の参考になれば幸いである。なお、当センターでは、同JIS製品に関して、JISマーク製品認証および関連する各種試験を実施している。これらの認証・試験を検討される際は、下記までお問い合わせいただきたい。

【JISマーク製品認証】

製品認証本部 TEL:03-3808-1124 FAX:03-3808-1128

【各種試験】

中央試験所 TEL:048-935-1991 FAX:048-931-8323

西日本試験所 TEL:0836-72-1223 FAX:0836-72-1960

(文責：経営企画部 調査研究課 主幹 室星 しおり)

コンクリートの基礎講座

Ⅳ 製造・調合編 「その2:コンクリートの配(調)合設計」



コンクリートの基礎講座も残り2回となりました。今回は、“製造・調合編”のその2として、コンクリートの配(調)合設計について紹介します。

なお、本文中で下線を付した用語は、用語の解説を参照して下さい。

1. はじめに

これまでも紹介してきましたが、コンクリートは、セメント、水、骨材(細骨材、粗骨材)、混和材料(混和材、混和剤)および若干の空気で構成される複合材料です。このコンクリートを構成する各種材料の混合割合または使用量を配合または調合といいます。また、各種材料の混合割合や使用量を計画・決定することを配合設計または調合設計といいます。

用語については、土木・建築分野で統一する試みもありましたが現在でも若干異なっています。代表的な例として、土木分野では“配合”，建築分野では“調合”という用語を使用しています。ここでは、便宜上両者を示す用語として“配(調)合”という用語を使用します。なお、レディーミクストコンクリートは、土木・建築の両分野で使用されますが、JIS A 5308では“配合”という用語を使用しています。

コンクリートの配(調)合は、コンクリートの性能や品質を支配する最も重要な要因のひとつであり、良いコンクリートを作るためには、配(調)合設計が極めて重要となります。コンクリートの配(調)合を決定するという行為は、コンクリートに要求される品質の設定と計画配(調)合を定めるための条件の設定、材料の選定と配(調)合計算、試し練りおよび配(調)合の調整、示方配合・計画調合の決定と現場配(調)合への補正という一連の行為が含まれています。今回は、このコンクリートの配(調)合設計について概説します。

2. コンクリート配(調)合設計

コンクリートの配(調)合設計の方法は、関連学協会の示方書や仕様書に標準(標準的な流れ)が示されていますが、その手法や用語は土木分野と建築分野で若干異なります。

これは、それぞれの分野で取り扱うコンクリート構造物の特性(例えば、土木構造物の場合は部材寸法が大きく比較的硬練りのコンクリートが使用される場合が多い。一方、

建築構造物の場合は、部材寸法が小さく配筋が密なため、軟練りコンクリートが使用される場合が多い。)が異なるため、それぞれに適した手法が検討・発展してきたからです。

3. コンクリートの配(調)合設計の基本

前述したように、土木分野と建築分野では、配(調)合設計の手法および用語が若干異なりますが、その基本は同様です。

配(調)合設計の基本は、図1に示すように、1立方メートル(1m³)当たりのコンクリートについて、各種材料の容積割合をどのように設定するかということです。これまでに紹介してきましたが、水セメント比(水とセメントの割合:W/C)を変化させるとコンクリート強度は変化します。また、単位水量(水の量)を変化させると、コンクリートの流動性や耐久性が異なります。さらに、エントレインドエア(空気量)を変化させるとコンクリートの流動性や耐凍害性が変化します。従って、コンクリートに要求される性能を考慮して、各種材料の使用量を経済的かつ合理的に定めることが配(調)合設計の基本となります。

なお、既に紹介しましたが、使用材料の品質もコンクリートの諸性状と大きな関係があります。従って、配(調)合設計を行う際には、使用材料の品質を確認し、良質な材料(骨材など)を選定すること、また、コンクリートに要求される性能を考慮して、品質の異なる材料を適切に使分けすることも重要な事項の一つとなります。

水(15~18%程度)	
セメント(8~15%程度)	
細骨材 (25~35%程度)	粗骨材 (35~40%程度)
空気(3~6%程度)	

図1 各種材料の一般的な容積割合

4. コンクリートに要求される性能

コンクリートに要求される性能は、①施工性にかかわる性能、②構造安全性にかかわる性能、③耐久性にかかわる性能、④使用性にかかわる性能の4項目に大別することができます。

施工性にかかわる性能とは、主に、フレッシュコンクリートに要求される性能のことです。具体的には、各施工段階において作業が容易に行えること、施工時および施工前後において均質性が保たれ品質の変化が少ないこと、作業が終了するまでは所要の流動性を有し、その後は正常な速さで凝結・硬化すること、所定の温度および単位容積質量を有することなどが挙げられます。

構造安全性にかかわる性能とは、硬化したコンクリート(構造体コンクリート)に要求される性能のことです。圧縮強度に代表されるように、硬化したコンクリートの性能(圧縮強度、曲げ強度)が構造設計時に定めた性能(設計基準強度)を満足することが基本となります。

耐久性にかかわる性能とは、供用期間中、硬化したコンクリート(コンクリート構造物)が環境条件や劣化外力に対して抵抗する能力のことであり、具体的には、中性化、凍害、塩害などに対する抵抗性などが挙げられます。主に、供用年数に関連する要求性能ということになります。

使用性にかかわる性能とは、建築構造物の場合は、通常

の使用状態において居住者がいかに快適に生活できるかという居住性能のことです。また、土木構造物においては、明確な定義はありませんが、コンクリート構造物の機能を発揮するための要求性能と考えることができます。

これらの要求性能を満足させるために、関連学協会では、使用材料の種類や品質を規定し、配(調)合条件の標準を示すとともに、管理すべき具体的な性能項目を定めています。

コンクリートの要求性能と主な目標性能項目との関係を表1に、関連学協会の示方書や仕様書に規定されている一般的なコンクリートの配(調)合条件に関する主な規定を表2に示します。

表1 コンクリートの要求性能と主な目標性能項目との関係

要求性能	主な目標性能項目
施工性にかかわる性能	・ワーカビリティ [流動性(スランプ、スランブフロー)、材料分離抵抗性] ・凝結時間 ・施工上要求される強度
構造安全性にかかわる性能	・圧縮強度 ・ヤング係数 ・気乾単位容積質量
耐久性にかかわる性能	・中性化および鉄筋腐食に対する抵抗性 ・塩化物イオンに対する浸透抵抗性 ・鉄筋の防錆性 ・アルカリシリカ反応に対する抑制性能 ・凍結融解作用に対する抵抗性 ・乾燥収縮、水和熱によるひび割れに対する抑制性能 ・表面劣化に対する抵抗性
使用性にかかわる性能	・水密性 ・遮蔽性 ・断熱性 ・クリープ

表2 一般的なコンクリートの配(調)合に関する主な規定

示方書または仕様書	項目	配(調)合条件に関する主な規定
コンクリート示方書 ¹⁾ [2007年制定]	水セメント比	65%以下を基本とする。 水密性を考慮する場合は55%以下を標準とする。
	単位水量	できるだけ少なくする。[上限175kg/m ³ を標準とし、175kg/m ³ を超える場合は高性能A E減水剤を使用することが望ましい。]
	粗骨材の最大寸法 (鉄筋コンクリート)	一般の場合は20mmまたは25mm、断面が大きい場合は40mmを標準とする。また、部材最小寸法の1/5、鉄筋の最小あきの3/4およびかぶりの3/4を超えてはならない。
	スランプ (鉄筋コンクリート)	部材の種類や施工条件によって決める。また、コンクリートの製造から打込みまでのスランプの低下を考慮して、どの段階のスランプであるかを定義し、スランプを設定する。
	細骨材率	単位水量が最小になるように定める。
	空気量	無筋および鉄筋コンクリートの場合は4~7%を標準とする。
鉄筋コンクリート工事 標準仕様書(JASS5) ²⁾ [普通コンクリート]	水セメント比	セメントの種類および計画供用期間の級による。 ポルトランドセメント(低熱ポルトランドセメントを除く)および混合セメントA種を使用する場合は65%以下とする。 低熱ポルトランドセメントおよび混合セメントB種を使用する場合は60%以下とする。なお、計画供用期間の級が超長期でポルトランドセメントを使用する場合は55%以下とする。
	単位水量	185kg/m ³ 以下とする。
	単位セメント量	270kg/m ³ 以上とする。
	粗骨材の最大寸法	使用箇所、骨材の種類に応じて20~40mmとする。
	スランプ	調合管理強度が33N/mm ² 未満:18cm以下とする。 調合管理強度が33N/mm ² 以上:21cm以下とする。
	空気量	普通コンクリートの場合は4.5%、軽量コンクリートの場合は5.0%を標準とする。
	塩化物量	塩化物イオン量として0.30kg/m ³ 以下とする。

注¹⁾:土木学会 ²⁾:日本建築学会

5. 配(調)合設計の手順

配(調)合設計の手順は、日本建築学会の「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」や土木学会の「コンクリート示方書」に標準が示されていますが、一般的なコンクリートの配合設計の手順は図2に示すとおりです。なお、コンクリートの配(調)合設計を行うに際し、各種要因が変化した場合の対応方法(細骨材率、単位水量の補正)の一例を表3に示します。

6. 配(調)合設計の具体的な手順

配(調)合設計を理解するためには、関連学協会の示方書や仕様書に基づき、具体的な事例について順次解説する方法が有効です。しかし、誌面の都合上、ここでは、配(調)合設計のごく基本的な事項について、土木用コンクリートと建築用コンクリートの相違点を中心に概説します。

なお、土木用コンクリートと建築用コンクリートの配(調)合設計上の諸条件に関する規定(例えば、水セメント比の上限値、単位水量および単位セメント量の上下限値、スランブおよび空気量の標準値、粗骨材の最大寸法等)に関する相違点は、表2に示したとおりです。

(1) 配(調)合強度の決定

圧縮強度(舗装用コンクリートの場合は曲げ強度)は、コンクリートおよびコンクリート構造物に要求される最も重要な性能です。従って、コンクリートの強度(圧縮強度、曲げ強度)は、ばらつきが生じても構造設計時に定めた性能(設計基準強度)を満足する必要があります。配(調)合強度とは、強度のばらつきを考慮した上で目標とする圧縮強度(曲げ強度)のことで、以下に示す方法によって決定します。

土木用コンクリートの場合は、設計基準強度に割増し係数を乗じた値が配合強度となります。通常は、予想される強度の変動係数に応じた割増し係数(不良率5%)を使用します。例えば、変動係数を10%と仮定すると、割増し係数は1.2となり、配合強度は、設計基準強度に1.2を乗じた値となります。

一方、建築用コンクリートの場合は、土木用コンクリートに比較して複雑であり、まず始めに、式1によって構造体強度補正值を考慮した調合管理強度を求めます。次に、強

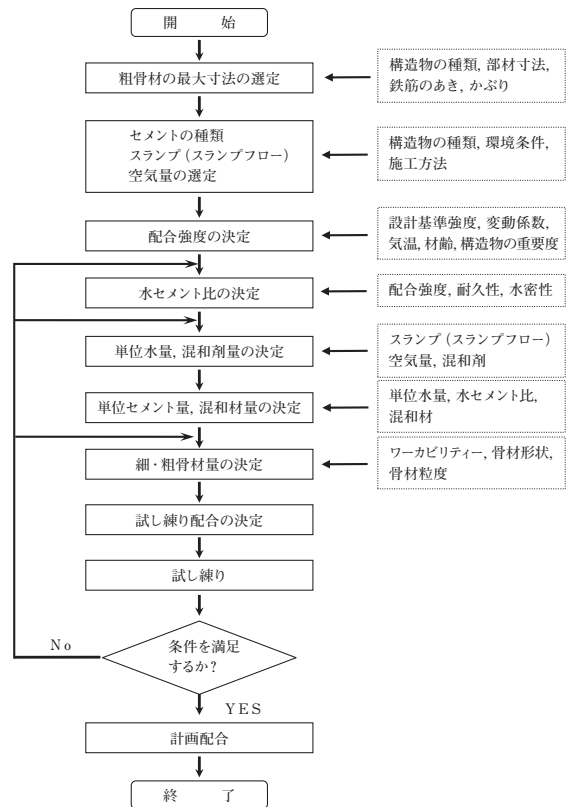


図2 一般的なコンクリートの配合設計の定め方

度のバラツキ(正規偏差と標準偏差の積)を加えた値が式2および式3を満足することを確認して調合強度とします。

$$F_m = F_q + mSn \quad \text{式1}$$

ここに、 F_m : コンクリートの調合管理強度 (N/mm^2)

F_q : コンクリートの品質基準強度 (N/mm^2) 品質基準強度は、設計基準強度または耐久設計基準強度のうち、大きい方の値とする。

mSn : 標準養生した供試体の材齢 m 日における圧縮強度と構造体コンクリートの材齢 n 日における圧縮強度の差による構造体強度補正值 (N/mm^2)。

$$F \geq F_m + 1.73 \sigma \quad \text{式2}$$

$$F \geq 0.85F_m + 3 \sigma \quad \text{式3}$$

ここに、 F : コンクリートの調合強度 (N/mm^2)

σ : 使用するコンクリートの圧縮強度の標準偏差 (N/mm^2)

表3 各種要因が変化した場合の対応方法の一例

要因	細骨材率(%)の補正	単位水量の補正
細骨材の粗粒率が0.1大きい(小さい)ごとに	0.5大きく(小さく)する	補正しない
スランブが1cm大きい(小さい)ごとに	補正しない	1.2%大きく(小さく)する
空気量が1%大きい(小さい)ごとに	0.5~1小さく(大きく)する	3%小さく(大きく)する
水セメント比が5%大きい(小さい)ごとに	1大きく(小さく)する	補正しない
細骨材率が1%大きい(小さい)ごとに	—	1.5kg大きく(小さく)する
川砂利を用いる場合	3~5小さくする	9~15kg小さくする

なお、調合強度は、標準養生した供試体の材齢 m 日（原則として28日）における圧縮強度で表します。

(2) 水セメント比の決定

水セメント比は、水とセメントの質量比 (W/C) のことで、通常は百分率で表記します。

土木用コンクリートの場合は、圧縮強度に基づく水セメント比、耐久性から定まる水セメント比、水密性から定まる水セメント比のうち、最も小さい値を採用することを標準としています。なお、耐久性や水密性から定まる水セメント比の上限値は、構造物の種類、露出状態、断面、気象条件などによって異なるため注意する必要があります。

一方、建築用コンクリートの場合は、調合強度を得るための水セメント比、セメントの種類によって定められた上限値、コンクリートの種類および計画供用期間の級を考慮して定めることが基本です。調合強度を得るための強度算定式は、生コン工場の実績またはJASS5に示された概略式を用います。なお、一般の仕様の普通コンクリートでも計画供用期間の級が異なると水セメント比の最大値が異なる（例えば、短期・標準・長期：65%，超長期：55%）ので注意する必要があります。

(3) 単位水量の決定

単位水量とは、コンクリート 1m^3 中の水の質量のことです。単位水量は、使用する混和剤の種類、粗骨材の最大寸法、スランプ、空気量などを考慮して定めます。

土木用コンクリート、建築用コンクリートともに、単位水量はできるだけ少なくすることが原則ですが、土木用コンクリートでは $175\text{kg}/\text{m}^3$ 以下、建築用コンクリートでは $185\text{kg}/\text{m}^3$ 以下を標準としています。

なお、単位水量を定める際、使用する化学混和剤の減水率を考慮して、化学混和剤の使用量（混和剤量）も決定します。

(4) 単位セメント量の決定

単位セメント量とは、コンクリート 1m^3 中のセメントの質量のことです。

単位セメント量は、(2)の水セメント比と(3)の単位水量から算出します。また、セメントの絶対容積（ 1m^3 中のセメントの容積）は、単位セメント量をセメントの密度で除して求めます。

土木用コンクリートは、特殊コンクリートについて標準値が示されており、例えば、海洋コンクリートの場合は、耐久性から定まる単位セメント量の最小値を、環境区分、粗骨材の最大寸法に応じて $280 \sim 300\text{kg}/\text{m}^3$ 以下を標準としています。これに対し、建築用コンクリートの場合は、普通コンクリートでは $270\text{kg}/\text{m}^3$ 以下、軽量コンクリートでは $320\text{kg}/\text{m}^3$ または $340\text{kg}/\text{m}^3$ 以下を標準としています。

なお、コンクリート用混和材は、通常、単位セメント量に対する比率で置換（内割り、外割り）するため、単位セメン

ト量の決定後に定めるのが一般的です。

(5) 細骨材量および粗骨材量

骨材量 [1m^3 中の細骨材および粗骨材の容積（絶対容積）および単位量（質量）] の定め方は、土木用コンクリートと建築用コンクリートで大きく異なります。

土木用コンクリートの場合は、まず初めに、 1m^3 （1000L）から骨材以外の材料（セメント、水、混在材料）の絶対容積および空気量を差し引いて、骨材の絶対容積を算出します。次に、粗骨材の最大寸法、空気量、混和剤の種類等に応じた細骨材率 [全骨材の容積に対する細骨材の容積比（%）] の標準値を骨材の絶対容積に乗じて細骨材の絶対容積を算出します。この絶対容積に細骨材の表乾密度を乗じて、コンクリート 1m^3 中の細骨材の質量（単位細骨材量）とします。

また、粗骨材の絶対容積は、骨材の絶対容積から細骨材の絶対容積を差し引いて求め、その値に粗骨材の表乾密度を乗じてコンクリート 1m^3 中の粗骨材の質量（単位粗骨材量）とします。なお、最適細骨材率は、骨材の形状、粒度、粗骨材の最大寸法、混和材料の使用の有無等によって大きく異なり、所要のワーカビリティが得られる範囲内で、単位水量が最小になるように試験によって定めます。

一方、建築用コンクリートの場合は、最適細骨材率を使用することもあります。通常は調合条件ごとに定められた単位粗骨材かさ容積の標準値を用いて、次式によって単位粗骨材量、粗骨材の絶対容積を算出します。

・単位粗骨材量 (kg/m^3)

$$[\text{単位粗骨材かさ容積} (\text{m}^3/\text{m}^3)] \times [\text{粗骨材の単位容積質量} (\text{kg}/\text{m}^3)]$$

・粗骨材の絶対容積 (l/m^3)

$$[\text{単位粗骨材かさ容積} (\text{m}^3/\text{m}^3)] \times [\text{粗骨材の実積率} (\%)] \times 1000 / 100$$

$$[\text{単位粗骨材量} (\text{kg}/\text{m}^3)] / [\text{粗骨材の表乾密度} (\text{kg}/\text{l})]$$

また、細骨材の絶対容積は、1000Lから細骨材を除く全材料の絶対容積および空気量を差し引いて求めます。その後、細骨材率 (s/a) を算出します。なお、単位細骨材量は、細骨材の絶対容積に細骨材の表乾密度を乗じて求めます。

近年、複数の骨材を混合して使用する事例が増加しています。骨材の混合方法には、容積方法と質量方法があります。前者は細骨材（粗骨材）の絶対容積に混合割合を、後者は単位細骨材（単位粗骨材量）に混合割合を乗じて、それぞれの骨材の絶対容積または単位量を算出します。

(6) 示方配合・計画調合の決定

(1)～(5)の手順で算出した各材料の絶対容積および単位量を取り纏めた一覧表を土木分野では示方配合、建築分野では計画調合と呼びます。一般に、示方配合には、粗骨材の最大寸法、スランプ、空気量、水セメント比 (W/C)、細

表4 コンクリートの示方配合の一例

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
					水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G		混和剤 A
									mm ~ mm	mm ~ mm	

表5 コンクリートの計画調合の一例

品質基準強度 (N/mm ²)	調合管理強度 (N/mm ²)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位水量 (kg/m ³)	絶対容積 (l/m ³)				単位量 (kg/m ³)				化学混和剤の使用量 (ml/m ³) または (× C%)	計画調合上の最大塩化物イオン量 (kg/m ³)
							セメント	細骨材	粗骨材	混和材	セメント	細骨材	粗骨材	混和材		

骨材率 (s/a) と共に、使用材料の単位量を明記します。

一方、計画調合には、コンクリートの諸条件、使用材料の単位量のほかに絶対容積を明記するのが特徴です。

示方配合の一例を表4に、計画調合の一例を表5に示します。

(7) 試し練りおよび試し練りの結果に基づく判定、修正

示方配合または計画調合に基づき試し練りを行い、コンクリートに要求される諸条件を満足することを確認します。なお、要求性能を満足しない場合は、試し練りの結果を考慮して、示方配合または計画調合の修正を行います。

(8) 現場配(調)合

示方配合または計画調合からコンクリート1バッチ当たりの練混ぜ量(1回に練り混ぜる量)を算出し、現場配(調)合を作成します。なお、その際、土木用コンクリートの場合は、骨材の粒度(過大粒、過小粒)および含水率の補正を行います。建築用コンクリートの場合は、通常、骨材の粒度の補正は行いません。

め、その手法を料理に例えた方がいました。先輩諸兄から、不謹慎であるとお叱りを受けましたが、私は最も理解しやすい説明だと思いました。

料理は味だけでなく、彩り、食感、または食後の消化・吸収、摂取する栄養素などを考慮して、素材の選択、組み合わせ、量、調味料、香辛料の種類や効果を検討します。また、素材の種類・量や組み合わせ、調理方法をレシピとして表します。コンクリートの配(調)合設計も基本的には料理を作る場合と同様です。

良いコンクリートを作るための配(調)合設計は、良質な材料を選定し、あるいは、地元で採れる材料を用いて、美味しく、栄養価の高い料理を作ることをイメージしていただくとうれしいと思います。

今回は、構造物編として、非破壊検査、微破壊検査、コンクリートコアの物理試験・化学分析等を取り纏めて紹介します。なお、コンクリートの基礎講座は次回が最終回となります。

7. おわりに

コンクリートの配(調)合設計を分かりやすく説明するた

(文責：工事材料試験所 副所長 真野 孝次)



用語の解説

・設計基準強度

構造物および部材の構造計算において基準としたコンクリートの強度のこと。

・構造体強度補正值

調合強度を定めるための基準とする材齢における標準養生供試体の圧縮強度と保証材齢における構造体コンクリート強度との差に基づくコンクリート強度の補正值のこと。

・調合管理強度

調合強度を定め、調合強度を管理する場合の基準となる強度で、設計基準強度および耐久設計基準強度に、それぞれ構造体強度補正值を加えた値のうちの大きい方の値のこと。

・調合強度

調合する際に目標とするコンクリートの強度のこと。品質のばらつきや養生温度の影響等を考慮して設計基準強度または耐久設計強度に割り増した値とする。

・品質基準強度

構造体の要求性能を得るために必要とされるコンクリートの圧縮強度で、通常、設計基準強度と耐久設計基準強度を確保するために、コンクリートの品質の基準として定める強度のこと。

・耐久設計基準強度

構造体および部材の計画供用期間に応ずる

耐久性を確保するために必要とするコンクリートの圧縮強度の基準値のこと。

・計画供用期間の級

計画供用期間とは、建築物の計画時または設計時に、建築主または設計者が設定する建築物の予定供用期間のこと。その級としては、構造体および部材に対して、短期、標準、長期、超長期の4つがある。

・単位粗骨材かさ容積

調合設計の際に用いるコンクリート1m³当たりの粗骨材のかさ容積のこと。単位粗骨材量をその粗骨材の単位容積質量で除した値のこと。

知っていましたか！ 骨材に関する品質規格の変遷

今回は、いつもと形式を変えて、私の好きな骨材に関する品質規格の制定の変遷について紹介します。

現在、コンクリートに使用されている骨材には、天然骨材、碎石・砕砂、スラグ骨材、再生骨材、軽量骨材などがあります。これらの骨材の品質は、JISや関連学協会の示方書や仕様書に規定されていますが、規格制定の変遷は別表のとおりです。

【骨材の品質規格の始まり】

我が国で骨材の品質が初めて規定されたのは、1929年(昭和4年)に日本建築学会が制定した「コンクリート及び鉄筋コンクリート標準仕様書」および「鉄筋コンクリート構造計算規準」になります。また、ほぼ同時期の1931年(昭和6年)に制定された土木学会の「鉄筋コンクリート標準示方書」にも骨材の品質が定められています。

当時は天然骨材を対象として、砂については「粒度、微粒分量、有機不純物」、砂利については「粒度」に関する品質が規定されていました。また、砂利については総則で、コンクリート中の硬化モルタルの強度以上であること、耐火的であること等が求められ、特別な場合として、碎石の使用も認められていました。なお、品質規格の制定当時は、試験方法に関する規定がないため、それぞれの仕様書には、付録として試験方法が掲載されていました。

上記の品質規格の詳細は、前者については日本建築学会の図書館で、後者については土木学会附属図書館のデジタルアーカイブスで確認することができます。

【関連学協会の品質規格】

土木学会および日本建築学会ともに制定当時(昭和初期)の骨材の品質規格は概ね同様でした。これは、両学会とも米国の仕様書および試験方法を参考にして規定されたからです。しかし、1949年(昭和24年)に制定されたコンクリート標準示方書から、骨材の品質規格に対する両学会の対応は若干異なっています。

1949年版のコンクリート標準示方書に規定された骨材の品質項目は、アルカリシリカ反応性に関する規定を除くと、現行の規定と概ね同様です。ただし、骨材の代表的な品質項目である「密度、吸水率」に関する規定がなく、1996年(平成8年制定)のコンクリート標準示方書に初めて品質が規定されました。

一方、日本建築学会のコンクリート工事標準仕様書(JASS5)では、規格制定時(1929年)から1965年(昭和40年)の改定時まで大幅な改定は行わず、粒度分布の改定や塩化物含有量に関する規定が追加された程度でした(比重、軟石量、安定性、実積率については具体的な規定はなく、解説に標準値が示されていた)。しかし、1975年(昭和50年)のJASS5の大改定で、骨材の品質規格は大幅に見直されました。具体的には、骨材を3種類(I級~III級)に級別し、級ごとにその品質が規定されました。これは、コンクリートの等級(高級、常用、簡易)に応じて骨材を使い分ける方法の導入に対する対応です。ただし、有害物量(軟石、密度1.95他)の許容値や骨材の耐久性(安定性、すりへり)に関する規定は定められていません。なお、この品質規格は制定後10年間採用されましたが、1986年(昭和61年)の大改定時に廃止され、従来のII級に相当する品質が一般的な骨材の品質規格になりました。

【JISの品質規格】

1. 天然骨材(JIS A 5308 附属書)

前回紹介しましたがJIS A 5308は、1953年(昭和28年)に制定されました。しかし、制定当時は骨材の品質規格はなく、骨材の品質はコンクリートの用途に応じて、関連学協会の示方書や仕様書に則って管理されていました。その後、1978年(昭和53年)の改正時に骨材に関する附属書1が制定され、初めて具体的な品質規格が定められました。ただし、当時の品質規格は、土木用骨材については土木学会のコンクリート標準示方書、建築用骨材については日本建築学会のJASS5の品質規格をそのまま引用したものでした。1993年(平成5年)の改正で、土木・建築共通のレディーミクストコンクリート用骨材としての品質規格が確立されました。その後は、アルカリシリカ反応(ASR)の抑制対策に対する対応、各種スラグ骨材、再生骨材Hの採用等を経て現在に至っています。

2. 碎石および砕砂(JIS A 5005, JIS A 5004)

碎石に関する品質規格は、JIS A 5005として1961年(昭和36年)に、砕砂に関する品質規格はJIS A 5004として1980年(昭和55年)に制定されました。JIS A 5005とJIS A 5004は、1993年(平成5年)にJIS A 5005に統合され、2000年(平成12年)に確認、2009年(平成21年)に改正されて現在に至っています。

3. スラグ骨材(JIS A 5011-1 ~ JIS A5011-4)

スラグ骨材については、1977年(昭和52年)に「高炉スラグ粗骨材(BFG)」に関するJIS A 5011が制定されています。その後、1981年(昭和56年)に「高炉スラグ細骨材(BFS)」に関するJIS A 5012が制定されました。両規格は、1992年(平成4年)にJIS A 5011に統合されるとともに、「フェロニッケルスラグ細骨材(FNS)」が追加されました。その後、1997年(平成9年)に「銅スラグ細骨材(CUS)」が、2003年(平成15年)に「電気炉酸化スラグ骨材(EFG, EFS)」が追加され現在に至っています。近年、スラグ骨材については、環境安全品質基準を考慮した大幅な改正が行われています。

4. 再生骨材(JIS A 5021 ~ JIS A 5023)

再生骨材については、まず初め、2005年(平成17年)に「再生骨材H」に関するJIS A 5021が制定されました。その後、2006年(平成18年)にJIS A 5023が制定され、その附属書に「再生骨材L」に関する規定が定められました。次いで、2007年(平成19年)にJIS A 5022が制定され、その附属書に「再生骨材M」に関する規定が定められ現在に至っています。近年、これらの3規格は、再生骨材コンクリートの普及促進を目的として、規格内容の見直しが行われました。

5. 構造用軽量コンクリート骨材(JIS A 5002)

軽量骨材に関するJISは、骨材の品質規格の中で最も早く、1955年(昭和30年)にJIS A 5002として制定されました。ただし、制定当時は天然軽量骨材を対象とした規格であり、1971年(昭和46年)の改正時に人工軽量骨材に関する品質規格が追加されました。その後、規格内容に大きな改正はなく現在に至っています。

別表 骨材関係の品質規格の制定の変遷 (JIS, 関連学協会の示方書・仕様書)

時期	骨材関係のJISの制定・改定状況		土木学会 [コンクリート標準示方書]	日本建築学会 [鉄筋コンクリート標準仕様書]
	天然骨材(砂利・砂)	天然骨材以外		
1920年代				'29 コンクリート及び鉄筋コンクリート標準仕様書, 鉄筋コンクリート構造計算規準の制定 ・品質項目:粒度, 微粒分量, 有機不純物
1930年代			'31 鉄筋コンクリート標準示方書の制定 ・品質項目:粒度, 微粒分量, 有機不純物	
1940年代			'49 コンクリート標準示方書の制定 ・碎石の採用 ・有害物, 耐久性に関する品質の追加	
1950年代	'53 JIS A 5308の制定 ・骨材の品質は標準仕様書による	'55 JIS A 5002の制定 ・軽量骨材の品質を規定	'56 コンクリート標準示方書の改訂 ・砕砂の採用	'53 建築工事標準仕様書(JASS5)の制定 ・鉄筋コンクリートに海砂利・砂の禁止
1960年代		'61 JIS A 5005の制定 ・碎石の品質を規定		'65 JASS5の改定 ・碎石の採用, 調合表の標準値の改定
1970年代	'75 JIS A 5308の改正 ・国際単位系の導入・併記 '78 JIS A 5308 附属書1の制定 ・土木用, 建築用骨材を区分	'71 JIS A 5002の改正 ・人工軽量骨材の品質を規定 '77 JIS A 5011の制定 ・BFGの品質を規定	'74 コンクリート標準示方書(昭和49年制定)の制定 ・海砂の採用, BFGの条件付き採用	'75 JASS5の大改定 ・普通骨材を3種類(I級~Ⅲ級)に級別し, 品質規格を規定 ・砕砂の採用, BFGの条件付き採用
1980年代	'85 JIS A 5308 附属書1の改正 ・砕砂, BFGの採用 ・混合使用時の制限規定 '89 JIS A 5308 附属書1の改正 ・アルカリシリカ反応(ASR)抑制対策の導入	'80 JIS A 5004の制定 ・砕砂の品質を規定 '81 JIS A 5012の制定 ・BFSの品質を規定 '86 建設省技調発 第285, 287号 ・塩化物量総量規制基準 ・アルカリ骨材反応暫定対策	'86 コンクリート標準示方書[施工編](昭和61年制定)の制定 ・解説に塩分総量規制, アルカリシリカ反応の抑制対策について紹介	'86 JASS5の大改定 ・級別を廃止し, 従来のⅡ級を骨材の品質規格として規定 ・高耐久性コンクリートおよび高強度コンクリート用骨材の品質規格の制定(従来のⅠ級相当以上の品質)
1990年代	'93 JIS A5308 附属書1の改正 ・土木用, 建築用骨材の一本化 '98 JIS A5308 附属書1の改正 ・CUSの採用 ・混合使用時の制限規定	'92 JIS A 5011(5012)の統廃合 ・FNSの品質を規定(JIS A 5011) '93 JIS A 5005(5004)の統廃合 ・碎石と砕砂を統合(JIS A 5005) '97 JIS A 5011の改正 ・CUSの品質を規定	'91 コンクリート標準示方書[平成3年版] [施工編]の制定 ・塩化物の総量規制を導入 '96 コンクリート標準示方書[平成8年制定][施工編]の制定 ・絶乾密度, 吸水率に関する規定を追加	'91 JASS5の改定 ・解説にアルカリ骨材反応抑制対策に関する指針の掲載 '93 JASS5の改定 ・各種スラグ骨材の採用 * 概ね, 現行のJASS5の内容と同様
2000年代以降	'03 JIS A5308 附属書1の改正 ・EFG, EFSの採用 ・混合使用時の制限の明確化 '09 JIS A5308 附属書Aの改正 ・再生骨材Hの採用	'03 JIS A 5011の改正 ・EFG, EFSの品質を規定 '05 JIS A 5021の制定 ・再生骨材Hの品質を規定 '06 JIS A 5023の制定 ・附属書に再生骨材Lの品質を規定 '07 JIS A 5023の制定 ・附属書に再生骨材Mの品質を規定	'00 【平成11年版】コンクリート標準示方書—耐久性照査型—[施工編]の制定 ・仕様規定から性能規定に移行, 規格の記述方法(標準とする)に統一 '02 【2002年版】コンクリート標準示方書[施工編]の制定	'03 JASS5の改定 ・条件付きで, 高品質の再生骨材を採用

(((((.....))))))

「改正省エネ法とエネルギーマネジメントシステム説明会」を開催

ISO 審査本部

去る2014年3月6日(木)、日本橋オフィス・大会議室において、「改正省エネ法とエネルギーマネジメントシステム説明会」を開催しました。当日は、建設・建材等の企業の関係者、ISO審査本部の関係職員など約40名が参加し、二題の講演を聴講しました。

今川副本部長の開会挨拶の後、一つ目の講演では、経済産業省資源エネルギー庁の横田彼呂氏(省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課 制度設計担当係)より、「省エネ法の改正について」と題して、新たに盛り込まれた「電気の需要の平準化の推進」を中心に改正のポイントについて説明が行われました。続いて、ISO審査本部の斉藤誠 審査チーフより、「ISO50001と省エネルギー」と題して、規格の概要・省エネ法との関係・認証取得のメリットなどについて説明が行われました。講演後は、改正省エネ基準を違反した際のペナルティーや、省エネ基準とISO50001認証との関係など、会場から複数の質疑があり、参加者の関心の高さがうかがえました。

ISO審査本部では、2013年からISO50001の認証業務を開始しています。お問い合わせは下記までお願いします。

【お問い合わせ先】

ISO 審査本部 審査部

TEL: 03-3249-3151 FAX: 03-3249-3156



講演会場の様子



経済産業省 横田彼呂氏の講演

(((((.....))))))

創立50周年記念事業「オープンオフィス」を開催

ISO 審査本部

去る2014年3月28日、当センターISO審査本部は、創立50周年記念事業の一環として、オープンオフィスを開催しました。オープンオフィスは、ISO審査本部職員・審査員の家族を対象に、日頃の業務の様子や業務内容を紹介することなどを目的に開催され、45名の関係者が参加しました。

はじめに、屋外庭園にて日本橋オフィスの屋上からの眺めを楽しんだ後、ISO審査本部のオフィス内を見学しました。その

後、会議室にて長坂主任から当センターの業務内容について説明が行われ、引き続き懇親会が開催されました。参加者の多くが小学生以下の子供達であったため、見学や説明会の時には子供達のにぎやかな声が聞こえ、和やかな雰囲気の中で開催されました。オープンオフィスを通して、当センターについて理解を深めていただけたのではないかと思います。



屋外庭園での様子



業務内容の説明の様子

JIS マーク表示制度に基づく製品認証登録

製品認証本部では、下記企業 (3件) について平成25年12月2日付で JIS マーク表示制度に基づく製品を認証しました。

<http://www2.jtccm.or.jp/jismark/search/input.php>

認証登録番号	認証契約日	工場または事業場名称	JIS 番号	JIS 名称
TC0213007	2013.12.2	株式会社 リアス生コン	A5308	レディーミクストコンクリート
TCCN13038	2013.12.2	東莞市銀建玻璃工程 有限公司	R3205	合わせガラス
TCTW13014	2013.12.2	佳大世界 株式会社 永康第二工場	G3137	細径異形PC鋼棒

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (2件) の品質マネジメントシステムを ISO9001 (JIS Q 9001) に基づく審査の結果、適合と認め平成26年2月7日付で登録しました。これで、累計登録件数は2254件になりました。

登録事業者 (平成26年2月7日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RQ2253	2014/2/7	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2017/2/6	(株)アグリファーム鴨川	千葉県鴨川市東町171-1A	農産物の生産(水稲、枝豆、菜花)
RQ2254	2014/2/7	ISO 9001:2008 (JIS Q 9001:2008)	2017/2/6	(株)横井製作所	東京都中央区新富一丁目8番9号 <関連事業所> 東京支社、大阪支社、伊賀工場、柘植工場	消火栓及び消防用ホースの設計・開発及び製造

ISO 14001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (2件) の環境マネジメントシステムを ISO14001 (JIS Q 14001) に基づく審査の結果、適合と認め平成26年2月22日付で登録しました。これで、累計登録件数は690件になりました。

登録事業者 (平成26年2月22日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RE0689	2014/2/22	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2017/2/21	安西工業(株)	兵庫県神戸市西区上新地3丁目3番1号 <関連事業所> 大阪支店、奈良支店、南大阪支店、東大阪営業所、伊丹支店、加古川支店、小野支店、三重支店、東京支店、名古屋営業所、長崎営業所、沖縄営業所	安西工業株式会社及びその管理下にある作業所群における「理蔵文化財の発掘調査に係る設計及び施工」「土木構造物の設計及び施工(設計は舗装設計に限る)」に係る全ての活動
RE0690	2014/2/22	ISO 14001:2004 (JIS Q 14001:2004)	2017/2/21	光洋建設(株)	栃木県小山市大字喜沢689番地 <関連事業所> 小山合材工場	光洋建設株式会社及びその管理下にある作業所群における「道路等の舗装工事に係る施工」、「土木構造物の施工」、「アスファルト混合物の配合設計及び製造」、「道路等の維持管理」に係る全ての活動

OHSAS 18001 登録事業者

ISO 審査本部では、下記企業 (1件) の労働安全衛生マネジメントシステムを OHSAS 18001:2007 に基づく審査の結果、適合と認め平成26年2月22日付で登録しました。これで、累計登録件数は68件になりました。

登録事業者 (平成26年2月22日付)

登録番号	登録日	適用規格	有効期限	登録事業者	住 所	登録範囲
RS0068	2014/2/22	OHSAS 18001:2007	2017/2/21	田中建設(株)	福島県双葉郡双葉町大字長塚字町48番地 <関連事業所> いわき事務所	田中建設株式会社及びその管理下にある作業所群における「土木構造物並びに建築物の施工」に係る全ての活動

地球と人の未来を照らし
空間の快適づくりをささえるパートナー

< 主な事業 >

● **品質性能試験**

建築物・土木構造物に使用される材料、部材、建具などのユニット製品、設備機器などを対象に次の試験を行っています。

◇ **材料試験**

モルタル系材料、コンクリート系材料、ボード類、床材料、屋根葺き材料、石材、高分子材料などの素材、建材の物性試験及び化学分析などを行っています。また、家具・建具類などの性能試験を行っています。

◇ **構造試験**

建築、土木の各種構造物及びこれらを構成する部位・部材の強度試験、あと施工アンカーの強度試験、非構造部材及び建築設備の耐震試験、建築物の実大振動試験、建築物の耐力診断などを行っています。

◇ **防耐火試験**

柱・はり・床・壁などの防耐火試験、防火設備の防火性能試験、防火材料の不燃性試験などを行っています。また、建築設備や耐火金庫などの耐火耐熱試験もを行っています。

◇ **環境試験**

居住空間の熱・湿気環境や空気質、外部風雨環境に対する防水性や耐風強度性、建築設備・部品などの各種性能、音環境について性能試験を行っています。

● **工事用材料試験**

建築・土木工事に使用されるコンクリート・モルタル・鉄筋・鋼材・アスファルト・路盤材等の試験、耐震診断に関連したコンクリートコアの強度試験・中性化試験、住宅基礎コンクリートなどの品質管理試験を行っています。

● **性能評価**

「建築基準法」に基づく性能評価・型式適合認定及び「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく試験の結果の証明・住宅型式性能認定を行っています。また、高齢者福祉施設の安全に係る基準適合証明などの建設資材・技術に関する適合証明を行っています。

● **製品認証**

「工業標準化法」に基づく登録認証機関として、建築・土木分野を中心とした製品及び加工技術のJISマーク表示の認証を行っています。また、JAS登録認定機関として、国内外を対象に木材加工製品のJASマークの認定を行っています。

● **マネジメントシステム認証**

ISO9001・14001・50001・39001、OHSAS18001などのマネジメントシステム認証を行っています。また、東京都・埼玉県条例に基づく温室効果ガス(GHG)の排出量検証を行っています。

● **調査研究・標準化**

建築・土木分野における技術開発を支援する調査・研究を行っています。また、JIS原案作成団体としてJISの原案作成及び維持管理やISO/TC146/SC6、TC163/SC1の国内事務局を運営するなど、国内外の標準化活動を行っています。

TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821 (経営企画部 企画課)

● 最新情報はWebサイト又はメールニュースをご利用下さい。 ●

<http://www.jtccm.or.jp/>

あ と が き

新年度が始まり、2014年度の新入職員が入社してきて1ヶ月余りが経過しました。新人研修もスタートし、毎日緊張の面持ちで研修を受講している新入職員の姿をみると、自分が入社した十数年前を思い出します。新入職員が入ってくることで、組織全体がリフレッシュし、組織の活性化につながります。また、既存の職員は、新入職員に業務を教えることで経験を言語化することができ、その結果、自らの成長につなげることができるのではないかと思います。

新人研修は、初めにあいさつや電話対応などのビジネスマナーを学ぶカリキュラムとなっています。このビジネスマナーは非常に重要であり、あいさつや電話対応などのマナーで、人となりを見られることがあります。またその際、時としてそのときの印象やイメージは、職員を通して企業や組織の評価につながる場合があるため、おろそかにできない必須のビジネススキルと考えられます。ビジネスマナーの基本をしっかりと理解し、実践していくことで、顧客との円滑なやりとりが実現することはもちろん、社内でのコミュニケーションもスムーズになり、結果的に自身の仕事をうまく進めていくことにつながるのではないかと思います。

これから多くのことを学び、体験し、その一つ一つを貴重な経験として積み上げていくことで成長する新入職員に負けないように、自分自身も日々成長していきたいと思えます。

(中里)

編集をより

今月号の寄稿は、「循環型社会に向けた浮遊選鉱法によるフライアッシュの改質手法と改質フライアッシュスラリーコンクリートの実用化」と題して、北九州市立大学教授の高巢先生に、石炭火力から生成される副産物の有効活用について、一連の実証実験、実用化に向けた取り組みなどをご執筆いただきました。

当センターでは、省資源・省エネルギー、資源の有効活用や住環境の安全・安心などの社会的課題に対する調査研究・標準化に取り組んでいます。また、これらに関連する試験業務を実施しております。業務をつうじて、環境にやさしい社会の構築に貢献できればと考えております。

4月より本誌編集の担当窓口となります。分かりやすく読みやすい情報誌をお届けできるよう取り組んでまいりたいと思えますので、どうぞよろしくご願ひ申し上げます。

(佐竹)

建材試験 情報

4 2014 VOL.50

建材試験情報 4月号
平成26年4月1日発行

発行所 一般財団法人建材試験センター
〒103-0012
東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル
<http://www.jtccm.or.jp>

発行者 村山浩和
編集 建材試験情報編集委員会
事務局 電話 048-920-3813
FAX 048-920-3821

本誌の内容や記事の転載に関するお問い合わせは事務局までお願いします。

建材試験情報編集委員会

委員長

田中享二(東京工業大学・名誉教授)

副委員長

春川真一(建材試験センター・理事)

委員

小林義憲(同・技術担当部長)

鈴木利夫(同・総務課長)

鈴木澄江(同・調査研究課長)

志村重顕(同・材料グループ主任)

上山耕平(同・構造グループ主幹)

佐川 修(同・防耐火グループ主任)

齋藤邦吉(同・工事材料試験所住宅基礎課主任)

今川久司(同・ISO 審査本部副本部長)

齊藤春重(同・性能評価本部主幹)

中里侑司(同・製品認証本部課長代理)

大田克則(同・西日本試験所上席主幹)

事務局

藤本哲夫(同・経営企画部長)

室星啓和(同・企画課課長代理)

佐竹 円(同・企画課主任)

霧岡美穂(同・企画課)

制作協力 株式会社工文社

事業所・アクセス

●草加駅前オフィス

〒340-0015 埼玉県草加市高砂2-9-2 アコス北館Nビル

●総務部 (3階)

TEL.048-920-3811(代) FAX.048-920-3820

●検定業務室 (3階)

TEL.048-920-3819 FAX.048-920-3825

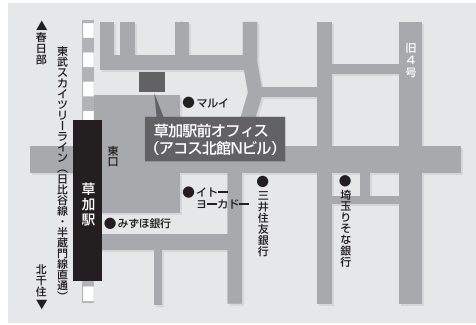
●性能評価本部 (6階)

TEL.048-920-3816 FAX.048-920-3823

●経営企画部(企画課) (6階)

TEL.048-920-3813 FAX.048-920-3821

(草加駅前オフィス)



●日本橋オフィス

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-8-4
日本橋コアビル

●ISO審査本部 (5階)

審査部

TEL.03-3249-3151 FAX.03-3249-3156

開発部, GHG検証業務室

TEL.03-3664-9238 FAX.03-5623-7504

●製品認証本部 (4階)

TEL.03-3808-1124 FAX.03-3808-1128

(日本橋オフィス)



●中央試験所

〒340-0003 埼玉県草加市稲荷5-21-20

TEL.048-935-1991(代) FAX.048-931-8323

管理課

TEL.048-935-2093 FAX.048-935-2006

材料グループ

TEL.048-935-1992 FAX.048-931-9137

構造グループ

TEL.048-935-9000 FAX.048-931-8684

防耐火グループ

TEL.048-935-1995 FAX.048-931-8684

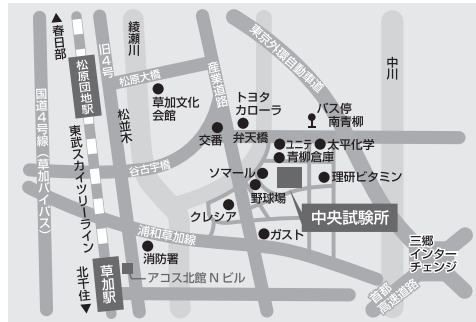
環境グループ

TEL.048-935-1994 FAX.048-931-9137

校正室

TEL.048-935-7208 FAX.048-935-1720

(中央試験所)



●工事材料試験所

管理課/品質管理室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL.048-858-2841 FAX.048-858-2834

武蔵府中試験室

〒183-0035 東京都府中市四谷6-31-10

TEL.042-351-7117 FAX.042-351-7118

浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL.048-858-2790 FAX.048-858-2838

横浜試験室

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8-31-8

TEL.045-547-2516 FAX.045-547-2293

船橋試験室

〒273-0047 千葉県船橋市藤原3-18-26

TEL.047-439-6236 FAX.047-439-9266

住宅基礎課

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

TEL.048-858-2791 FAX.048-858-2836

●西日本試験所

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川

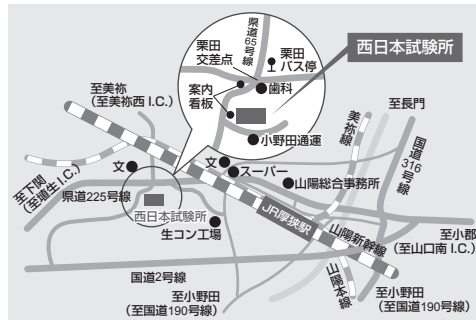
TEL.0836-72-1223(代) FAX.0836-72-1960

福岡試験室

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

TEL.092-622-6365 FAX.092-611-7408

(西日本試験所)



最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

最寄り駅

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線
人形町駅A4出口徒歩3分
- ・都営地下鉄新線
馬喰横山駅A3出口徒歩5分
- ・JR総武線快速
馬喰町駅1番出口徒歩7分

最寄り駅

- ・東武スカイツリーライン草加駅または松原団地駅からタクシーで約10分
- ・松原団地駅から八潮団地行きバスで約10分
(南青柳下車徒歩10分)
- ・草加駅から稲荷五丁目行きバスで約10分
(稲荷五丁目下車徒歩3分)

高速道路

- ・常磐自動車道・首都高3環IC西出口から約10分
- ・外環自動車道草加出口から国道298号線、産業道路を経て約15分

最寄り駅

- ・埼京線南与野駅徒歩15分

高速道路

- ・首都高大宮線浦和北出口から約5分
- ・外環自動車道戸田西出口から国道17号線を経て約15分

最寄り駅

- ・山陽新幹線及び山陽本線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路

- 【広島・島根方面から】
・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を經由して県道225号に入る
- ・中国自動車道 美祿西ICから県道65号線を「山陽」方面に向かう
- 【九州方面から】
・山陽自動車道 埴生ICから国道2号線を經由して県道225号線に入る

