建材試験情報

JTCCM JOURNAL

9 Vol.49 2013

巻頭言――――水谷 章夫

JISの測定を通して学んだこと

寄稿――――菅澤 茂

歴史的建造物の修理事業について
– 古くて新しい建設業の展開を考える –

技術レポート――中村 陽介

プレキャスト化したRC造柱梁接合部の静的載荷実験

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials

Jtccm Journal 2013

Index

p1 **巻頭言**
JISの測定を通して学んだこと
／名古屋工業大学大学院 教授　水谷 章夫

p2 **寄稿**
歴史的建造物の修理事業について
－古くて新しい建設業の展開を考える－
／工学院大学 客員研究員　菅澤 茂

p10 **技術レポート**
プレキャスト化したRC造柱梁接合部の静的載荷実験
／構造グループ 主任　中村 陽介

p16 **試験報告**
けい酸塩系表面含浸材の性能試験
／材料グループ　岡田 裕佑

p20 **内部執筆**
中央試験所に壁炉を増設
－防火設備や防耐火壁の要望に対応－
／防耐火グループ 統括リーダー　西本 俊郎

p22 **規格基準紹介**
JIS A 5411（テラゾ）の改正原案作成について
－改正原案作成委員会の審議・検討概要報告－
／経営企画部 調査研究課 課長　鈴木 澄江

p26 **連載**
スタンダードを思い巡らして
（7）良い玩具と安全な玩具
／東京家政学院大学名誉教授　岩井 一幸

p28 **基礎講座**
有機系建築材料の劣化因子とその試験
②クリープ試験
／材料グループ 参与　大島 明

p30 **たてもの建材探偵団**
関東大震災 復興建造物　永代橋
／木村 麗

p31 **コンクリートの基礎講座**
Ⅱ　基礎編 「フレッシュコンクリート」
／工事材料試験所 副所長　真野 孝次

p36 **建材試験センターニュース**

p38 **あとがき・たより**

巻頭言

JISの測定を通して学んだこと

名古屋工業大学大学院 教授　**水谷 章夫**

熱，湿気測定に関するJISとかかわりを持つようになりましたのは，恩師である宮野秋彦先生（現名古屋工業大学名誉教授）と大澤徹夫先生（現岐阜工業高等専門学校名誉教授）のお蔭です。大学院生の時，宮野先生から校正熱箱法による断熱材の測定を任されました。測定装置作成に当たりまして，参考にすべき資料はラフな図面と小難しいJIS特有の文言しか有りませんでしたが，何とか装置を完成させることができました。苦労はしましたが，手作りにしては格好良いものができたと自負し，ものすごく愛着のある自分の装置となりました。測定の最初の頃は測定値の精度に不安があり，自信がありませんでした。その不安と思われる原因を取り除くよう測定方法を改良し，測定に少しでも不安が生じれば最初からやり直すように心がけ，得られた測定値に少しずつ確信が持てるようになりました。この一連の過程を通して，実験に対する心構えが少しは会得できたのではないかと自信がつきました。

その後，大澤先生に3年間ご指導を賜りました。大澤先生が作成された保護熱箱法の測定装置には，測定者が誰でも正確な測定ができるように種々考案，工夫されていることが，実物を通してよく理解することができました。ちょうどその頃，この保護熱箱法の加熱箱の内側を防湿した，大型壁体試料の透湿測定方法を開発する研究に大澤先生が着手している最中で，実験装置の作成過程をリアルタイムで学ぶことができました。その際に，創意工夫した巧妙な手法を随所に取り入れた実験装置および実験方法をご教示いただき，世の中には卓越した研究センスの持ち主がいることを凡人の私はいやになるほど痛感しました。

宮野先生と大澤先生の熱，湿気に関する研究成果の一部が，前述の校正箱および保護箱のJIS A 1420に反映され，また，JIS A 1324「建築材料の透湿性能測定方法」の透湿試験箱法およびJIS A 1470「建築材料の吸放湿性試験方法」に採用されています。これらの試験方法開発に，直接は関与しておりませんでしたが，幸いにも両先生の研究現場におりましたので，これらの測定方法に関する理解は他の方達よりは深いと自負しております。

今までの研究歴を振り返ってみますと大した業績はないのですが，JISの測定を通して学んだことを原点として，今後も測定法の開発に心血を注ぎ，できましたならその成果が両先生のようにJIS，ISOに採用されることを夢見て頑張りたいと思っております。

寄稿

歴史的建造物の修理事業について
ー古くて新しい建設業の展開を考えるー

工学院大学 客員研究員　菅澤　茂

我が国の重要文化財建造物の棟数は平成25年（2013年）9月1日現在で4,607棟があり，登録有形文化財建造物は9,250件（棟数）がある。重要文化財の総数には国宝が265棟を含み，重要文化財のうち，特に優れたものを国宝としている。重要文化財建造物の範囲を江戸時代以前と明治以降に分けると，前者は神社・寺院・城郭・住宅・民家・その他構築物で3,827棟になり，後者は宗教建築・住居・学校・文化施設・官公庁舎・商業業務・産業交通土木・その他で780棟になり，総数4,607棟になる。さらに重要伝統的建造物群保存地区は全国104地区あり，建造物件数約25,300件（棟数）にのぼる。このほかに各都道府県市町村による指定文化財がさらにあることになるが，国による文化財建造物の総数は，4万件を超えることになる。この総数は毎年行われる新指定により増加している。特に登録有形文化財は毎年約400件増加しており，最近では昭和9年（1934年）に建設された築地本願寺本堂，昭和33年（1958年）に建設された東京タワーが登録されているが，登録有形文化財の選定基準は建築後50年を経ることが基本要件で，ここに文化的建築的な評価が必要になる。

さて，文化財の指定件数は今後とも増加していくことになるが，建造物としての定期的な建築修理が必要になってくる。重要文化財は文化庁の承認する公共団体，法人団体に所属する修理技術者が設計監理者として修理工事を企画運営している。それ以外の約35,000件の文化財建造物は，一般の設計事務所，建設業者が設計監理，施工に携わることになる。本論は，今後も多様な文化財建造物の修理事業（工事）は増加していくものと考え，そのような修理事業にかかわる時の参考として修理事業の概要を紹介するものである。

1. 本願寺御影堂保存修理工事の概要

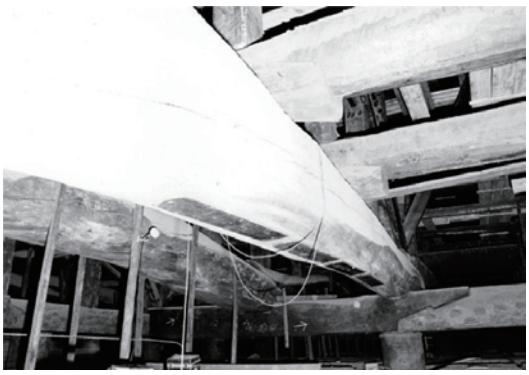
浄土真宗本願寺は「東本願寺」「西本願寺」に呼び分けられ，江戸時代初期に徳川家康により分派されたものである。京都駅の西方300mに位置する西本願寺には江戸時代初期の建築群が現存している。境内に入ると南北を棟通りに，正面を東に面して重要文化財本願寺大師堂と阿弥陀堂が並び建っている。大師堂は堂内に宗祖親鸞像を安置していることから御影堂と称し，全国門信徒の中心道場として参拝者の絶えることのない江戸初期を代表する大型寺院建築である。本願寺と京都府では平成10年（1998年）10月から平成20年（2008年）12月までの123ヵ月の工期でこの国内最大級の木造建造物の保存修理工事を実施した。

(1) 工事中の発見

歴史建築には建築年代が明らかでないことが多い。その場合は建築様式や文献史料を検索するが，解体修理によって確証を得ることができる。

本願寺所蔵の「御影堂御棟上日記」によれば建築過程は寛永十年六月十一日の釿始（ちょうなはつり）めに始まり，2年後の寛永十二年七月二十六日に柱建て，3年後の寛永十三年八月二日に上棟があり，引き続き内部御荘厳の作事が行われている。さらに60年後の寛政十二年から文化八年にかけて大修理が行われた。今回屋根裏から棟札の発見があり記録の確証を得た。

寛永棟札には「本願寺御影堂再興　寛永十三丙子期　八月二日　釈良如」。文化棟札には「本願寺御影堂修復　文化



外陣中央上牛梁下端に打ち付けの状態

七庚午年　四月二六日　釈本如」とあり，共に当時の御門主の直筆であった。また，別の寛永棟札には「奉修造　御影堂　寛永十三　教圀困敦　八月如意日　大工水口若狭守藤原宗久　棟梁水口伊豆守藤原家久」とあり，文化棟札には「奉修復　御影堂　文化七　上章敦牂　棟梁　水口若狭守藤原宗之」と書かれていた。調査によって水口家が現在もあることが分かり，同家を訪ねたところ，当時の儀式に用いる大工道具を所有していた。さらに家系図が残されており，本願寺第十世証如の大坂石山本願寺時代から子々孫々と大工棟梁職を授かり，本山の建築造営修理を統括していることが判明した。この資料からは，明治維新後の本願寺改革により碌(ろく)を離れ，宮内庁や京都府の技師を歴任し，また平安神宮の造営計画に携わったことが分かり，本願寺の大工組織は水口家が全体を統括し，各地の門徒大工達を配下に，本山内の営繕工事や門主の御葬儀時の仮設物の配置計画や設置，別院の作事を担当していることも判明した。

高さ1,180mm 幅184mm
厚さ18mm 桧材

(2) 修理工事の概要

①仮設工事

文化財工事では工事期間が長期にわたることが多く，作業の安全と建物の保護のため，御影堂をすっぽりと覆う素屋根を建築する。御影堂の素屋根は鉄骨造にて最高部の高さ36m，周辺部高さ14m，桁行長さ74.8m，梁間長さ96.9m，平面積7,248m^2，延床面積9,400m^{2}になり仮設とはいえ大型構築物になった。また10年間の工事期間中に，御影堂の正面にある樹齢400年の大銀杏を保護するために，周囲は吹き抜けとして日照通風を確保した。基本的な構造は，西側に名勝庭園「虎渓の庭」，「国宝黒書院」が接するため，仮設東側で屋根全体を支える片持構造とした。建設工法は当初400ton級の超超大型クレーンによる吊り下げ組立工法としていたが，巨大構造体を支持するのは難しいため，外縁部で構造体を組み上げ，基礎コンクリートに埋め込んだレール上を滑らして順次接合していくスライド工法を採用した。しかし，アームの長さが100mの大型200tonクレーンによる作業が中心になるため，このクレーンオペレーター（操縦者）の技術は重要で，仮設解体時にも同じ作業員に参加していただいた。境内地は地下に埋蔵遺跡がある国史跡のため，地下掘削工事を行わず，長大な基礎は全て地上置きとし，仮設屋根を支える柱は高さ13mで，内部は空洞の2.2m四方の角柱をこの基礎に建て上げて内部に注水して，重量基礎とした。注水は，工事終了時に下水へ排水することにより，解体時の廃棄物を減少することが可能になった。

仮設工事素屋根建設

スライド工法による省力化作業

②屋根工事

瓦は製作年代や製造方法を記す歴史資料として重要である。また，歴史的な外観を保持していくために古い屋根瓦は視覚的に重要であるため，可能な限り建築当初や中間修理で載せられた瓦を屋根上に再使用しながら保存したい。

新調する平瓦の成形作業（岐阜県内）

御影堂の屋根は総数11万5千枚の本瓦葺になり，寛永再建時の瓦と文化修理時の瓦が葺かれていた。瓦を据える葺き土も合わせると屋根全体の重量は1,470tonになるため，屋根重量の軽減を考慮した工法を検討した。屋根の単位重量は平瓦で1枚9kg，丸瓦は6kg，瓦下に敷く土の重量を併せると，1m^{2}あたり300kgの重量になった。この瓦重量により折損した桁梁は36本中32本になり屋根重量の軽減は重要であった。全瓦総数の60%が破損していたため，新調瓦は中央部の厚みを裏面で4割薄くして軽量化を図り，また葺き土を最小限の使用に抑えて，全体重量を1,100tonまで軽減した。新調瓦の製作は京都，岐阜，愛知の瓦製造工場が参加した。施工は，古い再用瓦と新調瓦を，平坦な作業ステージ上に設置した葺き台に仮並べを行い，すべての瓦に順番を書き込み，列ごとに屋根に葺きあげた。京都中の，腕よりの葺き師が，競争するように自慢の技術を披露していただいた。ある職長は，毎朝3時に起床して，その日の作業計画をノートに書き込み，現場では，若い職人に指示をしながら，毎日の作業を積み重ねていった。

瓦を固定する瓦釘は，長さ30cmの鉄製で，建築当初のものが残されており，強度もあることから，再使用することにした。しかし，錆止めが必要であったため，武蔵工業大学（当時）平井教授の指導をいただいた。再生する釘は，表面の荒錆を掻き落とした後，日本茶で6時間煮詰めて表面にタンニン酸鉄の被膜を形成した。伝統工法では，漆の焼き付け塗装があるが，錆化が弱点であったが，鉄錆をタンニン酸鉄化して黒色の被膜を造り再使用できたことは，画期的であった。

古鉄釘を茶で煮て再用する。
平井教授の指導によるタンニン酸鉄化

③木工事

総重量1,470tonの屋根瓦と葺き土を取り除いたところ，屋根荷重を直下で支える鉄砲母屋（チョウナ桁）が，総数36本の内，32本が折損していた。材は長さ7～8m，直径30cm以上の松材で，最大曲り深さが1mあった。この形状の部材を探したところ，石鎚山系の急峻な斜面で育成された檜が，形状，強度の条件を満たすことが分かり，また四国管内の営林署からも情報をいただいたことから現地踏査した。あらかじめ，取り換える部材すべての形状を型紙に写し取り，高知県中村の材木商と照合しながら樹齢100年以上の檜を集めた。

四万十川の水域で見つかった根曲り檜(樹齢150年か，高知県中村)

工事現場では加工したチョウナ桁を，さらに補強するために，桁先端部を斜め下から支える補強材を新たに挿入し

葺き上げ前の仮並べ作業

熟練した葺師による屋根瓦葺き

折損のため，取替えた「チョウナ桁」の取り付け作業

て，屋根荷重を支える構造とした。工事期間の後半期は，周囲の柱，広縁等の床板，高欄の修理，屋根側面彫刻などの傷んだ部分を継木，矧ぎ木修理を行った。京都の社寺専門の宮大工が集まり分担して腕を奮っていただいた。

④左官工事

多くの木造建築では土壁が多用されているが，木部修理に伴い解体される。木部の歪み修正後に再度土壁を造るが，工程として荒壁，中塗り，上塗りに大別される。特に荒壁は建築強度に寄与するが，解体した荒壁土を再使用して新土と配合して，混入する藁を充分に溶かし込むことで緻密で強度ある壁が再生できる。

背面大壁の荒壁塗

御影堂の西側は御真影を守るように土蔵の造りになっており，高さ9.5m，延長110mになるが，老朽化により表面の仕上げ漆喰が剥離している上に，阪神淡路大震災による亀裂が拡大していたため，土壁を解体修理した。大壁を解体したところ，内部の竹小舞，壁内部に埋め込まれた柱の表面が腐朽していた。この大壁は厚み25cmあり，真竹直径5cm半割を縦横に組み付け，荒壁2層，中塗り2層，上塗り2層から成り立っていた。再生した荒壁に使う土は，一旦解体した土壁を篩にかけ，3年間，水に浸しながら1ヵ月ごとに新たな餅藁を混入して練返し，充分に発酵した壁土を造った。必要な餅藁は，兵庫県や滋賀県の門徒達によって，植え付けから刈取り，天日干しの上，搬入いただいた。この餅藁を編んで藁縄を作成して，荒壁下地になる竹小舞を組み付けることができた。漆喰仕上げは「腕」（技術）のそろった左官職人が10人横並びして一斉に上塗り漆喰を塗りあげていただいた。解体から土練，竹小舞，藁縄かけ，荒付け，中塗り，仕上げまでの期間は全体で8年間を費やし，終始，50代の左官棟梁が，自ら鏝を持ちながら先頭に立ち，若手を引っ張っていただいた。

壁内部に編み込む真竹の加工（京都府亀岡）

⑤表具工事

表装は，障壁や襖に用いられるが，最上層の本紙が重要である。絵画，文様，紙質を調査して可能な限り修理して再使用するのが基本である。

工事では本願寺の門前にある老舗表具店が，金箔貼り障壁，彩色障壁画，襖の修理をしていただいた。この表具屋は，米を炊いて作る糊を使用した。毎年，寒の厳しい1月下旬に，炊いた米を篩に濾して，透明な糊を炊き上げ甕に保存する。直ちに使用せずに，数年間置いて使い，10年近く寝かした糊は，完全に澱粉質が溶け込んでサラサラとした液体になり，文化財の巻物や書籍の修理に使われる。毎年の年号が記入された糊壺はこの「家」の宝物といえる。御影堂から外された，障壁画はこの工房で，ベテランの職人や画工によって5～7年かけて修理され，完成間近い御影堂に運びこまれ，元の場所に張り付けられた。

襖絵の修復作業

柱上部の彩色剥落止め作業

⑥彩色工事

彩色は社寺建築に多く施されていたが，経年劣化が大きいため，現状のまま保存するか，復原的に再現するかは常に問題になる。修理技術の進展により，剥落止め処理が多くなってきている。また，彩色復原する場合は光学的な調査や顔料の化学分析によって当初の構図配色が再現できるようになった。

御影堂の内陣は，阿弥陀仏の浄土世界を表していた。浄土の世界に舞う鳥や花木，門徒がお参りする外陣に向かって，欄間や柱間の上部に飛天や迦陵頻伽（かりょうびんが）の彫刻が嵌め込まれていたが，彩色が施された彫刻は蝋燭（ろうそく）の油煙や塵芥（じんかい）の堆積によって変色していたため，日本画家の集団によって，汚れ落としと復元彩色塗装をした。汚れ落としに2年間，彫刻修理，補修彩色に3年間をかけ，華やかさを再現した。画家は，380年前の画師や画工の筆跡を辿りながら，丹念に当時の技法を繰り返し，保存状態の良い顔料はそのままに残し，遠目で見て，メリハリをつけるように輪郭線を再現した。全体の調色は，既存の雰囲気を変えないようにすることが重要である。

⑦飾金物，鉄金物，畳，石工事

京都の特色は社寺文化といえる。平安時代から続く，伝統的な技能職が今も存続している。御影堂の工事では飾師，畳屋，鉄鍛冶（かじ），石工，紙漉（す）き，漆職など京都の文化財級の伝統的な建物を守る職人さんたちが集まった。

職人各自が持っている技術を発揮してもらうためには，彼等を支える環境作りが重要となる。職人さんの子供達に後継者になって生活していける職場の創生は大きな課題である。さらに，道具を作る職人はさらに厳しい環境にある。特別になりがちな文化財保存工事に限らず，伝統的文化遺産を維持管理していくために広範な文化財修理体制を築くことが大きな課題である。

土居葺き職人の竹釘打ち

餅藁を縄に編む作業（京都府丹羽）

⑧防災工事の実施

歴史建築の大敵は火災である。そのために火災報知器と消火栓設備の設置や既存防災設備の充実は重要である。

本願寺では，昭和58年（1983年）に設置された火災報知設備や消火設備があったが，老朽化が著しく修理が頻繁なため，全面改修を実施した。改修の方針は，誰にも扱いやすく，地震に強いシステムを構築することであった。消火用水源を確保するために，新たに境内に400ton貯水槽を設置し，また大型のエンジンポンプを並列に設置して，配管は地震変動に強い樹脂管をループ状に繋ぎ，大型建築の御影堂，阿弥陀堂の屋根頂部まで放水できる水圧を支える地下

放水銃 地下格納から起倒して放水

竣工正面側（南から）

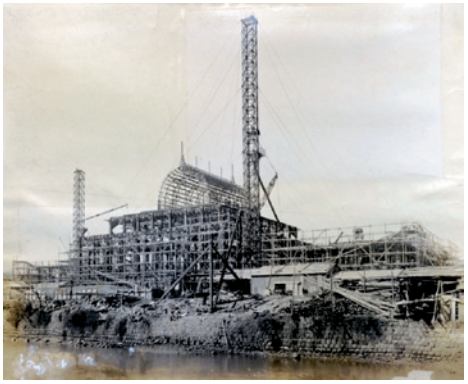
格納式放水銃を全域に設置した。国宝飛雲閣や国宝唐門，国宝白書院・黒書院などの檜皮葺き植物材料の屋根を外部からの飛び火などから守るために，遠隔操作による自動式放水銃，素早い操作が容易な屋内消火栓を整備した。これらの防災設備を完備することにより国宝・重要文化財建造物12棟と美術工芸品23件を守る体制が築かれた。また参拝者や付近の住民にとっても，避難場所として本願寺境内が重要な役割を果たすことを可能としている。

2. 築地本願寺の保存修理工事概要

築地本願寺は日比谷線築地駅築地本願寺口改札を地上に出るとすぐ目前に見ることができる。外観は2階建て石積造で，中央棟の屋根上にインド風の大ドームを見上げるような威容を誇っている。この外観は当時の西本願寺門主大谷光瑞が，汎アジア様式ともいえる仏教発祥地のインド寺院建築に着想を得て造り出されたものである。伊東忠太はこの築地本願寺の設計者としてよく知られている。伊東忠太が西本願寺の依頼によってかかわった建築計画のうち，実現して現存するものは，明治45年（1912年）に完成した真宗信徒生命保険会社（現　浄土真宗本願寺派伝道院）と昭和9年（1934年）に完成した築地本願寺本堂の2件である。この本堂は登録有形文化財になっており，平成22年（2010年）3月1日から約1年半を費やして本堂棟の修理工事が行われ，屋根防水工事と内部の極彩色修理を実施した。

①築地別院本堂の再建経過

大正12年（1923年）9月1日正午前に発生した神奈川県相模湾北西沖を震源とするマグニチュード7.9の大正関東大震災（神奈川県内で倒壊半壊125,000棟，東京府では焼失176,000棟，死者行方不明105,000余人）により，明治銀座煉瓦街は倒壊焼失した。築地別院は周辺火災に包囲され，明治35年（1902年）に名匠伊藤平左衛門（九代）によって再建された本堂等主要建物は全焼した。昭和5年（1930年）9月1日，負債問題の責任をとり大谷光瑞法主は退位する。光瑞の弟大谷光明が継職を辞退したため，その長男，大谷光照が法主になり，築地別院再建の消息が発布され再建は本格化する。設計は東京帝国大学名誉教授になっていた伊東忠太の印度式建築に決定した。昭和6年（1931年）7月29日午後4時より地鎮式が行われ基礎工事に着手，同年10月21日に起工式が行われ，松井組（松井建設）が担当した。



昭和6年（1931年）10月21日起工式の全景

②築地本願寺の特色

築地本願寺の旧来建物は大型木造本堂と渡り廊下で接続された客殿，書院，台所が並んでいたが，伊東忠太は，これらのさまざまな役割を複合建築として実現した。すなわち，中央棟に本堂を中心とした宗教空間，左翼棟に宗議会議場と説教所，右翼棟に末寺寺院や門徒に対する事務室棟を分け各翼中央に中庭を置いて採光をとる設計とした。中央棟は大きなドームを載せた本堂を2階に，1階は納骨堂とし，右翼棟に応接室，会議室，門主執務室，事務室，地階に設備室を置いた。左翼棟は2階に宗会議員議場（階段型の議場），1階に集会講堂を設けた議場棟として計画したのである。本堂棟正面は大階段を構えて2階本堂に登る。大階段下は車寄せを設けて雨天を考慮している。本堂内部は伝統的な浄土真宗空間を作り，巨大な白亜の柱列に囲まれた外陣は門徒のための空間が本堂面積の3/4を占め，対面する内陣は中央に伝統的な須弥壇と本尊阿弥陀像を置く宮殿を黒漆塗の床で囲み，柱上部は組物や壁を極彩色に彩る。内陣両側の余間と呼ばれる脇の副内陣は畳敷きとして上部を極彩色で飾る。構造は鉄骨組として中央の巨大なドームまで一体に組み上げた鉄骨造とした。さらに耐火性を高めるために，コンクリート造で鉄骨柱を包み周囲の外壁も積石風の外観とした鉄筋コンクリート構造を採用したのは，関東大震災の惨禍を経験した伊東の工夫である。

③伝統技法と近代工法の融合

今回の修理において最大の問題は，漆塗り極彩色の粋をこらしたコンクリート構造であった。昭和初年の建築界では近代工法は定着しており，日銀本店，東京駅舎，丸ビル，上野国立博物館等が建築されていた。伊東忠太は築地本願寺本堂の前の被服廠跡（しょうあと）に建てられた犠牲者を追悼する震災記念堂を鉄筋コンクリート構造として外観は瓦葺きの寺院建築風を完成していた。しかし築地本願寺本堂では，内陣

内陣余間の虹梁の剥離状態

剥離部を裏打ちして再度取付

を浄土真宗の極彩色に仕上げた。色とりどりの日本画絵具で仕上げた大柄な唐草文様を描かせた。伊東忠太はこれを「桃山風」と呼んでいたようである。伝統的な彩色技法をコンクリート造に載せるために，職人達は漆塗で使う布伏せ技法によって布伏せ漆塗の下地層を被せたのである。しかしこの技法を凝らした化粧梁や柱は，昭和30年代には亀甲上の亀裂が生じていた。今回の修理前調査によって，布伏せ漆層がコンクリート表層部に巻いた石膏層との間で剥離したことが原因であることが判明した。修復方法として亀裂の入った彩色層を保存することと，彩色を復原して昭和初期の彩色を再現することを両立できる覆板を設けることとした。覆板は，圧縮成型した強化紙をステンレスボルトで要所固定する方法を考案した。幅広い化粧梁の亀裂部分はいったん取り外して，グラスウール布で裏打ちして再度取付る方法とした。塗装仕上げは日本画の専門家によって完成させた。

内陣背部の大きな「床の間」は，鳥の子和紙に金箔貼りした本紙を表装としたものであった。現在の破損状態は経年によるものと判断できた。須弥壇と仏壇は解体して京都の漆職人の工房に運ばれ，室（ムロ）と呼ばれる漆作業場で当時の技法を再現して修理した。表装に用いる鳥の子紙は，福井県の手漉き和紙産地で，雪解け水で晒した楮水溶液に竹簀子ですくい取りながら，長尺の和紙を漉きあげた。金箔は金沢の金箔打ちの職人が製造した。金箔紙は，金を薄く打ち延ばして数μmの厚みに仕上げるのだが，薄く延ばす時に卵白を藁灰汁で掻きまぜた水溶液に25cm角切した有馬周辺の小塩産和紙を漬け込み乾かした箔紙を使う縁付金箔を5万枚製作した。この縁付金箔と鳥の子和紙を京都の表具師のもとに集め，京都でも有数の表具師は，まさに神業のようにゼラチン膠液で張り詰めていくのである。仏具宮殿の修理に担当した宮殿師と呼ばれる大工達は，運び込まれた須弥壇と宮殿を見て明治期に名人として有名な先代師匠の仕事だと分かったのである。

金箔打ち作業(金沢市)

完成した内陣来迎柱上部の彩色

強化紙を覆い板として表層剥離した柱を保護すると共に復原彩色を描く

鳥の子和紙 紙漉き（福井県越前）

縁付金箔の裁断仕上げ（金沢市）

鳥の子和紙に金箔を貼る（京都市）

昭和9年（1934年）竣工時の外観（松井家所蔵写真）

現在の本堂正面外観

3. 終わりに ― 昔と今の技術の競い合い

今も，築地本願寺の巨大な屋上ドームと壮麗な建物外観を眺めていると，大谷光瑞と伊東忠太が，汎アジアの仏教建築を創り出したエネルギーに心動かされる。現代建築に通じる都市計画的な複合性をまとめた伊東忠太による築地本願寺本堂と昭和初期に近代建築に挑戦した明治の技術で鍛えられた職人達と彼等の末裔になる現代の職人達が80年を経て競合できたことにこの保存修理事業の醍醐味を感じる。西本願寺の巨大な伽藍は400年の歴史的建造物を内包して，京都の社寺文化と支える職人文化を今に伝えて，古都を訪れる人に感動を与えることができるのである。

歴史的建造物の保存修理は，文化財件数の増加と共に，全国的に展開していくことになると考える。古くて新しい建設業の分野が広がる可能性がある。歴史建築修理では現状を丹念に観察することが基本である。当初の工法，途中修理の経過，現状の破損状況等を調査すると共に，その歴史的な評価資料を積み重ねていく。併せて保存修理に要する経費を算出することが重要である。文化財工事は特殊な分野ではなく建築家や施工者が今後携わるべき内容を含んでいる。

プロフィール

菅澤　茂（すがさわ・しげる）

工学院大学 客員研究員（建築学部後藤治研究室）
一級建築士　消防設備士
上級文化財保存修理技術者
（元京都府教育委員会文化財保護課専門幹）
環境文化保存計画・菅澤一級建築士事務所

主な修理歴：重要文化財（以下略）本願寺阿弥陀堂・大師堂国宝知恩院三門・経堂，清水寺三重塔・経堂国宝高山寺石水院五所堂，妙心寺庫裏他，自玉手祭来酒解神社神輿庫，国宝教王護国寺五重塔・金堂・講堂・東大門

防災指導：伊佐家住宅土蔵環境保全事業，教王護国寺境内総合防災事業（以下略），本願寺境内伏見稲荷神社境内，常寂光寺多宝塔境内　等

論文他：人面鳥と有翼人のイメージに見る東西文化の交流（2003年　ソフトマシン），高山寺石水院五所堂の旧葺板について，高山寺経函の年代測定と石水院の旧形復原（2010，2012年　関西大学図書館紀要），大谷光瑞の生涯に関わる建築について（2012年　勉誠出版　「大谷光瑞」所載）

技術レポート

プレキャスト化したRC造柱梁接合部の静的載荷実験

中村　陽介

1. はじめに

現在，超高層RC造建物において，柱，梁，接合部などの主要構造部材の大半をプレキャストコンクリート（PCa）部材とした工法（プレキャスト構工法）が積極的に進められている。

プレキャスト構工法は，これまでの現場で鉄筋・型枠を組立て，コンクリートを打設する工法（現場打ち工法）と比べ，工期の短縮，施工の合理化および省力化が図れるとともに，工場で管理・製造された部材を使用することで，躯体品質の向上も図ることが可能である。

柱梁接合部のプレキャスト構工法においては，種々の工法が開発されているが，代表的なものとして柱梁接合部一体型PCa工法がある。これは，**写真1**～**写真4**に示すように，柱頭部から柱主筋が突出した柱に，柱主筋挿入用孔を設けた柱梁接合部PCa部材を設置し，柱頭部目地と同時に柱主筋挿入用孔にモルタルを充填し，一体化するものである。

柱梁接合部一体型PCa工法における柱主筋用挿入孔は，一般的に金属製の埋設式シース管を用いて形成される。この場合，接合部内の柱主筋は，モルタルおよびシース管を介して接合部コンクリートと一体化されるため，現場打ち工法とは柱主筋の付着条件が異なるが，構造性能に大きな相違がないことは既往の研究[例えば1) 2)]により広く確認されている。

最近では，さらなる施工の合理化を図るべく柱主筋挿入孔を形成するシース管を省略し，柱主筋の付着条件をモルタルとコンクリートの素地との付着力によって一体化させる工法[3)]が開発されている。しかし，前述のシース管を用いた工法と比べると，実験数が乏しく，柱梁接合部内の柱主筋の付着条件が満足するかなど定量的な評価が行われていないのが現状である。

そこで，本報ではシース管を省略した柱梁接合部一体型PCa工法について，縮小模型部材による静的載荷実験を実施し，その影響を検討した。

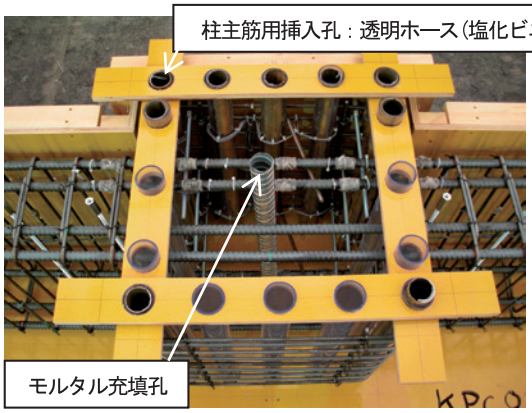


写真1　柱梁接合部PCa部材（配筋状況）

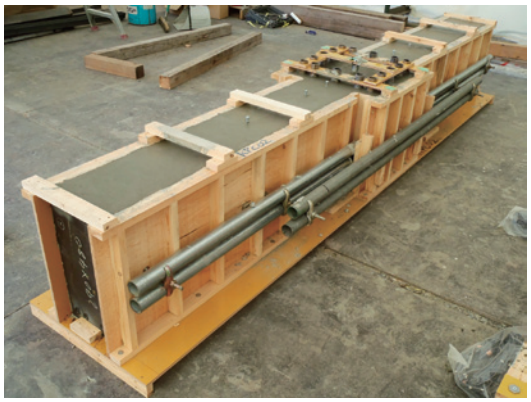


写真2　柱梁接合部PCa部材（打設状況）

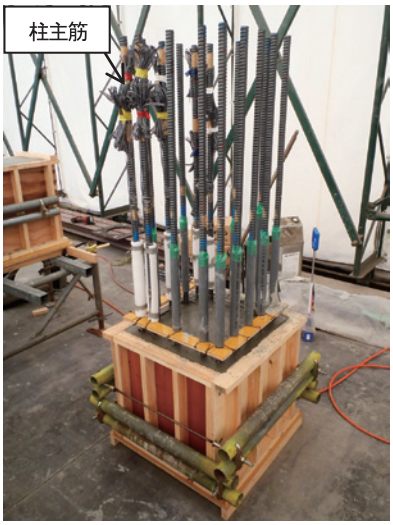


写真3　柱（打設状況）

写真4　柱および梁の接合状況

2. 実験計画

2. 1　試験体

試験体図を**図1**に，試験体諸元一覧を**表1**に，実験時材料試験結果を**表2**および**表3**に示す。試験体は，試験体記号SPC01およびSPC02（以下，SPC01，SPC02という）の十字形接合部2体とし，柱・梁のコンクリート設計基準強度は，いずれも60［N/mm^2］とした。

SPC01は，柱主筋と梁主筋にSD490材を用いて接合部せん断破壊型となるよう設計した。靭性保証型耐震設計指針[5]による接合部せん断余裕度は0.75，柱梁強度比[4]（梁の曲げ強度に対する柱の曲げ強度の余裕度）は1.57である。

SPC02は，柱主筋をSD345材とし，柱主筋降伏型となるように設計した。靭性保証型耐震設計指針[5]による接合部せん断余裕度は1.05，柱梁強度比[4]は0.74である。なお，柱曲げ終局強度の算出は保有耐力と変形性能[6]，梁曲げ強度の算出は構造関係技術基準[7]の付録1-3に示される終局強度式を用いた。

試験体の接合工法は，前述の柱梁接合部一体型PCa工法とし，**写真1**に示す柱主筋挿入用孔は，塩化ビニル製の透明ホースおよび鋼管により形成し，コンクリート硬化後にいずれも除去した。なお，柱主筋挿入用孔はモルタルを充填する直前に水湿しを施した。

2. 2　載荷方法と測定方法

試験実施状況を**写真5**に示す。載荷実験は上・下柱の反曲点位置（**図1**△印）で，それぞれ面座を用いてピン支持した後，柱下に設置した5000kN油圧ジャッキを用いて軸力を先行導入した。柱導入軸力は一定軸力とし，SPC01は2080［kN］（軸力比$\eta=0.2$），SPC02は528［kN］（軸力比$\eta=0.05$）とした。その後，左右の梁の反曲点位置において，おのおのの梁の変形が逆対象となるよう変位を制御し，**図2**に示す加力サイクルに従って正負交番の繰返し載荷を行った。なお，架構の層間変形角Rは，左右の加力点で測定された鉛直変位の和を加力点間距離$L=2500$mmで除した値とし，（1）式か

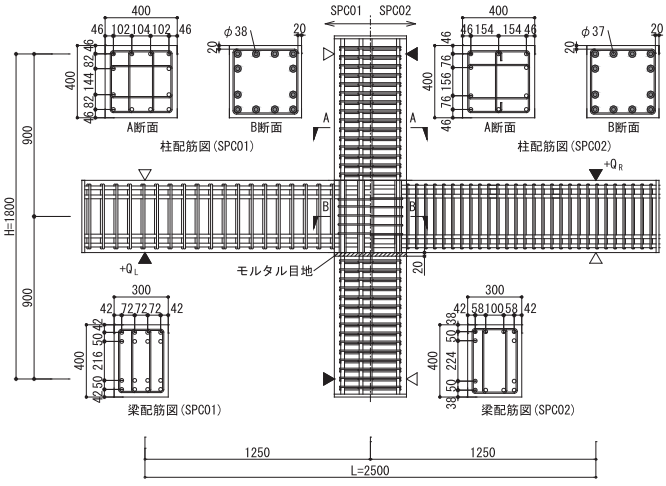


図1　試験体図

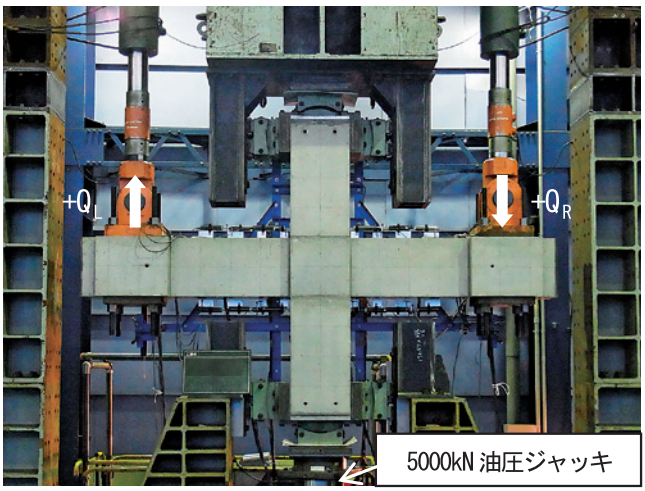


写真5　試験実施状況

表1　試験体諸元

試験体名		SPC01	SPC02
柱	Fc（N/mm^2）	60	
	主筋（pg）	12-D19（2.15%）	10-D16（1.24%）
	種類	SD490	SD345
	柱補強筋（pwc）	4-S6@50（0.64%）	4-S6@50（0.64%）
	種類	KSS785	KSS785
梁	Fc（N/mm^2）	60	
	主筋（pt）	16-D19（2.29%）	12-D19（1.65%）
	種類	SD490	SD490
	梁補強筋（pwb）	4-S10@75（0.95%）	4-S6@50（0.64%）
	種類	KSS785	KSS785
接合部	Fc（N/mm^2）	60	
	補強筋（pwj）	2-S6@50（0.30%）	2-S6@50（0.27%）
	種類	KSS785	KSS785
	グラウト材	トーテツライト・H　80N/mm^2	
	接合部余裕度	0.75	1.05
軸力比		0.20	0.05
破壊形式		接合部せん断破壊型	柱主筋降伏型

表2　鉄筋の材料特性

鉄筋種類		降伏強度 N/mm^2	引張強度 N/mm^2	弾性係数 kN/mm^2	破断伸び %
呼び名	材質				
D19	SD490	539.4	704.6	187.6	18.3
D16	SD345	372.1	555.9	189.1	25.6
S10	KSS785	1001.4	1162.2	185.8	6.5
S6	KSS785	990.4	1200.9	179.1	9.7

表3　コンクリートとグラウト材の材料特性

試験体	種類	使用部位	圧縮強度 N/mm^2	弾性係数 kN/mm^2	ポアソン比
SPC01	Fc60	梁，下部柱	64.8	35.1	0.191
		上部柱	65.2	35.3	0.183
	グラウト材	シース	119.0	36.7	0.201
SPC02	Fc60	梁，下部柱	66.6	36.1	0.200
		上部柱	66.0	35.6	0.194
	グラウト材	シース	118.0	36.7	0.202

ら算定した。層せん断力Q_cは，左右の梁端のロードセルにより測定した荷重を用いて，(2) 式から算定した。

層間変形角：$R=(\delta_L+\delta_R)/L$　　・・・(1)

層せん断力：$Q_c=(Q_L+Q_R)\cdot H/L$　　・・・(2)

変位計設置状況を**図3**に示す。変位の測定は接合部変形角を算定するため，接合部の対角方向の伸縮変位を測定するとともに，上・下柱の反曲点位置でそれぞれピン，ローラー支持として取り付けた変位測定用ジグから，梁のせん断変形，接合部の四隅の水平，鉛直変位を測定した。ひずみの測定は，柱，梁の主筋およびせん断補強筋について行った。

3. 実験結果

3. 1　破壊性状

各試験体の層せん断力ー層間変形角曲線を**図4**に，最終破壊状況を**写真6**に示す。

SPC01は，加力初期となる$R=\pm1/600$ [rad] で，梁端近傍に曲げひび割れが発生した。$R=\pm1/300$ [rad] 前後に，接合部のせん断ひび割れが生じ，$R=\pm1/100$ [rad] まで，梁の曲げひび割れの進展，せん断ひび割れの発生，および接合部のせん断ひび割れの進展が見られた。この間，履歴曲線は直線的であった。その後は，接合部に損傷が集中し，せん断ひ

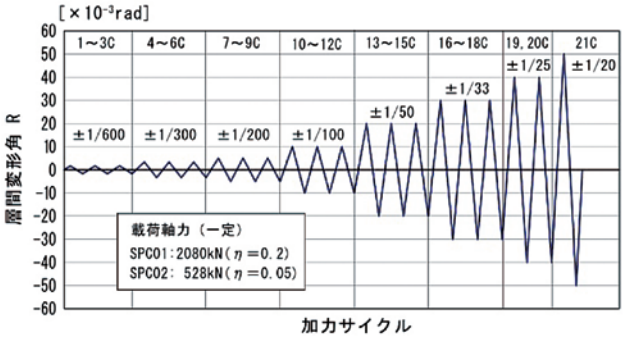


図2　加力履歴と載荷軸力

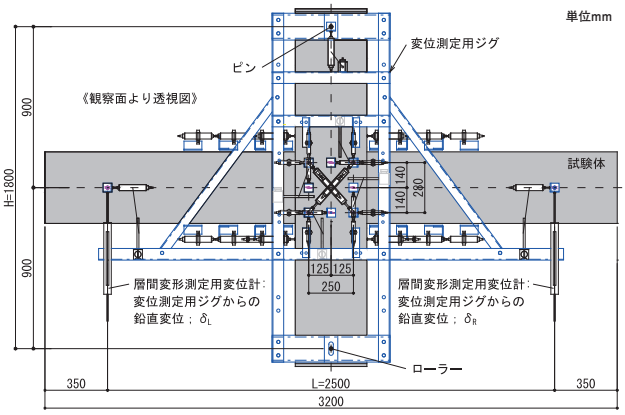


図3　変位計設置状況

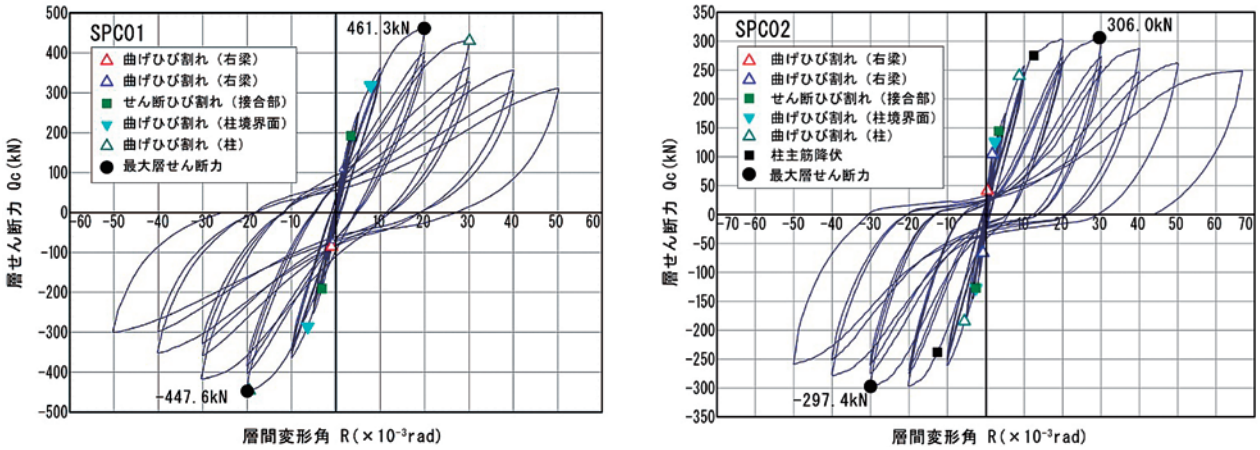


図4　層せん断力ー層間変形角曲線

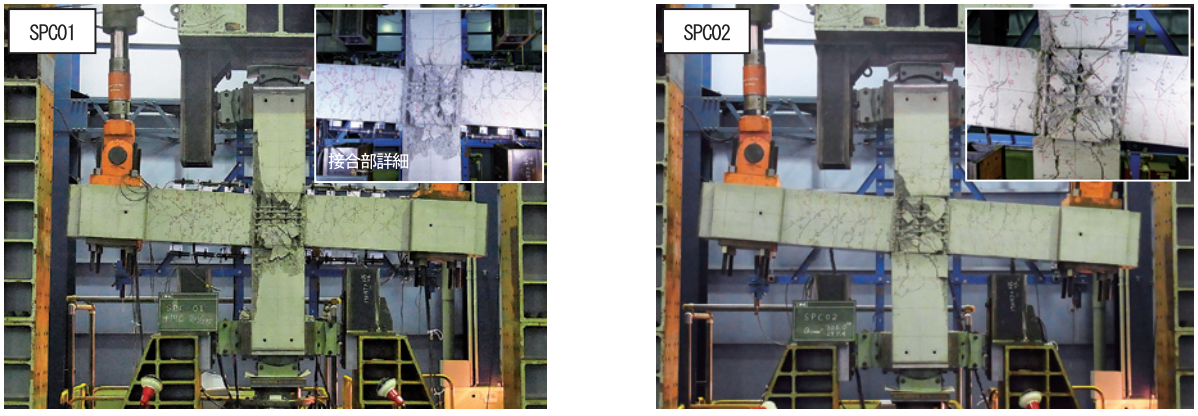


写真6　最終破壊状況

び割れの進展とともに剛性が変化し，概ね$R=\pm1/50$［rad］サイクルの到達時に最大層せん断力が得られた。最大層せん断力以降は，接合部のせん断ひび割れの進展に伴う，かぶりコンクリートの剥落を生じながら，緩やかな耐力低下が見られた。破壊性状は，接合部のせん断破壊となった。

SPC02は，加力初期となる$R=\pm1/600$［rad］で梁端近傍に曲げひび割れが発生し，$R=\pm1/300$［rad］に接合部のせん断ひび割れおよび柱端に曲げひび割れが生じた。続く$R=\pm1/100$［rad］においては，柱の曲げひび割れが発生し，$R=\pm1/80$［rad］で柱主筋の降伏が見られた。その後は，接合部せん断ひび割れの進展および柱の曲げひび割れの進展を伴いながら，層せん断力は緩やかに上昇し，概ね$R=\pm1/33$［rad］到達時に最大層せん断力が得られた。最大層せん断力以降は，柱端の開きの進展および接合部かぶりコンクリートの剥落を生じながら，緩やかに耐力低下した。破壊性状は柱主筋引張降伏型の曲げ破壊となった。

3. 2　接合部の履歴性状

接合部せん断力ー接合部せん断変形角曲線を**図5**に示す。SPC01は，$R=+1/50$［rad］の繰返しサイクルにおいて，接合部のせん断ひび割れの進展およびかぶりコンクリートの剥落が生じ，接合部せん断変形の増大が見られた。最大耐力は，靭性保証型耐震設計指針[5]による計算値を約10%程度上回る結果であった。SPC02は，柱主筋降伏以降，接合部せん断ひび割れの進展およびせん断ひび割れ幅の拡大に伴い，接合部せん断変形の増大が見られた。履歴ループは，柱主筋降伏以降，エネルギー吸収能力に乏しいスリップ型に移行した。最大耐力は，柱曲げ終局強度の計算値[6]に対し正側で1%，負側で4%とわずかに下回る結果であった。

3. 3　層間変形に占める各変形成分

正側包絡線の各架構変形による層間変形の占める割合と層間変形角の関係を**図6**に示す。各架構による層間変形は，**図7**に示す各式より算出した。各試験体ともにR=1/50［rad］以降は接合部のかぶりコンクリートの剥離および剥落により変位測定を終了した。

接合部せん断破壊型としたSPC01は，接合部せん断変形の割合が，接合部せん断ひび割れ発生時に45%程度に増加し，以降は層間変形角の進展に伴い漸増する傾向が見られた。最終的には，接合部のせん断変形が70%程度に達し，卓越した性状を示した。

柱主筋降伏型としたSPC02は，R=1/100［rad］の柱主筋の降伏直前において，接合部せん断変形の割合が25%から40%に増加した。柱主筋降伏以降は，接合部および柱のせん断変形の割合が漸増し，R=1/50［rad］において，それぞれ55%および20%程度を示した。

3. 4　主筋ひずみ分布

柱主筋降伏型（SPC02）の正サイクル1回目のピーク時に

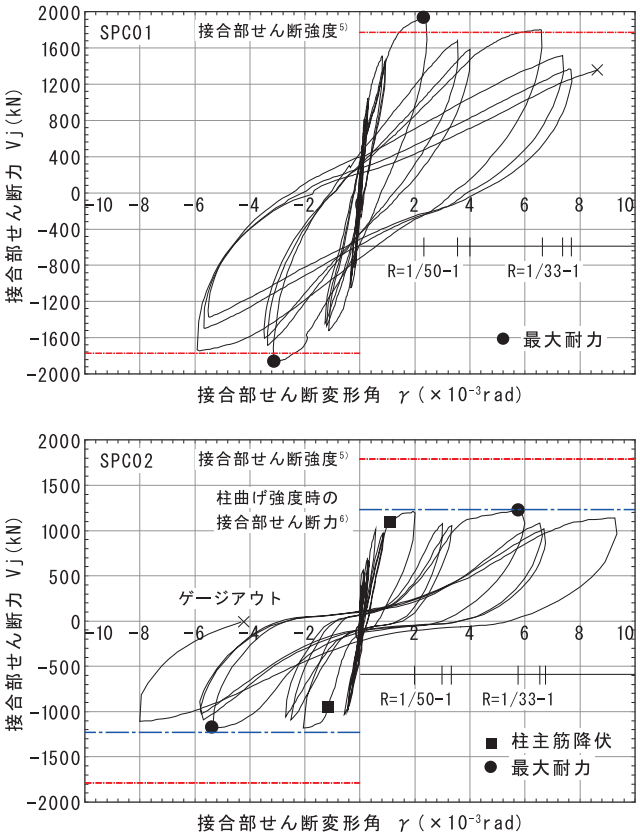


図5　接合部せん断力ー接合部せん断変形角

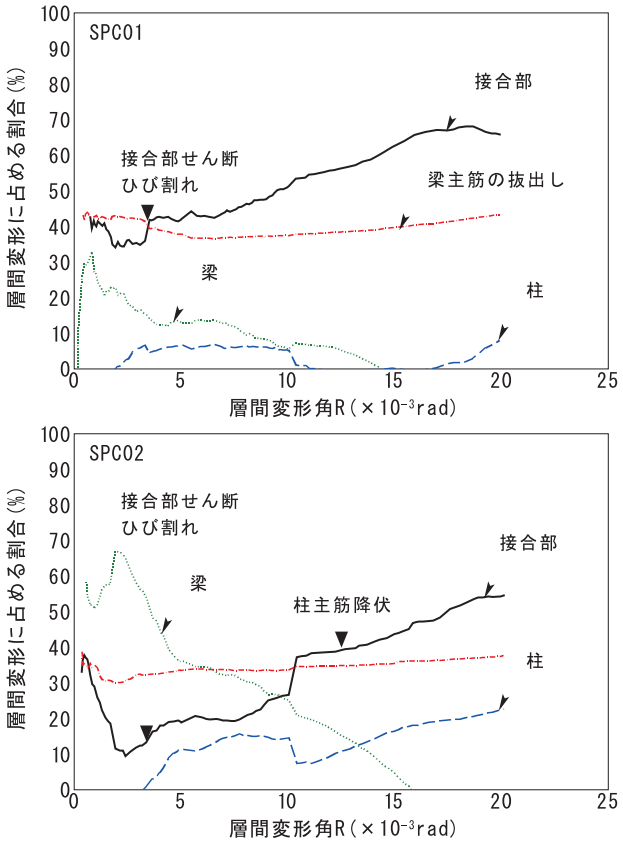


図6　各架構変形による層間変形の占める割合

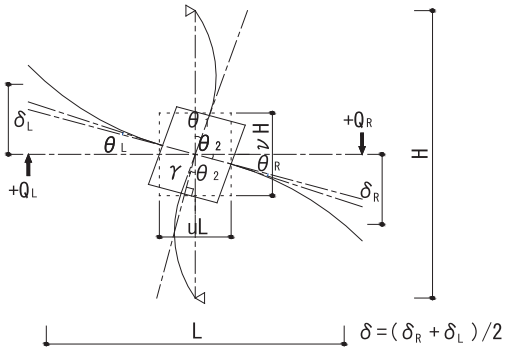
おける主筋ひずみ分布を**図8**に示す。引張側は，R=1/100［rad］時に材端部で降伏ひずみに達し，その後R=1/50［rad］時において接合部内へと降伏域が進行した。圧縮側は，R=1/200［rad］以前では材端部で圧縮ひずみを示したが，R=1/100［rad］以降，引張側へシフトする性状が見られた。これは，**図5**に示す履歴ループが，柱主筋降伏以降スリップ型へ移行したことからも，主筋の付着劣化が生じたものと考えられる。

3. 5　接合部せん断ひび割れ幅

R=±1/50［rad］時のひび割れ図を**図9**に，載荷時および除荷時の接合部最大せん断ひび割れ幅－層間変形角の関係を**図10**に示す。ひび割れ幅の測定には，測定幅0.04mm～1.9mmのクラックスケールを使用した。接合部のせん断ひび割れ本数は，SPC01がSPC02に比べ多く，ひび割れの分散傾向が見られたが，載荷時最大ひび割れ幅は，破壊形式にかかわらず，R=1/100［rad］まで概ね同様であった。SPC02の最大ひび割れ幅は，主筋降伏以降のR=1/50［rad］の繰返しにより，進展する傾向が見られた。

3. 6　せん断補強筋のひずみ分布

正側1回目のピーク時におけるに接合部せん断補強筋のひずみ分布を**図11**に示す。なお，縦軸の記号は，**図8**の丸印のひずみ測定位置を示す。ひずみは，接合部せん断余裕度にかかわらず，R=1/100［rad］時では，載荷時最大ひび割れ幅の



層間変形：$\delta = \delta_p + \delta_c + \delta_j - \delta_b$

① δ_p：**接合部のせん断変形による梁端変形**

$$\delta_p = (1 - \frac{uL}{L} - \frac{vH}{H}) \cdot (\theta_1 - \theta_2) \cdot L$$

② δ_c：**柱の変形による梁端変形**

$$\delta_c = \left\{ \frac{vH}{H} \cdot \theta_1 + (1 - \frac{vH}{H}) \cdot \theta_2 \right\} \cdot L$$

③ δ_j：**梁主筋の抜出しによる梁端変形**

$$\delta_j = (\theta_R - \theta_L)/2 \cdot (L - D_C)$$　ここで，D_C：柱幅

④ δ_b：**梁の変形による梁端変形**

$$\delta_b = \delta - \delta_c - \delta_p - \delta_j$$

図7　各架構の層間変形

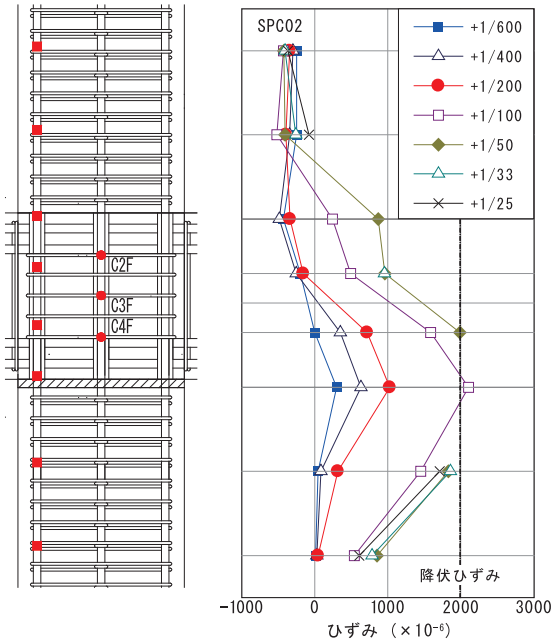


図8　主筋ひずみ分布（SPC02）

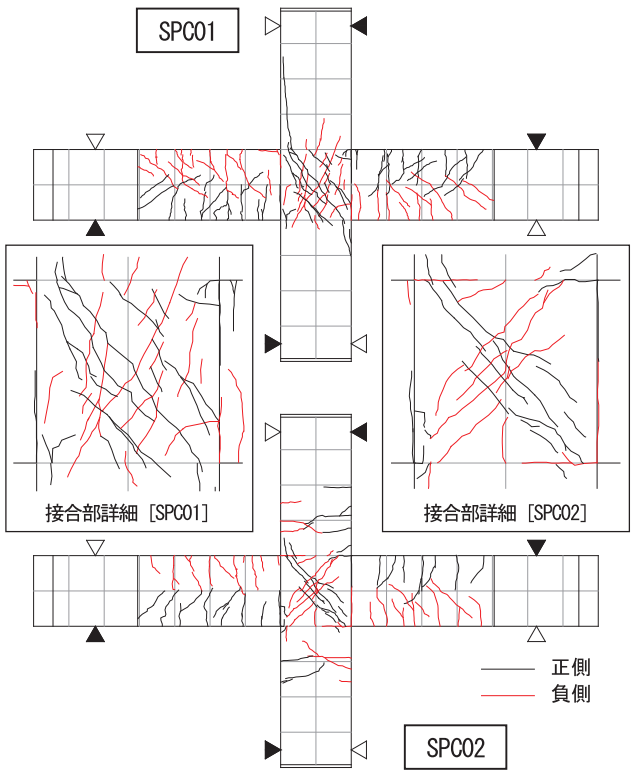


図9　ひび割れ図［R=±1/50rad］

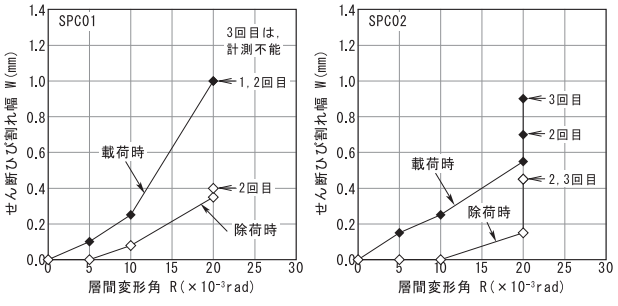


図10　接合部最大せん断ひび割れ幅－層間変形角

傾向と同じく，ほぼ同様の分布形状を示した。以降は，SPC01のひずみ分布が，せん断ひび割れの分散に伴い，徐々に一様となる性状を示し，SPC02は，$R=\pm 1/80$ [rad] 主筋降伏以降，接合部中央位置のせん断補強筋のひずみが卓越し，局所的なひび割れが進展している傾向が見られた。

3. 7　等価粘性減衰定数

各サイクル2回目および3回目の等価粘性減衰定数と層間変形角の関係を**図12**に示す。図中の実線は，(3) 式 (武田モデルを利用した等価線形化法に基づく減衰評価式) による計算値を示す。

$$h_{eq}=\frac{1}{\pi}\left(1-\frac{1}{\sqrt{\mu}}\right)，ここで，\mu=塑性率 \qquad \cdots(3)$$

SPC01は，層間変形角 $R=\pm 1/25$ [rad] まで，ほぼ計算値と同様の値を示した。SPC02は，$R=\pm 1/50$ [rad] まで計算値と同様であったが，$R=\pm 1/33$ [rad] 以降は実験値が計算値を下回る結果となった。

4. まとめ

1) SPC01は，$R=\pm 1/50$ [rad] の最大層せん断力到達以降，接合部に損傷が集中し耐力低下を示した。接合部せん断耐力は，靭性保証型耐震設計指針[5]による接合部せん断強度の計算値を10％程度上回る結果であった。
2) SPC02の接合部最大せん断力は，柱曲げ強度時[6]の接合部せん断力の計算値をわずかに下回る結果であった。これは，柱主筋降伏以降，接合部の損傷が進行し，十分な応力伝達が不可能になったためと考えられる。

【参考文献】

1) 石川裕次，木村秀樹，上田博之，奥出久人：接合部一体型プレキャスト柱・梁接合部の力学挙動，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.2，pp.505-510，2004
2) 宮崎裕一，大久保香織，刑部章ほか：プレキャスト化した鉄筋コンクリート造柱梁接合部の構造性能確認実験　その1，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.433-435，2010.9
3) 木村秀樹，高津比呂人：柱梁接合部一体型PCa工法を用いたRC架構の復元力特性，コンクリート工学年次論文集，Vol30，No.3，pp.325-330，2008
4) 楠原文雄，塩原等，田崎渉，朴星勇：柱と梁の曲げ強度の比が小さい鉄筋コンクリート造十字形柱梁接合部の耐震性能，日本建築学会構造系論文集，第75巻，第656号，pp.1873-1882，2010.10
5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靭性保証型耐震設計指針・同解説，1999
6) 日本建築学会：建築耐震設計における保有耐力と変形性能1990
7) 国土交通省住宅局建築指導課，国土交通省国土技術政策総合研究所，独立行政法人建築研究所：2007年度版　建築物の構造関係技術基準解説書

【謝辞】

柱梁接合部の実験は依頼試験として実施したものです。論文の作成・掲載にあたり，快くご承諾くださった西松建設㈱様に感謝を申し上げます。

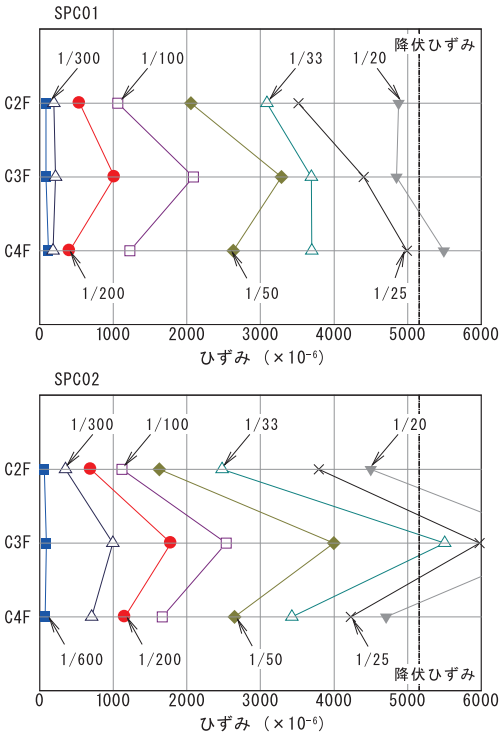


図11　接合部せん断補強筋ひずみ分布

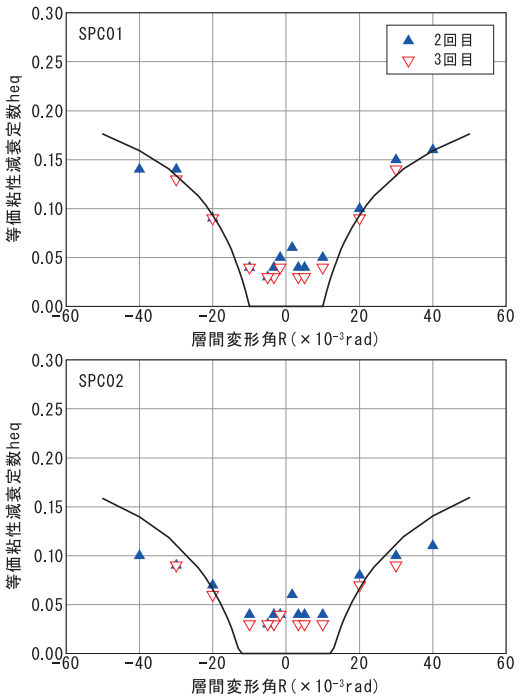


図12　等価粘性減衰定数

＊執筆者

中村 陽介（なかむら・ようすけ）
中央試験所 構造グループ 主任
一級建築士
従事する業務：RC構造物の構造試験

試験報告

けい酸塩系表面含浸材の性能試験

（発行番号：第12A1428号）

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. 試験の内容

株式会社 エバープロテクトから提出されたけい酸塩系表面含浸材「エバープロテクト」を塗布したモルタル基板について，加圧透水性試験を行った。

2. 試　　料

試料は，けい酸塩系表面含浸材である。けい酸塩系表面含浸材の概要を**表1**に示す。

表1　けい酸塩系表面含浸材の概要(依頼者提出資料)

一　般　名　称	けい酸塩系表面含浸材
商　　品　　名	エバープロテクト
主　　成　　分	けい酸ナトリウム，けい酸カリウム
製　造　業　者	株式会社 エバープロテクト

3. 試験方法

加圧透水性試験は，土木学会規準JSCE-K 572［けい酸塩系表面含浸材の試験方法（案）］の6.12加圧透水性試験に準じて行った。詳細を以下に示す。

3. 1　試　験　体

試験体は，モルタル基板にけい酸塩系表面含浸材を含浸させた含浸試験体及び比較用の無塗布原状試験体である。モルタル基板の概要を**表2**に，外観を**写真1**に示す。

表2　モルタル基板の概要(依頼者提出資料)

名　　称	硬化モルタル
寸　　法	φ 100mm × 100mm
打　込　日	平成24年10月9日
搬　入　日	平成24年11月12日
数　　量	原状試験体：3体
	含浸試験体：3体

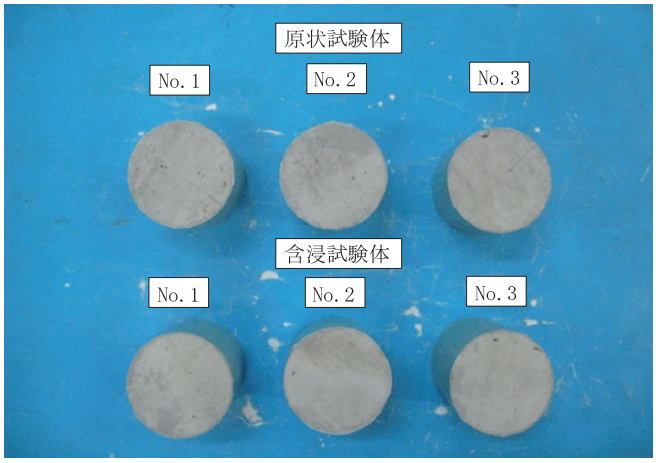


写真1　試験体の外観（搬入時）

3. 2　含浸材の塗布

含浸材の塗布は，建材試験センター職員の立合いのもとで行った。塗布方法は刷毛塗りで，塗布回数は2回（塗り重ね間隔3時間），塗布量は1.88g（標準塗布量：240g/m^2）とした。塗布状況を**写真2**に示す。

写真2　塗布状況

3. 3　養　　生

試験体は，温度 20 ± 2℃，相対湿度 80 % 以上の試験室で 14 日間養生したのち，温度 20 ± 2℃，相対湿度（60 ± 5）% の試験室で 14 日間養生を行った。

3. 4　加圧透水性試験

(1) 試験体の設置方法

試験体は，**図 1** に示すように，含浸面または原状面に水圧がかかるよう，エポキシ樹脂系接着剤及びロジンとパラフィンの混合物（質量比 1：1）を用いて圧力容器に設置したのち，試験に供した。

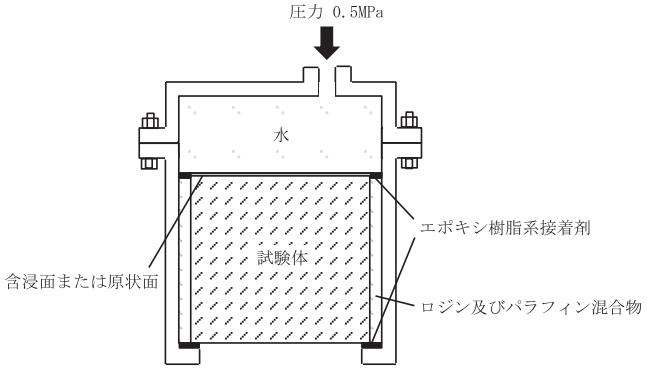


図 1　試験体の設置状況

(2) 透水試験

透水試験は，圧力容器上部の空間に水を注入し，**図 2** に示すように，窒素ガスを用いて 0.50 ± 0.05MPa の水圧を 48.0 ± 0.5 時間加えた。加圧終了後，試験体を割裂し，**図 3** に示す位置で水の浸透深さをノギスを用いて 0.1mm のけたまで測定した。

試験状況を**写真 3** に示す。

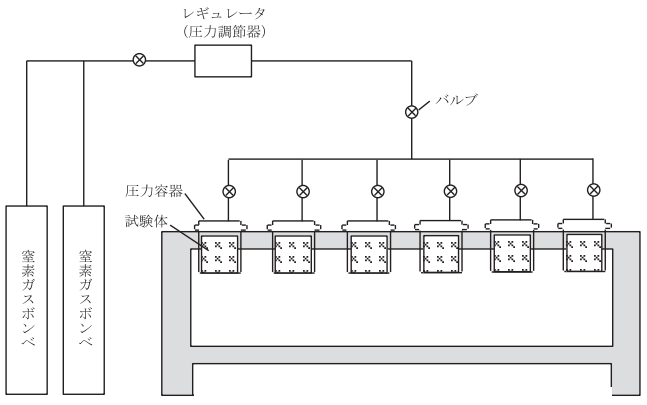


図 2　透水試験の概略図

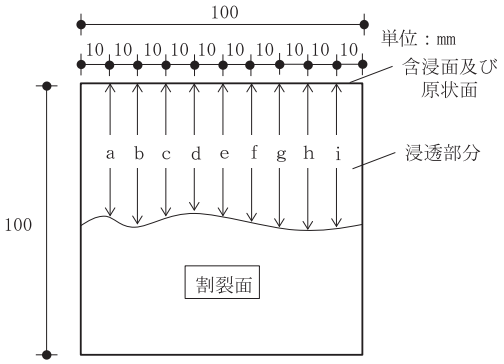


図 3　水の浸透深さの測定位置

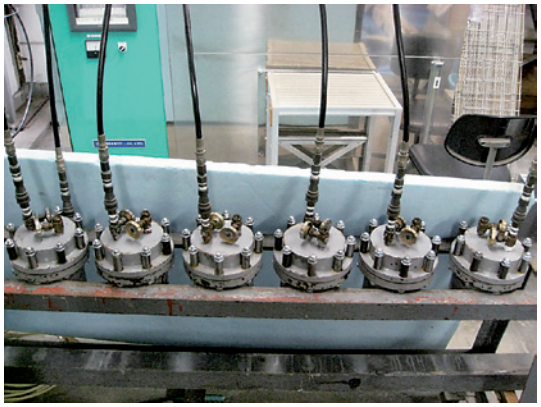


写真 3　試験状況

(3) 水の浸透深さ及び水の浸透深さ比の算出

水の浸透深さは，試験体 3 体の平均値とした。水の浸透深さ比は，次式によって算出した。

$$\chi = \frac{d}{d_b} \times 100$$

ここに，

χ：水の浸透深さ比（%）

d：含浸試験体 3 体における水の浸透深さの平均値(mm)

db：原状試験体 3 体における水の浸透深さの平均値(mm)

4. 試験結果

加圧透水性試験結果を**表 3** に，試験結果の詳細を**表 4** に，水の浸透状況を**写真 4** 及び**写真 5** に示す。

なお，各試験体の拡散係数を参考として付録に示した。

表 3　加圧透水性試験結果

試験体	水の浸透深さ mm	水の浸透深さ比 %
原状試験体	16.1	52.80
含浸試験体	8.5	

表4　加圧透水性試験結果

試験体	番号	水の浸透深さ　mm										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	平均値	平均値
原状試験体	No.1	6.5	17.2	17.1	16.7	16.7	16.3	14.6	14.3	11.0	14.5	16.1
	No.2	9.1	15.0	15.8	17.9	16.8	16.7	16.3	19.3	20.6	16.4	
	No.3	14.1	16.9	18.5	17.3	17.0	16.8	15.7	19.3	21.2	17.4	
含浸試験体	No.1	8.6	10.9	10.3	9.9	9.0	8.5	8.6	7.5	9.5	9.2	8.5
	No.2	6.5	8.1	10.9	9.4	10.0	9.5	8.2	8.0	8.5	8.8	
	No.3	9.5	8.3	6.7	7.9	8.5	7.0	6.1	6.7	6.7	7.5	

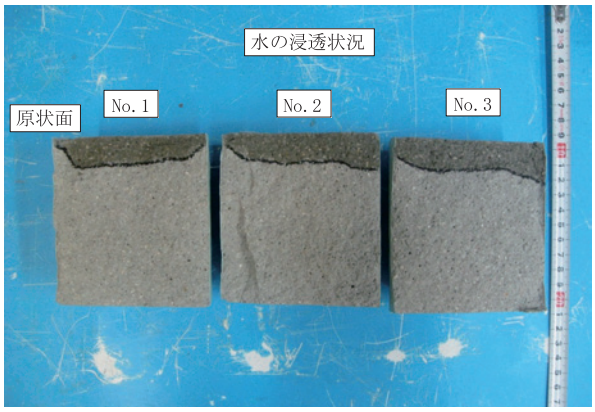


写真4　水の浸透状況（原状試験体）

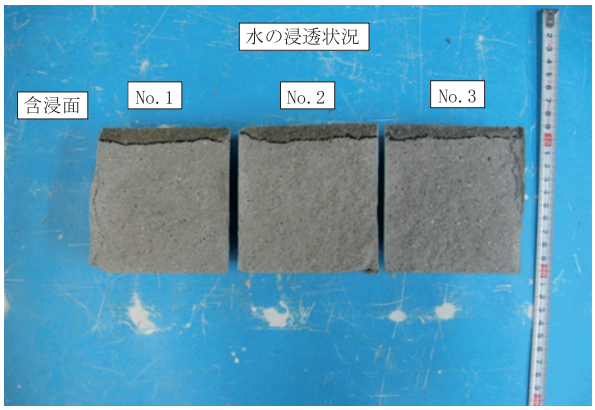


写真5　水の浸透状況（含浸試験体）

5. 試験の期間，担当者及び場所

期　　間　平成24年12月11日から
　　平成24年12月13日まで
担 当 者　材料グループ
　　統括リーダー　　鈴 木 敏 夫
　　統括リーダー代理　中 里 侑 司
　　岡 田 裕 佑(主担当)
場　　所　中央試験所

6. 付　　録

各試験体の拡散係数を**付表1**に示す。

なお，拡散係数は，水の浸透深さの平均値を用いて，次式によって算出した。

$$\beta_i^2 = \alpha \frac{D_m^2}{4t\xi^2}$$

ここに，β_i^2 ：拡散係数（cm^2/s）
　　D_m ：水の浸透深さ（cm）
　　t ：水圧を加えた時間（s）
　　α ：水圧を加えた時間に対する係数
　　（48時間では，175.7）
　　ξ ：水圧に対する係数
　　［0.5MPa（約5kgf/cm^2）では，0.905］

付表1　各試験体の拡散係数

試験体	番号	水の浸透深さ mm	拡散係数 $\times 10^{-4}$ cm^2/s
原状試験体	No.1	14.5	6.53
	No.2	16.4	8.35
	No.3	17.4	9.40
含浸試験体	No.1	9.2	2.63
	No.2	8.8	2.40
	No.3	7.5	1.75

コメント・・・・・・・・・・・・・・・・・・

コンクリート構造物は，高度経済成長期を境に多数建設され，人々の生活を支える重要な役割を担っている。一方，1980年代前半から塩害やアルカリシリカ反応等の早期劣化問題が顕在化したため，コンクリート構造物の適切な設計，施工はもとより，効果的かつ経済的な維持管理が求められている。

コンクリート構造物の維持管理は，構造物の調査や診断を行い，補強や補修等の対策を検討する方法が一般的であり，補強は構造物の力学的な性能低下の回復および向上を，補修は構造部材の劣化進行の抑制や耐久性の回復および向上を目的として使用される。補修には，表面被覆工法，表面含浸工法，断面修復工法等が挙げられ，その中でも，表面含浸工法は，コンクリート表面に表面含浸材を塗布することで効果を発揮するため，比較的工程が少なく短期間で施工でき，環境負荷の小さい水溶性の材料が多く，既設のみならず新設コンクリート構造物にも適用可能等の特徴がある。

表面含浸材は，主成分の違いによりシラン系とけい酸塩系の2種類に分けられ，シラン系はコンクリート表面に疎水基を形成することにより，水分の移動を伴う劣化因子の移動を抑制する。一方，けい酸塩系は，固化型と反応型の2種類に分けられ，固化型は，コンクリート内部に含浸した表面含浸材自身が固化することにより空隙を充填させるのに対し，反応型は，セメントの水酸化カルシウムと表面含浸材のけい酸アルカリ金属塩が反応することにより内部を緻密化させる。

けい酸塩系表面含浸材の試験方法は，次表に示すように中性化に対する抵抗性試験やひび割れ透水性試験等がある。今回は，防水性を把握することを目的とした加圧透水性試験を行った。この試験方法は，けい酸塩系表面含浸材を含浸させたモルタル基板と含浸させていないモルタル基板を用いて，水の浸透深さを測定し，水の浸透深さ比を算出するものである。土木学会規準では，水の浸透深さ比の基準値は規定されていないが，加圧透水性試験は，橋梁や高架橋等の防水性が要求されるコンクリート構造物の設計や照査を行う際に必要となる。一般的にけい酸塩系表面含浸材を使用した場合，水の浸透深さ比は概ね60％となる。今回実施した試験の水の浸透深さ比は約50％であり，一般的なけい酸塩系表面含浸材よりも若干抑制効果が認められる結果となった。

表　土木学会規準で規定されている試験項目

・反応性確認
・乾燥固形分率
・種類判定
・外観観察
・含浸深さ
・透水量
・吸水率
・中性化に対する抵抗性
・塩化物イオン浸透に対する抵抗性
・スケーリングに対する抵抗性
・ひび割れ透水性
・加圧透水性

当センター材料グループでは，このような補修に使用される材料（表面被覆材，表面含浸材，断面修復材）について土木学会規準や関連規格に基づく品質性能試験を実施している。また，けい酸塩系表面含浸材については，土木学会規準で規定されている試験の全項目を実施できる体制を整えている。上記材料に関するご依頼・ご質問については，下記までご連絡いただければ幸いである。

【お問い合わせ】
中央試験所 材料グループ
TEL：048-935-1992　FAX：048-931-9137

（文責：中央試験所 材料グループ　岡田 裕佑）

内部執筆

中央試験所に壁炉を増設

－防火設備や防耐火壁の要望に対応－

防耐火グループ

1. 概要

当センターでは従来より，建築基準法に基づく指定性能評価機関として防耐火性能試験・評価業務方法書に基づく性能評価業務（以下，「防耐火性能評価業務」という）を実施している。このほどは中央試験所において防耐火試験用壁炉を増設し当該業務に活用していくこととなった。

ここ数年は防火設備や壁において，防耐火性能評価試験の必要性が高まっており，他の性能評価機関も含めて試験炉のスケジュール待ちが長期化し，依頼者や関連業界の方々から試験実施能力の拡大要望が出されていた。今回，当センターではこれらの要望に応えるため試験装置を増設して対応する運びとなったものである。

工事の経過および設置した施設の概要を次に示す。

＜工事経過＞

既存施設撤去	2013年1月～3月
地盤，基礎工事	4月～5月
建屋工事	6月15日～
炉体組立，配管	7月7日～
外構工事等	7月29日～
確認，消防検査	8月9日～13日

写真1　地盤処理と基礎工事準備（2013.5.16）

写真2　基礎工事①（2013.5.21）

＜施設の概要＞

①建屋

1）構造	：	鉄骨造，外壁スレートボード張
2）建築面積	：	108m²（9.0×12.0m）
3）高さ	：	軒高9.0m，最高9.7m
4）試験体搬入	：	シャッター W5.0×H5.1m（水圧解放装置付）
5）クレーン	：	天井クレーン，巻上荷重2.8ton， 軌条スパン7.48m，揚程7.08m

②炉本体

1）対応試験	：	垂直部材（壁，窓等）の非載荷加熱試験
2）内法寸法	：	W3.5×H3.4m，奥行き1.0m
3）構成材料	：	セラミックファイバーブロック（主要部）， 厚さ200mm
4）燃焼装置	：	フラットフレームガスバーナー，20基 燃焼能力10万kcal／h・基， 最大燃焼量200万kcal／h
5）燃料	：	天然ガス　13A バーナー定格200m³／h
6）加熱制御	：	自動温度制御，自動炉内圧制御（プログラム式PID自動制御） ISO834および防耐火性能試験・評価業務方法書の加熱温度に準拠
7）排煙設備	：	開口部フード／天井排気口装備（ダンパー切替え式）
8）安全装置	：	火炎検出器によるバーナー監視，失火時ガスの遮断 空気圧，ガス圧異常時の燃焼停止機構，地震感知器ほか

③二次燃焼炉

1）炉内寸法	：	W1.5×H2.5×l5.18m
2）排煙能力	：	300m³／min（×5kPa），5.5kW・200V×50Hz
3）燃焼装置	：	エクセスエアガスバーナー，2基 最大燃焼量260万kcal／h
4）加熱制御	：	自動温度制御 排気ガスを800℃に再加熱
5）燃料	：	天然ガス13A，定格240m³／h

写真3　二次燃焼炉の組み立て（2013.6.7）

写真４　鉄骨工事（2013.6.17）

写真５　炉体設置，組み立て（2013.7.7）

写真６　完成した試験棟

写真７　増設された防耐火試験用大型壁炉

2. 経緯

当センターは従来より，防耐火構造に関連した試験施設として中央試験所に壁炉２基，梁炉１基，水平炉１基，柱炉１基の合計５基の試験炉を設置するなど，防耐火性能評価業務に力を入れて実施しており，防耐火関連の試験実施能力は日本最大規模といえる。

しかしながらこの数年は，防火設備や壁，軒裏等の試験に使用する壁炉の使用頻度が増加しており，既存の壁炉２基はいずれも概ね１年先まで試験予約済みの状況となっている。この状態では依頼者からの要望に応じて円滑に試験や性能評価を行うことが難しいことから，新たに壁炉１基を設置してさらに試験実施能力の増強を図ったものである。

今後，新大型壁炉は８月下旬に加熱性能の検証試験を行い，国土交通省に届け出た上で「防耐火性能評価業務」に活用していく。

３基の壁炉が対応する試験体寸法等の一覧を**表**に示す。

表　壁炉の試験体寸法等一覧（単位：m）

炉の種類		大型壁炉	中型壁炉	新大型壁炉
最大加熱寸法		W3.5×H3.4	W3.05×H3.42	W3.5×H3.4
試験体寸法	載荷加熱	W3.0×H3.2	W3.0×H3.2	
	非載荷加熱	W3.8×H3.6 W3.2×H3.6※ W2.1×H2.85※	W3.2×H3.6 W2.1×H2.85※	W3.8×H3.6 W3.2×H3.6※ W2.1×H2.85※

注）試験体寸法は試験体枠を含めた寸法である。
※は試験体用マスク・袖壁を使用する場合の寸法である。

3. 今後の対応

新大型壁炉で実施できる試験は，非載荷の壁や防火設備などであり，建屋と二次燃焼炉の条件から比較的可燃物量の少ない試験体が対象である。ただし中央試験所では，新大型壁炉も含めた３基の壁炉に適宜，試験体を割り振るなど，試験スケジュールの実施ペースを速めるとともに，キャンセル待ち案件などの早期の実施に取り組んでいく。

性能評価や品質性能試験を計画している関係各位には，打合せや準備においてご協力を願う場面もあると思われるが，ぜひ対応下さるようお願いする次第である。

【試験，スケジュール等の問い合わせ先】
中央試験所 防耐火グループ
TEL：048-935-1995　FAX：048-931-8684

（文責：中央試験所 防耐火グループ 統括リーダー　西本 俊郎）

JIS A 5411（テラゾ）の改正原案作成について
― 改正原案作成委員会の審議・検討概要報告 ―

1. はじめに

JIS A 5411（テラゾ）は，建築物の仕上げ材料として用いられているテラゾ（テラゾブロック及びテラゾタイル）について規定したものである。この規格は1963年に制定され，4回の改正を経て現在に至っている。本規格は2008年に追補改正が公示されているものの，技術的改正は1994年であり，約20年間見直しが行われていない状況であった。1994年の改正時に，JIS A 5411（テラゾブロック）とJIS A 5415（テラゾタイル）が統合され，JIS A 5411（テラゾ）となったため大幅な見直しが行われたものである。しかし，その後，使用材料や製造方法の多様化など生産技術の急速な進展に伴い，使用用途もトイレブースの隔て板やカウンタートップを始めとする，建築仕上げ材以外にも拡大してきている。現在の製品の生産動向や技術動向を鑑みて，規格全体の内容見直しを行う必要が生じたこと，引用規格が見直されていること，規格中の用語の統一など製品品質の適正な評価を行うための指摘事項も多々あり検討が必要となったため，改正検討に至ったものである。

改正原案の作成は，平成24年7月から当センター内にJIS A 5411改正原案作成委員会（委員長：小山明男　明治大学 教授）を組織して行い，審議した改正原案を平成25年3月に（一財）日本規格協会に提出した。

ここでは，JIS A 5411の改正原案における主な審議，検討事項の概要について紹介する。

2. 改正原案の作成にあたり審議・検討した内容について

今回の改正原案の作成においては，現在の製品の生産動向や技術動向を調査し，（1）～（4）の内容を中心に検討を行った。主な改正原案の内容および審議状況を次に記す。

（1）製品の実態と規定内容の見直し
（2）用語の定義
（3）試験方法
（4）規格票の様式修正

2. 1　用語の定義について

テラゾブロックとテラゾタイルは，従来，「種類」において規定されていたが，必ずしも本規格を満足しないものが市場にあるとの指摘があり，新たに「用語及び定義」の項を設け，次の用語について定義した。

・テラゾ
・テラゾブロック
・テラゾタイル

また，製品構成を容易に理解できるよう，表面層や補強層などの用語についても，規格中での使い方の統一を図った。さらに，テラゾタイルの寸法による区分（300形と300×300など）の表記が混在していたため，300mm×300mmなどの表記に統一した。

2. 2　種類について

種類については，現在市販されている製品の実態と整合しないとの指摘がなされた。そこで，**表1**（テラゾの種類及び区分）において種類を明確にした。また，テラゾタイルにおいては300mm×300mm，400mm×400mm以外の寸法のものも多く流通していることから，要求品質を満足することを条件に，「その他の寸法は受け渡し当事者間の協定による」旨の記述を追加し，製造方法が多様化している実態を反映させることとした。

2. 3　品質について

外観および表面仕上げの判定基準については，客観的な判断ができない場合が想定されるとの指摘があった。そのため，客観的な判断ができるよう，他の建材のJISにおける判定基準の表記を参考に記述を変更した。

また，規格制定当時の製造方法では，出石率が50％以上でなければ，強度の規定値を満たすことができなかったため，出石率50％以上という値が規定された。しかし，現在の製造方法では，出石率50％以下でも強度の規定値を満たすことが可能なものもあるとの指摘があり，出石率の規定値について議論が行われた。出石率については50%以上であることを原則とするが，意匠上の観点も影響することから多様な製品形態を認め，受渡当事者間の協定がある場合はそれによる旨を規定した。ただし，極端に出石率が小さ

表１　テラゾの種類及び区分

種類	表面層の砕石による区分	形状による区分	仕上げ面による区分	寸法による区分	補強鉄線の有無	主な用途
テラゾブロック	大理石テラゾブロック[a)] 花こう岩テラゾブロック	平もの：平板状で，正方形又は長方形のもの。 役もの：平もの以外の隅角部などに用いるもの。	片面仕上げ（小口仕上げの有無） 両面仕上げ（小口仕上げの有無）	―	有	壁，間仕切り，階段，床
テラゾタイル	大理石テラゾタイル[a)] 花こう岩テラゾタイル	―	―	300mm × 300mm，400mm × 400mm，その他の寸法は受渡当事者間の協定による。	無	床

注[a)] 大理石のテラゾブロックおよびテラゾタイルには，じゃもん岩を用いたものも含む。

くなるようなものはテラゾとしては認めにくく，常識の範囲で出石率を定めるのがよい旨を解説に記すこととなった。

反りについては外観として規定されていたが，製品の施工や使用に及ぼす影響が大きいことから，品質の一部として項目を追加することとした。

2. 4　形状，寸法および許容差について

テラゾタイルの寸法に関しては，現在の製造方法や市販されている製品の実態について調査した上で議論が行われた。その結果，厚さの規定については，現状の製造設備を考慮し25mm以上とした。

2. 5　材料について

テラゾに用いる使用材料のうち，特に骨材については多様化しており，規定内容の変更を求める意見が多く出された。背景として，近年の石の種類が少なくなっていること，ガラス廃材等の利用の実績が増加している等の事情がある。今後の廃材使用も視野に入れ，例えば，特殊テラゾとして規定するなど，記述を変えた方がよいのではないかとの意見もあり審議が行われた。委員会において，廃材を使用した場合には使用量の限度などを定める必要があるとの意見もあり，十分な実験や調査が必要になることが議論された。審議の結果，廃材を使用材料の一部として規定することは困難であるとの結論に至った。しかしながら，骨材の採取が難しくなり，骨材として使用する材料の種類が多様化することは明らかであることから，使用上強度および耐久性に支障がないことを条件に，骨材の混合使用を認める記述を追加した。この場合，生産者は強度および耐久性に支障がないことを確認する十分な資料を示す必要がある。

2. 6　試験方法

1）外観および表面仕上げ

外観および表面仕上げについては，確認すべき項目とその方法を明確に規定することとなった。

2）反り

反りについては，試験方法が解説に記されていたため，わかりにくかったことを勘案し，本文に示すこととし，規格使用者への利便性を高めることとした。

3）出石率

出石率の試験方法では，どの程度の大きさの骨材まで測定する必要があるのかが不明瞭であったとの指摘から，図中に骨材の寸法が5mm未満の粒は測定対象としない旨を記述することとした。

4）滑り・摩耗

滑りおよび摩耗試験については，品質確認方法の実態を調査した。滑りについては現場にて測定をする事例が多く，摩耗に関しては試験値を求められることは，ほとんどないという現状が生産者側委員より説明された。特に，滑りは訴訟問題にかかわる項目であり，十分な実験・調査データがない状況でJISに規定すると多方面に影響がでることが懸念されるため，「受け渡し当事者間の協定による」という従来の記述のままとすることとなった。

5）曲げ強さ

曲げ強さ試験については，支持棒および載荷棒についての記述を追加すること，また，テラゾタイルの曲げ載荷スパンを，他の建材で一般的に用いられている試験方法と整合させ，スパンを修正することとなった。なお，曲げ試験については，スパン変更にあたり，検討実験を行った。検討実験の内容については，“３．曲げ強さ試験に関する実験検討”で紹介する。

6）測定結果の取り扱い

現行の規定では，測定結果の扱い方や数字の丸め方が不明瞭であり，この点を改善し，定量的に試験結果が求まる試験すべてについて明記することとなった。また，直角度試験において使用する測定器として，JIS B 7526に規定する直角定規の使用を定めるなど，測定器の精度等を規定することとなった。

2. 7　製品の呼び方

製品の呼び方で規定している項目が不明瞭との指摘があり，テラゾブロックおよびテラゾタイルそれぞれにおける製品の呼び方を使用者にもわかりやすいような記述に変更することとした。

3．曲げ強さ試験に関する実験検討

曲げ強さ試験に関して，JIS A 5411の規定内でテラゾブロックとテラゾタイルの試験方法が異なっており，統一できないかという意見が出された。そこで，試験方法を統一化するにあたり，実験検討を行うこととなり，テラゾタイルについて，現行の全形による試験とテラゾブロックの試験体寸法（300×100mm，厚さ20mm以上）による試験とを比較検討することとした。検討実験は，当センターの中央試験所材料グループにて実施した。

3. 1　実験概要

実験検討に供した試験体の種類は，テラゾタイルとした。曲げ強さ試験は**表2**に示す試験体の形状・寸法とし，曲げ強さ試験はJIS A 5411：1994の6.5曲げ強さ試験に従って実施した。なお，載荷時の支持スパンは**図1**に示すとおりとし，支持棒間の距離が供試体寸法の4/5となるように設定した。

表２　試験体の形状・寸法と支持棒の間隔（スパン）

テラゾタイルの形状	試験体の形状	寸　法 mm	スパン mm
300mm×300mm（厚さ30mm）	全　形	300×300×30	200
	切出し	300×100×30	
400mm×400mm（厚さ30mm）	全　形	400×400×30	320
	切出し	400×100×30	
		300×100×30	200
500mm×500mm（厚さ30mm）	全　形	500×500×30	400
	切出し	500×100×30	
		300×100×30	200

注記　載荷スピードは1～3分で最大荷重に達するよう載荷を行った。

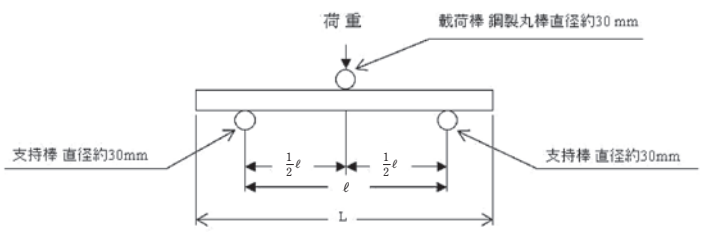


図１　曲げ強さ試験の支持スパン

また，通常，タイル，石材等の曲げ強さ試験では鋼製の支持棒と試験体の間にゴム板を設置し，曲げ強さ試験が実施されている。そのため，テラゾの曲げ強さ試験においても，ゴム板の有無が曲げ強さに及ぼす影響を確認することとし，併せて実験検討を行った。

3. 2　実験結果

実験結果を**表3**および**表4**に，試験の状況と供試体の破壊状況（ゴム板の有無）を**写真1**および**写真2**に示す。なお，ゴム板の有無と曲げ強さ比を求めた結果を**表5**に整理した。

3. 3　実験のまとめ

テラゾタイルの曲げ強さ試験に関する実験検討の結果，次の結果および傾向が確認できた。

① 試験体形状について切出しと全形とを比較すると切出し供試体の方が曲げ強さは大きい傾向となった。

② スパンの違いによる曲げ強さ試験結果への明瞭な差は認

表３　試験体の形状と曲げ強度比（ゴム板なしの場合）

試験体			ゴム板の有無	曲げ強さ N/mm^2	強度比* %
種　類	形　状	スパン mm			
300mm×300mm	切出し 300×100	200	なし	9.21	—
	全　形	200		8.00	87
400mm×400mm	切出し 300×100	200		9.81	—
	切出し 400×100	320		9.06	92
	全　形	320		7.60	77
500mm×500mm	切出し 300×100	200		14.0	—
	切出し 500×100	400		14.7	105
	全　形	400		6.53	47

注記　切出し試験体（300×100）を基準とした場合の強度比

表４　試験体の形状と曲げ強度比（ゴム板ありの場合）

試験体			ゴム板の有無	曲げ強さ N/mm^2	強度比* %
種　類	形　状	スパン mm			
300mm×300mm	切出し 300×100	200	あり	9.63	—
	全　形	200		7.58	79
400mm×400mm	切出し 300×100	200		9.79	—
	切出し 400×100	320		8.95	91
	全　形	320		7.47	76
500mm×500mm	切出し 300×100	200		15.0	—
	切出し 500×100	400		13.7	91
	全　形	400		9.20	61

注記　切出し試験体（300×100）を基準とした場合の強度比

写真１　試験状況および供試体の破壊状況（ゴム板なしの場合）

写真２　試験状況および供試体の破壊状況（ゴム板ありの場合）

表５　ゴムの有無と曲げ強さおよび強度比

試験体			曲げ強さ N/mm^2		強度比% (有／無)
種　類	形　状	スパン mm	ゴム板なし	ゴム板あり	
300mm ×300mm	切出し 300×100	200	9.21	9.63	105
	全　形	200	8.00	7.58	95
400mm ×400mm	切出し 300×100	200	9.81	9.79	100
	切出し 400×100	320	9.06	8.95	99
	全　形	320	7.60	7.47	98
500mm ×500mm	切出し 300×100	200	14.0	15.0	107
	切出し 500×100	400	14.7	13.7	93
	全　形	400	6.53	9.20	141

められなかった。

③ ゴム板の有無が曲げ強さ試験結果に及ぼす影響は，500mm×500mmの全形においてゴム板ありの方がゴム板なしに比べ，曲げ強さが40％程度大きくなる結果を示した。それ以外の試験体条件においては曲げ強さへの明瞭な差は認められなかった。

上記の実験結果に基づき改正原案作成委員会にて曲げ強さ試験方法の検討が行われた。その結果，テラゾタイルの曲げ試験をテラゾブロックと同様に切り出し試験体で実施した場合，危険側の評価となる可能性があり，試験方法として適切ではないと判断された。よって，テラゾタイルの曲げ強さ試験は，現行の規定である「全形」にて実施することとし，改正原案の作成が進められた。なお，曲げ強さ試験の実験結果を踏まえ，曲げ試験のスパンについては，現行の試験条件（試験体寸法に関係なく200mm一定）が一般的ではないこと，スパンが大きくなっても曲げ強さが危険側の評価にならないことから，支持スパンを試験体長さの4/5に変更し，類似のJIS製品の曲げ強さ試験と同じ載荷条件とすることとなった。

４．今後の課題

今回の改正原案の作成においては，従来の規定では不明瞭であった品質の確認・試験方法などについて見直しを行った。しかし，具体的な試験結果の判定方法について必ずしも明確になっていないとの意見も出された。この改善には，実際に試験を行っている生産者や認証機関が，具体的にどのような判定を行っているのかを広く調査する必要があり，次回改正までの検討事項とすることとなった。

また，近年のテラゾ製品の中には，真空脱水製法をはじめとして，製品の製造方法に高度な技術を取り入れているものもある。さらに，製品の意匠性や使用骨材の採取問題などから，多様な材料が使われ出しているのも現状である。

JISはあくまで標準的な製品を規定するものであり，市場にほとんど流通していないものまでを含める必要はないが，骨材に廃材を利用することなど，資源循環・環境負荷低減の面で有益なものについては，将来的に標準仕様としての規定化を検討すべき課題であるといえる。

製品規格としては，使用用途に応じた品質が規定されていれば良いとの考え方もある。今回の改正原案では，可能な限り製品実態を反映して規定の見直しが行われた。しかし，製品の品質が確認できないものについては規定をしていない。今後，多様な製品が開発・生産されていく可能性が高く，それらを規格に取り込んでいくためには，品質を明確にすることが重要であり，種々の試験データの蓄積が望まれる。

５．おわりに

JIS A 5411の改正原案作成委員会の審議・検討概要について紹介した。テラゾは建築物の仕上げ材料として広く用いられている建材である。近年，海外製品も多く，JISの製品規格に適合する製品が差別化され，適切に使用されるためにも，規格の適切な改正・維持が重要である。本規格の改正原案作成状況報告が，テラゾをご利用いただく皆様の一助となれば幸いである。

（文責：経営企画部 調査研究課 課長　鈴木 澄江）

スタンダードを思い巡らして

(7) 良い玩具と安全な玩具

東京家政学院大学名誉教授
岩井一幸

「良い玩具」とは？ここでは，私たちが1980年日本「子どもの遊びと玩具研究会」を結成し，ドイツ「子どもの遊びと玩具審議会（spiel gut arbeitsausschuss Kinder ＋ Spielzeug e,V.）」が選定したドイツおよび欧州の玩具を展示する機会を持ったので，この良い玩具を普及する消費者運動のケースを通して見てみよう。審議会は，1954年ドイツ・ウルム市で開催された「良い玩具」展に際し設立，「シュピール・グート（良い玩具）」選定の審査へと発展した。この審議会の活動は，①子どもたちの健康な成長に役立つ良い玩具に対する広報，②良い玩具の選定と推薦，③ユーザへの助言，④オレンジ色の円い「spiel gut シュピール・グート」マークを貼布する科学的実践的に評価した玩具の認定が主なものである。

この「シュピール・グート」を普及させる「子どもの遊びと玩具審議会」による「おもちゃと遊び（良い玩具の手引書）第2版1999年刊」では，「シュピール・グート」を選定する評価基準は，創立当初より一貫し，1989年に環境アセスメント項目が加わり，次の13項目となっている。

① **子どもの発達段階**にある年齢層の子どもの要求を満たすものでなくてはならない。
② **子どもの想像力**を刺激すべきもので，狭めるものではあってはならない。
③ **周囲の世界の体験**を遊びは模倣したものであるから，子どもの関心あるテーマと向き合う助けになるべきである。
④ **遊びの多様性**が確保でき，バリエーションや組み合わせができ，能動的に工夫できるようにするべきである。
⑤ **素材と加工法**はいろいろな素材を生かして加工された玩具を選択すべきである。
⑥ **デザイン・形・色**は多様な遊び方と想像力の世界に大きな影響を与え，過剰装飾は遊びの本質から注意をそらす。
⑦ **適切な大きさと重さ**は遊びの目的と子どもの年齢にかかわっている。
⑧ **適切な数と量**が玩具で遊ぶ楽しさや達成感を与える。
⑨ **構造と仕掛け**は子ども向けに考えられねばならないが，複雑な構造の玩具で遊べる年齢も若くなってきている。
⑩ **耐久性**は遊びの目的と使用期間にかかわり，玩具が使用に耐えるかどうかは，大人への信頼感にかかわってくる。
⑪ **安全性**は遊んでいるときの事故，けが，健康への影響など，違う年齢の子どもに適切かも考慮し，間違った使い方にならないように考慮されねばならない。
⑫ **環境アセスメント**は素材の特性，製造・使用・廃棄に必要なエネルギー，また環境を汚染するか，玩具が長期間使え，修理可能かどうか，材料を再利用できるかが考慮されねばならない。
⑬ **良い玩具の値段**は種々の価格帯にまたがっている。ユーザは，その玩具が値段に見合ったもので，納得して支払えるかを自分で判断すべきである。

「シュピール･グート」は，「良い玩具」を使って「良く遊べ」の意味である。審議会は良く遊ぶための玩具の普及を目指して，①中立性，②多くの分野からの複合体による検討，③理論と実践を原則にボランティア活動により運営されている。製造者からの独立のため，①「良い玩具」手引書の販売，② シュピール・グート・マークを得た玩具の目録販売，③「シュピール・グート」貸出巡回展示会の開催（100 ～ 600点で各種）等により活動費を維持している。審議会の活動は，個人のボランティア活動であり，「シュピール・グート」マークを売り，その資金を得ているのではない。日本での展示会も1980年以来，4回開催しているが，手引書を販売する以外，展示会入場料等により資金を集めるのは，不可とされてきた。事務局長シャルロット・ペー女史が，1980年に来日し，講演した際に，ドイツでは，玩具メーカが巨大になる前に中立的な団体として立ち上げ，審議会が影響力を駆使できたことが大きく，他の国では，この選択は，もう無理であろうと言っていたのを思い出す。

この中立的であることを武器とした「シュピール・グート（良い玩具）」の選定手順は，①世界中からの玩具が集まる世界最大のニュールンベルグ玩具メッセで，テストに値すると思われる玩具を500 ～ 600点リストアップし，各メーカにテスト品の送付を依頼する。②適切と思われる家庭や幼稚園などで子どもに実際にその玩具で遊んでテストしてもらう。③審議会審査では，テストレポートと玩具が月例会議に提出され，さまざまの審議や討議の結果「シュピール・グート」マークを付与するかを決定する。④付与されなかった玩具は，メーカにその理由を報告し，場合により改善策をアドバイスする。⑤ある程度時間を経て，認定を与えた玩具の品質が落ちていないか再調査することもある。

安全性項目の法令上の規制をチェックする以外の項目は，中立的な家庭や保育園，幼稚園での実験的使用を通しての経験の積重ねによる13項目の総合評価であり，日本とドイツの文化，生活，産業等に違いがあっても，子どもの遊びと玩具を通して良い玩具を共通に評価できる軸が見いだせるのではないか。

シュピール・グート・マーク

それでは,「安全な玩具」とは？安全な玩具と良い玩具はイコールではない。良い玩具は安全でなければならないが,安全な玩具が,与えられた子供にとって良い玩具かどうかは,その子供の成長段階,体力,行動特性,社会環境等により異ってくる。

手引書初版では,玩具の安全性の評価を1970年代に欧州各国が独自に作成した玩具の安全基準により評価している。

第2版の手引書(1999年改定)では,良い玩具を選定する条件として,欧州規格のEN71の規格を始め,関連規格が整備され,明確に提示された安全基準により認証を前提とした良い玩具の選定が行われるようになっている。

1985年まで欧州(当時EC)では,各国独自の製品規格や技術政策により,製品の自由な流通が妨げられていた。自由な流通のための技術障壁の除去をCEN(欧州標準化委員会1961年創立)では,技術的な製品仕様規格の整合化によって,実行しようと努力を重ねてきたが,なかなか合意できず技術論争が続いていた。そこで1985年EC委員会は,欧州域内における人体および商品の保護を主として扱う法令および規制を技術的に整合化,標準化し,自由な流通を保障するニューアプローチ政策の導入を理事会に提案,決議された。すなわち,法令上の整合化は,必須安全要求事項,または一般的に関係ある要求事項に限定することをEEC条約に基づく指令によって行い,市販品をこの要求条件に適合させ,適合した製品はEC域内で自由に流通できるように考えた。このニューアプローチと呼ばれる技術整合指令によって,性能仕様による欧州統一規格の制定と適合評価に関する政策の展開に踏み出し,「玩具の安全」が,建設資材,医療の安全,機械安全等と並んで,11経済分野の1つとして提案された。

1988年のEC指令により,玩具の安全に関する子どもの健康と安全を確保し,人体および商品の保護のための必須要求事項が,貿易を促進することを目的に,玩具の安全EN71が定義された。現在EN71-1から14までの14規格があり,ほかに電動玩具の安全EN62115,玩具用変圧器等EN61588-2-7等の規格も定められた。

これらの規格による適合を示すものとして玩具に付けられるCEマーキング制度が,1990年スタートした。EN規格に適合し,玩具の安全をEU域内で確保する認証を受けた玩具が,人体と製品の保護に対し適用され,欧州向きの当該製品輸出では,このCEマーキングの取得が取引の必須となっている。しかし,CEマーキングもその他安全マークも品質保証をしているのではなく,基準に決められた安全性の要求に該当することを示していることを知っておく必要がある。CEマーキングは製造者自らが自主的に責任を持って宣言することが基本であり,安全の確認手段のない製造者は認証機関に適合の審査を受けることになる。1990年にEU指令は改定され,現在では対象分野の拡大と,EN規格全体の考え方に波及しているように見える。

CEマーキングの付いた玩具は適合評価の手順を含めて,指令のすべての条項に適合しているとみなされる。手引書では,ドイツの食品および生活必需品法,器具安全法,欧州規格EN(玩具の安全,電動玩具の安全,玩具用変圧器に対する特別要求),関連DIN規格等が記載されている。安全な玩具は,良い玩具の総合評価の基盤であり,各規格の性能項目を必要に応じて分析評価し,その結果を総合評価として「シュピール・グート(良い玩具)」に的確に反映するようになってきた。

国際標準化機構ISOでは,各国規格を調整し,その結果をISO規格として国際規格化する考え方をとってきたが,ニューアプローチによるEN規格の考え方では,異なっている。しかし,整合規格の作成はCENが行っていることで,ウィーン協定により,EUの変化は,ISO規格の考え方の変化にもなっている。ISO規格には,玩具の安全ISO8124が,1から6まで6規格があり,子どもの安全に関するISO/IECの取組みは,ISO/IECガイド50安全の側面(子どもの安全に関するガイドライン1999年)に基本的に示されている。ISO規格をJIS化する時には,ISO活動と同様なウオッチングがCENの活動にも必要のように思われる。

玩具の安全は,ENとして欧州EU域内がまとまっている以外,各国の独自性が強く打ち出されている。

米国では,消費者製品安全委員会(CPSC)が主導権をもち,消費者製品安全改善法および消費者製品安全法をチェックし,玩具の安全基準ASTM F963-11による要求条件,試験法が定められている。

日本では,日本玩具協会の自主基準として1971年玩具安全基準を定め,認証によりSTマークが付けられ,製品安全協会の基準を満たせば,SGマークが表示できる。電動玩具は,電気用品安全法が関係し,乳幼児が口にするもの等は,食品衛生法に定められた基準に適合しなければならない。

玩具の安全は,各国の子どもの文化や生活の違い,また日々の成長,個人による体格の差,心理的発達の違い,年齢による違いも大きい。乳児は,体の五感を総動員し,あらゆるものを口に入れ,噛み,匂いをかぎ,触わり,舐め,叩いてみることによって,対象を認識する。1歳,2歳,3歳児では,認知において違うし,子どもの対象範囲も,対象とする玩具の範囲も異なる。輸出入に関しては,各国とも独自に厳密な製品規格のチェックを行い,国ごとの違いが大きい。良い製品と安全な製品とは,異なる。安全のような客観的に評価できる共通基盤となる性能項目は,世界共通とし,日本の製品規格JISも消費者視点から,必須安全要求基準として整備する必要があろう。文化に立脚したグローバル化時代に相応しい性能項目の考え方があるのではと思う。

2004年50周年記念展(ウルム)

基礎講座

有機系建築材料の劣化因子とその試験

②クリープ試験

1. はじめに

クリープとは,「物体に力（応力）が長期間かかると，時間とともに変形が増加する」現象です。学術的には初期の「遷移クリープ」，安定期の「定常クリープ」，破壊に至る「加速領域」の3段階に分けて定義されています。力がかかった初期段階では，材料は急激に変形が進み，その後変形速度が一定になる時期があり，最終的には劣化破壊に至る加速度的な変形が起きます。この特性は構造的に用いられる材料にとって非常に重要なものです。クリープの形態には，力のかけ方によって圧縮クリープ，曲げクリープおよび引張クリープがあります。

また，そのほかに，変形を一定に固定し，時間とともに低下する応力を測定していく「定変位クリープ」があり，これはリラクゼーションとも呼ばれています。本稿では下水道補修用のFRP管の「定荷重による曲げクリープ試験」について解説します。

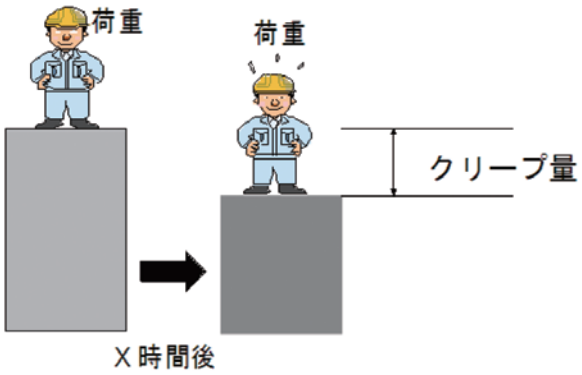


図1　クリープのイメージ

2. 試験規格

JISでは「板状又は矩形のサンプル」を用いる方法と「パイプ状のサンプル」を用いる方法の2つに大別されます。そのほかに管更生材料（下水管の補修材）関連の団体規格があります。これらの規格の概要を**表1**に示します。

表1　クリープ試験規格の一覧

規格番号	内　　容
JIS K 7115	プラスチックの引張クリープ試験方法
JIS K 7116	プラスチックの曲げクリープ試験方法
JIS K 7035	パイプの偏平剛性クリープ試験方法
JIS K 7039	パイプの極限ひずみクリープ試験方法
JIS K 7034	パイプの定変位下における耐薬品試験
JSWAS K-2	下水道用強化プラスチック複合管

3. 試験方法概要および試験装置

3. 1　曲げクリープ試験（JIS K 7116）

3. 1. 1概要

この方法はプラスチックやFRPを対象としています。JISでは試験環境として20℃前後の気中を設定していますが，日本下水道協会の仕様書に従って水中においても試験を実施しています。試験の流れは，まず1000時間のたわみ量を測定し，その結果を弾性率に換算し，最終的に統計手法を用いて50年後の弾性率を予測します。

3. 1. 2方法

図2および**写真1**に示すように，長方形の短冊状の試験片の中央部に荷重をかけ，「たわみ」を継続的に測定します。

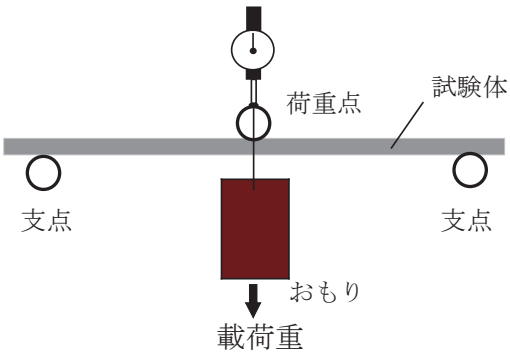


図2　曲げクリープ試験のしくみ

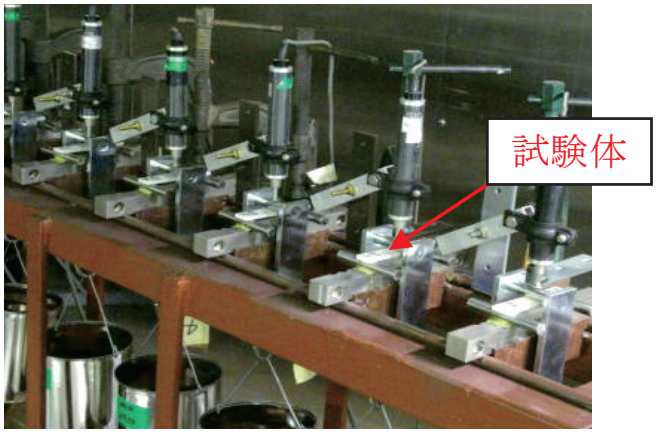


写真１　曲げクリープ試験の実施状況

試験手順の概要を次に示します。

① 試験片の寸法を測定し，ジグにセットする。

② 試験荷重を設定し，試験片に荷重をかけ，たわみ量の測定を開始する。

③ 各時間で測定した「たわみ量」から次式に従ってクリープ弾性率を求める。

$$E = \frac{L^3 \cdot F}{4b\,h^3\,st}$$

E：クリープ弾性率
L：支点間距離　　F：試験荷重
b：試験片幅　　h：試験片厚さ
st：時間 t における中央部たわみ

④「たわみ量」と「時間の対数値」の関係をグラフにプロットし，1次または2次の回帰で近似し，その回帰式を得る。

⑤ 予測対象時間を回帰式のX成分に代入し，劣化後の弾性率を計算する。

3. 1. 3 結果および劣化の予測

管更生材料は，日本下水道協会の基準[1]によると，試験で得られたデータを基に，50年後のクリープ弾性率を予測することが規定されています。この手法はいわゆる最小次乗法といわれる方法で，JIS K 7020に規定されています。劣化の予測方法を**図3**に示します。なお，詳細については規格を参照してください。

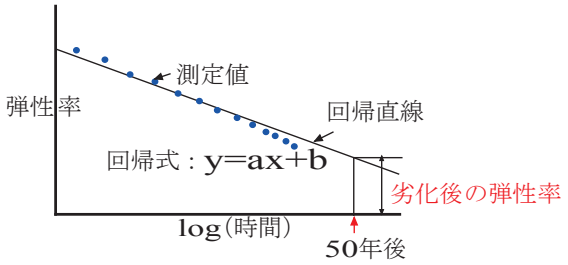


図３　劣化（弾性率低下）の予測方法

3. 2　偏平圧縮クリープ試験（JIS K 7035）

この方法は基本的には前記の曲げクリープ試験と同様の考え方で構成されています。

ただし，水道管の使用状況を想定して，パイプ状の試験体を用いて水中で試験を行います。概要を**図4**および**写真2**に示します。

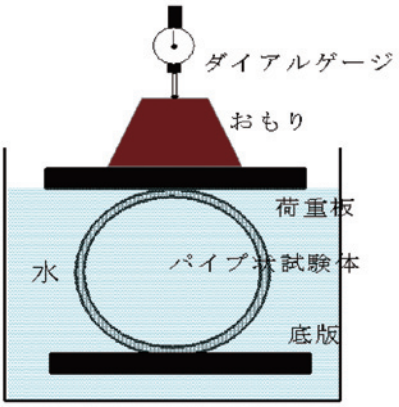


図４　偏平圧縮クリープ試験のしくみ

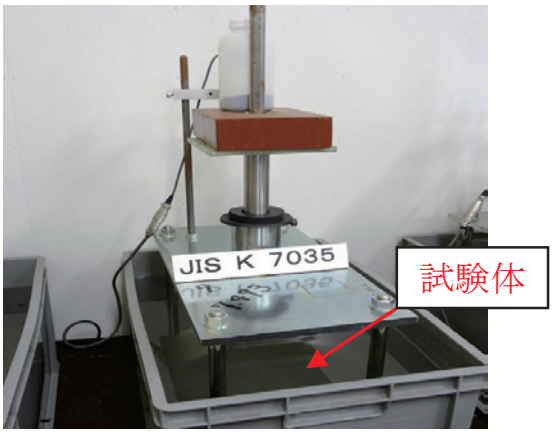


写真２　偏平圧縮クリープ試験の実施状況

4. おわりに

今回，クリープ試験の例を紹介しましたが，クリープ特性を短期間の試験で把握することはかなり難しい側面があります。紹介した試験方法は多くの実績があり，有用な方法ですが，劣化予測はあくまでシミュレーションであり，実際の現象とは乖離があることを十分認識して結果を取り扱うことが大切です。

【参考文献】

1）管更生の手引き（案），（社）日本下水道協会，2001年

（文責：中央試験所 材料グループ 参与　大島 明）

たてもの建材探偵団

関東大震災 復興建造物 永代橋

東京東部の南北方向に流れる隅田川（23.5km）には38の橋が架かり，このうち26の橋を歩いて渡ることができます。この26の橋のうち6つの橋は，関東大震災後の復興局により架けられました。大正12年（1923）9月1日の関東大震災の発生から今年で90年を迎えました。

関東大震災後，帝都復興院が同月27日に発足し，総裁には後藤新平内務大臣が就きました。帝都復興院は半年ほど後に内務省の外局，復興局となり，昭和4年度末（1930.3.31）まで存続しました。その後は復興事務局に改組し昭和6年度末（1932.3.31）まで執り行われました。後藤新平は復興にあたり，東京は帝国の首都のため，一都市の形体回復ではなく，一大英断をもって帝都建設の大策を確立し実現するとの趣旨を提唱し進められました。

震災当時，隅田川に架かる橋には鉄橋も架けられていましたが，その多くの橋の床部は木造でした。そのため，床部は焼失し通路が断たれ，人命が奪われる大惨事となりました。また，軟弱地盤の個所では，橋台橋脚の被害の程度も大きかったようです。こうした事態を受け，復興に際しては，耐震耐火構造が計画されました。同時に美を求めるかどうかについても議論がありました。橋梁は都市美観上重要な役目を持つものとし，工学的技術と審美との調和が図られることになりました。

こうして隅田川には，復興局土木部長の太田圓三，同技師田中豊らの指導のもと，相生橋，永代橋は架け替えられ，清洲橋，蔵前橋，駒形橋，言問橋は新たに架けられ，6つの橋が設けられました。このほか，両国橋，厩橋，吾妻橋は東京市が担当となりました。新大橋は損傷なく昭和52年まで使用されました。

復興局により隅田川に架けられ，現存する一番古い橋は永代橋（**図1**）です。永代橋は，アーチ下部に繋ぎ材（引張材）をもつタイドアーチ構造です。この繋ぎ材には国産の「アイバーのデュコール鋼」が用いられています。アイバーとは鋼材の形状で引張材に適した形状（**図2**）として米国において発達したものです。デュコール鋼とは鋼材の材質で60kg/mm^{2}鋼の高張力低炭素マンガン鋼です。この種の高張力鋼材は英国の製鉄業者により造艦材料として開発が進み，デビット・コルビル会社のものが採用されていました。デュコール“Ducol”の名は，“Durable and Ductile, Colville”を短縮したものです。当時，このような材を我が国で使用する場合は輸入品でしたが，この復興事業を機に我が国での生産を試みることとなり，川崎造船所兵庫工場で製作されました（**図3**）。永代橋は，我が国で製造された高張力鋼材を用いた最初の構造物です。

永代橋は，2007年に国の重要文化財に指定されました。

永代橋を上流方向に眺めれば，最新の高張力鋼材を用いた東京スカイツリーが背景にそびえ，新旧の高張力鋼材を用いた構造物を同時に望むことができます。

（文責：木村 麗（建築・住宅国際機構へ出向中））

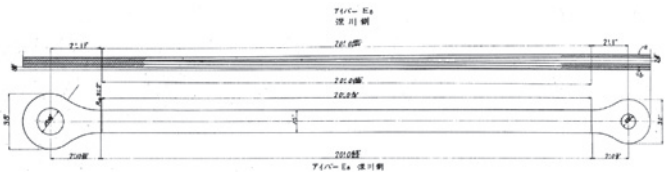
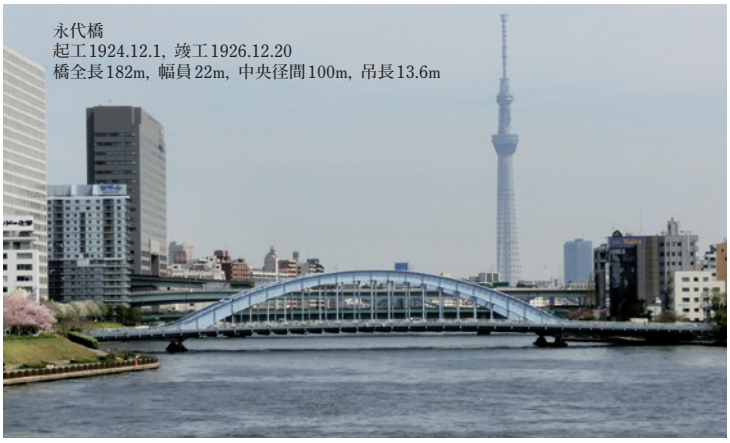


図2　永代橋の引張材に用いられているアイバー



永代橋
起工1924.12.1，竣工1926.12.20
橋全長182m，幅員22m，中央径間100m，吊長13.6m

図1　永代橋全景（背景は東京スカイツリー）

図3　永代橋に付けられた銘板
（下から2行目の「眼鉄D.C鋼」とは「アイバーのデュコール鋼」）

コンクリートの基礎講座

Ⅱ　基礎編　「フレッシュコンクリート」

コンクリートの基礎講座では，これまで3回にわたり“コンクリート材料”について掲載してきました。今回からは，Ⅱ 基礎編と題して，“コンクリートの基礎的な性能”について紹介します。

なお，本文で下線を付した用語は解説欄をご参照下さい。

1. フレッシュコンクリートとは

コンクリートは，セメントと水が接触した直後（練混ぜ直後）から水和反応が始まり，水和反応に伴って除々に流動性を失い，やがて凝結・硬化します。フレッシュコンクリートとは，この一連の過程において，練混ぜ直後から凝結・硬化までの「まだ固まらない状態にあるコンクリート」のことです。

フレッシュコンクリートに要求される性能は，主に施工性に関連するものですが，フレッシュコンクリートの性状は，硬化後のコンクリートの強度発現性や耐久性にも影響を及ぼします。

2. フレッシュコンクリートに要求される性能は

フレッシュコンクリートには，①「運搬，打込み，締固め，表面仕上げなどの一連の作業が適切に行えること」②「施工時および施工前後で，コンクリートの均質性や品質が変動しないこと」③「作業が終了するまでは所要の流動性を有し，その後は適切な速度で凝結・硬化すること」など作業に適したワーカビリティーが要求されます。また，コンクリートの種類によっては，④「所定の温度，所定の単位容積質量を有すること」が求められる場合もあります。

コンクリートの施工を適切に行い，耐久性に優れたコンクリート構造物を構築するためには，ワーカビリティーに関連するコンシステンシー，プラスティシティー，ポンパビリティー，フィニッシャビリティーなどの諸性状をバランス良く確保することが重要となります。

3. ワーカビリティーとは

ワーカビリティーとは，JIS A 0203（コンクリート用語）では，「材料分離を生ずることなく，運搬，打込み，締固め，仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質」と定義しています。

ワーカビリティーに影響を及ぼす要因としては，コンクリートの配（調）合条件，使用材料の種類および品質，練混ぜ時間などが挙げられます。例えば，コンクリート中の水の量を増加させると，流動性が増大して施工は容易になります。しかし，粘性が低下して材料分離が生じやすくなります。また，細骨材の割合を少なくしたり，粒子の粗い細骨材を使用すると，コンクリートの流動性は増大しますが，過度になると材料分離を生じやすくなります。このように，ワーカビリティーに影響を及ぼす要因には，コンクリートの流動性と材料分離抵抗性に対して相対する影響を及ぼす要因が多いため，両者を同時に満足させることが難しいのが実状です。

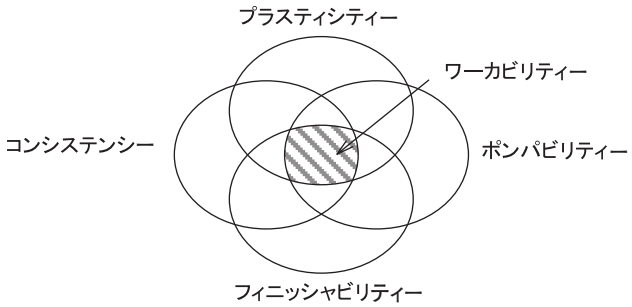


図1　ワーカビリティーの概念図

なお，ワーカビリティーの判定の基準は，構造物の種類，施工個所，施工方法などによって異なるため具体的な数値ではなく，ワーカビリティーが「良い」，「悪い」，「作業に適する」などで表します。

4. コンシステンシーとは

コンシステンシーとは，変形あるいは流動に対する抵抗性の程度を表すものです。コンクリートのコンシステンシーを測定する方法には，①「コンクリートに一定の力（重力，衝撃など）を加えた時の変形量を測定する方法（スランプ試験，フロー試験など）」②「所定の変形を生じさせるのに必要な仕事量を測定する方法（リモルディング試験，振動式コンシステンシー試験など）」③「その他（レオロジー試験，締固め係数試験など）」があります。次に，代表的な試験方法を紹介します。

① スランプ試験

コンクリートのコンシステンシーを測定する最も一般的な試験であり，**図2**に示すように，スランプコーンを引き上げた際のコンクリート頂部の沈下量（スランプ）からコンシ

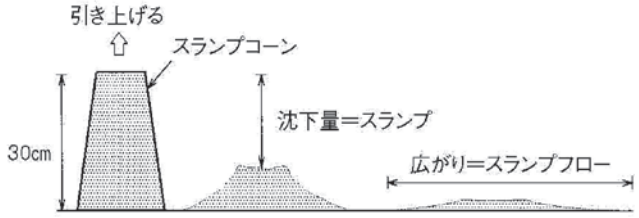


図2　スランプおよびスランプフロー試験の概要

ステンシーを評価する方法です。具体的な試験方法は，JIS A 1101（コンクリートのスランプ試験方法）に規定されています。

試験装置や試験方法は簡便ですが，一般的（スランプ5～18cm程度）なコンクリートの場合，スランプはコンシステンシーを的確に表すといわれています。また，スランプとタッピングなどを組み合わせることによって，かなり的確にワーカビリティーを判断することができます。

また，同様な試験として，スランプフロー試験がJIS A 1150（コンクリートのスランプフロー試験方法）に規定されています。スランプフロー試験は，流動性の高い高流動コンクリートなどを対象とした試験であり，**図2**に示すようにスランプコーンを引き上げた際のコンクリートの広がり（スランプフロー）からコンシステンシーを評価する方法です。

② 振動式コンシステンシー試験

スランプ試験では硬練りコンクリートのコンシステンシーを評価することが難しく，また，スランプは重力による変形を示すものであるため，振動締固めのような外力を受けた場合に示す性状を反映するものではありません。このようなスランプ試験の欠点を補うために考案された試験が振動式コンシステンシー試験です。この種の試験としては，フロー試験（旧ASTM C 124-71），リモルディング試験，VB試験などがあります。我が国では，舗装コンクリートのコンシステンシー試験として，VB試験の改良型（土木学会規準，JSCE-F501）が採用されています。

5. コンシステンシーに影響を及ぼす要因は

コンシステンシー（コンクリートのスランプ）には，材料の種類および品質，コンクリート中の空気量や練上り温度などが影響を及ぼします。

各種要因がコンクリートのスランプに及ぼす影響［標準的な影響度］を**表1**に示します。

（1）フレッシュコンクリートの性状：材料分離

コンクリートの材料分離とは，運搬中，打込み中または打込み後において，構成材料の分布が不均一になる現象のことで，①骨材（粗骨材）が局部的に集中する現象。②時間の経過に伴い，コンクリート上面に水が浮き上がる現象（ブリーディング）があります。材料分離が生じる主な要因は，コンクリートが数μm～数十mmまでの粒径を有する固体と液体の混合物であること，さらに，構成材料の密度が1～3g/cm^{3}程度と大幅に相違していることが挙げられます。

表1　代表的な要因がスランプに及ぼす影響

要　　因	スランプに及ぼす影響［標準的な影響度］
水　　量	水量が増加するとスランプは増大 ［水量1.2％増減 → スランプは1 cm程度変化］
空 気 量	空気量が増加するとスランプは増大 ［空気量1％増減 → スランプは2.5cm程度変化］
粗 骨 材	粒形が良いとスランプは増加，水量が等しい場合，粒形判定実積率とスランプは直線関係
細 骨 材	水，セメント量が等しい場合，細骨材の割合が多いほど，粒子が細かいほどスランプは低下
化学混和材	化学混和剤を使用すると，セメント粒子の分散作用，連行した空気の影響でスランプは増大
混和材料	良質なフライアッシュを使用すると，ボールベヤリング的な働きによってスランプは増大
温　　度	コンクリート温度が高いとスランプは低下 ［10℃上昇 → 2～3cm程度低下］

なお，材料分離の程度は，フレッシュコンクリートの性状が同一であっても，施工方法や施工の良否によって著しく変化します。また，材料分離が生じると，コンクリートに豆板（ジャンカ）などが発生し，強度発現性だけでなく水密性や耐久性も低下します。

① 骨材の分離

骨材の分離は，重力に起因するものであり，骨材を分離させる力は粒子の半径の3乗に比例します。また，分離を妨げる力は，粒子が周囲から受ける抵抗であり，これは粒子の半径の2乗に比例します。従って，骨材粒子が大きいほど，またモルタルの粘性が低いほど分離しやすい傾向があります。

骨材の分離に影響を及ぼす代表的な要因は次のとおりです。

・コンクリート中の水量が多く，スランプの大きいコンクリートほど分離しやすくなります。また，逆に水量が少なすぎると，モルタルの粘性が不足して分離しやすくなります。
・粒形の優れた粗骨材を使用すると，扁平や細長い骨材を使用した場合よりも分離が生じにくくなります。また，細骨材の場合は，細粒分や細骨材率が増加すると，材料分離抵抗性が向上します。
・化学混和剤や良質なフライアッシュを使用すると，コンクリート中の水量を低下させることができ，材料分離抵抗性が向上します。

② 水の分離

打ち込み後のコンクリートは，密度の大きいセメントや骨材は沈降し，密度の小さい水は微細な物質を伴って上昇します。この水が上昇する現象（水の分離）をブリーディングといいます。具体的な試験方法は，JIS A 1123（コンクリートのブリーディング試験方法）に規定されています。

コンクリートの表面仕上げを行うためには，ある程度のブリーディングが必要ですが，ブリーディングが過度になると，水平鉄筋の下端や粗骨材の下側に空隙を形成するた

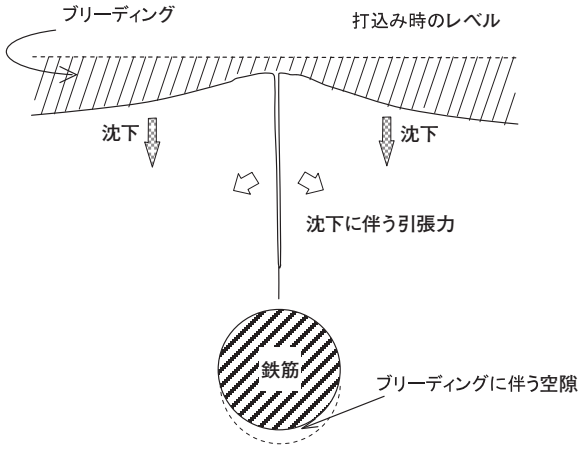


図3　ブリーディングおよび沈下ひび割れの概念図

め，水みちとなって水密性が低下したり，コンクリートと鉄筋との付着力が低下します。また，ブリーディング速度よりも表面の乾燥速度が速いと，コンクリート表面にプラスティック収縮ひび割れが発生したり，ブリーディングによるコンクリートの沈下に伴い，**図3**に示すように，鉄筋に沿って沈みひび割れが発生することがあります。

なお，ブリーディングに伴って上昇した微粒分は，コンクリート表面に薄膜となって沈積するレイタンスとなり，打継ぎ部の弱点となるため必ず除去してコンクリートを打ち継ぐ必要があります。

ブリーディングに影響を及ぼす代表的な要因は次のとおりです。

・粉末度が大きく，凝結時間が早いセメントほど，ブリーディングは少なくなります。
・細骨材の粒度が細かいほど，ブリーディングは少なくなります。
・水セメント比が大きいほど，また，スランプが大きいほど，ブリーディングは増加します。
・化学混和剤や良質なフライアッシュの使用は，ブリーディングの低減に有効です。
・コンクリートの温度が低いほど，ブリーディングは長く継続します。
・過度の締め固めや仕上げは，ブリーディングを増加させます。
・打ち込み速度が速いほど，1回の打ち込み高さが高いほど，ブリーディングは増加します。

(2) フレッシュコンクリートの性状：空気量

コンクリート中の空気泡は，エントラップエアとエントレインドエアに大別されます。前者は，コンクリートの練混ぜ時にモルタルに閉じこめられた比較的大きな気泡（100μm程度以上）であり，その量は2%程度以下です。この空気泡はコンクリートの品質改善には役立たないといわれています。

一方，後者は，化学混和剤を用いて計画的にコンクリートに導入された微細な独立気泡（数10 ～ 100μm程度）であり，この空気泡は，コンクリートのワーカビリティーを改善するだけでなく，耐凍害性を向上させます。具体的には，同程度のワーカビリティーのコンクリートを製造する場合，エントレインドエアを1%増加させると，細骨材の割合を0.5 ～ 1.0%，水の量を約3%少なくすることが可能となります。また，耐凍害性を考慮すると，コンクリート中の空気量は3 ～ 6%が必要といわれています。

空気量は，一般に粗骨材の最大寸法に応じて3 ～ 6%とするのが標準ですが，粗骨材の最大寸法が小さいコンクリートほど空気量を多くします。これは，耐久性に優れたコンクリートとするためには，モルタル中の気泡間隔係数を一定の値以下にする必要があり，粗骨材寸法の小さいコンクリートは単位モルタル量が多くなることが要因です。

空気量の試験方法としては，JIS A 1116（質量方法），JIS A 1118（容積方法），JIS A 1128（空気量圧力方法）が規定されていますが，普通コンクリートの場合は，JIS A 1128に規定されるエアメータを用いる方法が一般的です。

フレッシュコンクリートの空気量に影響を及ぼす代表的な要因は次のとおりです。

・化学混和剤の使用量が増加すると空気量も増大します。
・セメントの粉末度およびセメントの使用量が増加すると空気量は減少します。
・ポゾランやその他の微粉末混和材の使用量や粉末度が増加すると空気量は減少します。
・細骨材中の0.3 ～ 0.6mmの粒子が多いと空気量は増加します。また，細骨材の割合が増加しても空気量は増加します。
・コンクリート温度が低いと空気量は増加します。
・コンクリートの練混ぜ当初，空気量は急速に増加し，3 ～ 5分程度で最大に達し，その後は，除々に減少します。
・コンクリートの運搬，振動締固めなどによって，空気量は約1/4 ～ 1/6程度減少します。

(3) フレッシュコンクリートの性状：凝結時間

フレッシュコンクリートには，作業が終了するまでは所要の流動性を有し，その後は適切な速度で凝結・硬化することが要求されます。コンクリートの凝結が早すぎても，また，遅すぎても，打込み，締固め，仕上げ作業に支障をきたす場合があります。

コンクリートの凝結の程度は定量的に表すことが難しく，コンクリートから採取したモルタルに針を貫入し，その時の貫入抵抗値から「始発」，「終結」を判断します。具体的な試験方法は，JIS A 1147（コンクリートの凝結時間試験方法）に規定されています。

なお，凝結が進んだコンクリートに新しいコンクリートを打ち重ねると，コールドジョイントが発生する場合があります。コールドジョイントが発生すると，美観上の問題だけでなく，コンクリートの漏水や剥離・剥落の原因となるため，始発時間よりも相当早い時期に打ち重ねることが

必要となります。

コンクリートの凝結時間に影響を及ぼす代表的な要因は次のとおりです。

・セメントの種類によって凝結速度は異なります。
・セメント量が等しい場合，スランプが小さいほど，水セメント比が低いほど凝結は早くなります。
・遅延形や促進形の化学混和剤を使用することによって凝結速度を調整することが可能です。
・海砂や練混ぜ水に含まれる塩分は凝結を早め，糖類や腐植土などの有機物は凝結を遅らせます。
・気象条件として，高温，低湿，日射，風などが凝結を早めます。

また，コンクリートの凝結・硬化に伴ってコンクリート温度は相当上昇するため，マスコンクリート，高強度コンクリート，高流動コンクリートなどの場合は，上昇する温度の影響を十分に考慮する必要があります。硬化時の温度が高くなると温度ひび割れの発生が懸念されます。

なお，温度上昇は，セメントの種類，セメント量，コンクリートの打込み温度，養生温度，気象条件，コンクリート断面の大きさなどが影響します。

6. フレッシュコンクリートの試験

フレッシュコンクリートの性状は，施工性だけでなく，硬化後のコンクリートの強度発現性や耐久性にも影響を及ぼします。従って，コンクリートの打設前にはフレッシュコンクリートの性状を確認しておくことが重要です。

レディーミクストコンクリート工場では，製品の品質を確認（保証）するため，また，施工者は，施工現場で実際に使用するコンクリートのフレッシュ性状を確認するため各種試験を実施しています。

現在，一般的に行われているフレッシュコンクリート（レディーミクストコンクリート）の試験項目および試験方法を次に示します。

① ワーカビリティー：目視
② コンクリート温度：JIS A 1156
③ スランプ，スランプフロー：JIS A 1101，JIS A 1150
④ 空気量：JIS A 1106，JIS A 1108，JIS A 1128
⑤ 塩化物含有量：JIS A 1144，塩分含有量測定器
⑥ 単位水量（必要に応じて）：所定の方法
⑦ 強度試験用供試体の作製：JIS A 1132

次回は，「硬化コンクリート」について紹介します。

（文責：工事材料試験所 副所長　真野 孝次）

用語の解説

水和反応
水溶液中において，溶質分子またはイオンが水分子と結合して水和物を生成する現象の総称です。コンクリートの場合は，セメントと水が反応して水和物をつくる反応のこと。

プラスティシティー
材料分離することなく，型枠に容易に打ち込むことができる流動性のこと。

ポンパビリティー
コンクリートの圧送を可能にするためのフレッシュコンクリートの品質や性能のことであり，①「管壁でコンクリートが滑動するための流動性」②「管内のコンクリートが形状変化できる変形性」③「圧力の時間的，位置的変動に耐える分離抵抗性」の3つの性能で構成されるといわれている。

フィニッシャビリティー
粗骨材の最大寸法，細骨材率，細骨材の粒度，コンシステンシーなどによる仕上げの容易さを示すフッレシュコンクリートの性状のこと。

レオロジー
物質の変形および流動一般を示す用語。フレッシュコンクリートのレオロジー定数とは，塑性粘土と降伏値の関係で表される。

タッピング
スランプの測定後，突き棒で沈下したコンクリートの側面を静かにたたき，コンクリートの変形やくずれかたを観察する行為のこと。

高流動コンクリート
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のこと。

豆板(ジャンカ)
モルタルと粗骨材が分離して粗骨材だけが集まり，空隙が生じて硬化した状態のこと。

細骨材率
コンクリート中の全骨材量に対する細骨材量の絶対容積比を百分率で表した値。水セメント比は質量比で示し，細骨材率は容積比で示すので注意が必要。

プラスティック収縮ひび割れ
モルタルやコンクリートの硬化初期の段階で発生する微細なひび割れのこと。初期乾燥ひび割れともいわれる。

レイタンス
密度の小さい泥，せっこうなどの微粒子がブリーディングによって浮上し，コンクリート表面に形成される軟らかい物質の層のこと。

気泡間隔係数
コンクリート中の気泡の細かさを示す指標のこと。同一空気量で比較すると，気泡の径が小さいほど気泡間隔係数は小さくなる。一般に，気泡間隔係数が200～250μm以下であれば，耐凍害性に優れているといわれる。

ポゾラン
それ自体は水硬性をほとんどもたないが，水の存在下で水酸化カルシウムと反応して不溶性の化合物を生成して硬化する鉱物質の微粉末の総称。

貫入抵抗値
硬化過程のコンクリートに断面積が12.5mm^2～100mm^{2}の貫入針を所定の深さまで貫入させるのに要する力のこと。

始発，終結
一般的な定義はなく，コンクリート(モルタル)が硬化し始める時点を「始発」，硬化がほぼ終了した時点を「終結」と呼ぶ。JISでは，貫入抵抗値が3.5N/mm^{2}となった時点を「始発」，28.0N/mm^{2}となった時点を「終結」と定義している。

打重ね(打ち重ねる)
まだ固まらない状態のコンクリートの上に新しいコンクリートを打ち足す行為のこと。

コールドジョイント
先に打ち込んだコンクリートと後から打ち重ねたコンクリートが完全に一体化していない継目のこと。

温度ひび割れ
コンクリート温度の上昇及び冷却によって生じる応力やひずみに起因するひび割れの総称。コンクリート表面と内部の温度差によって生じるひび割れと，コンクリート温度が降下する際に外部から拘束されて生じるひび割れがある。

知っていましたか！ フレッシュコンクリートのア・レ・コ・レ

・フレッシュコンクリートに関連する用語

フレッシュコンクリートに関連する用語として，本文や用語の解説ではワーカビリティー，コンシステンシー，プラスティシティー，ポンパビリティー，フィニッシャビリティーなどを取り上げましたが，このほかにも，フローワビリティー（流動性），プレーサビリティー（打込みの容易さ），コンパクタビリティー（締固めの容易さ），スランプロス（経時変化）などカタカナの用語が多数あります。

・「フレッシュコンクリート」と「生コン」

フレッシュコンクリートと生コンは，同義語のような感じがしますが，通常は，異なるものを示します。

フレッシュコンクリートとは，本文に記載したように，「まだ固まらない状態にあるコンクリート」と定義（JIS A 0203）されています。一方，「生コン」は，JISには定義がありませんが，一般的には，フレッシュコンクリートではなく，JIS A 5308に規定される「レディーミクストコンクリート」を示します。

なお，レディーミクストコンクリートは，「レミコン」または「生コン」と呼ばれますが，レディーミクストコンクリート工場は，「レミコン工場」よりも「生コン工場」の方が一般的な呼び方です。

・グリーンコンクリート

今ではほとんど使用されていませんが，フレッシュコンクリートと同義語です。かつて，大先輩からグリーンコンクリート（青い状態のコンクリート）は，人と同様，未成熟な状態だから，大切に育てる必要があると教えられたことがあります。

・スランプ試験

スランプ試験は，試験装置や試験方法は簡便ですが，コンシステンシーを鋭敏に表すため，欧米をはじめ世界的に広く規格化されています。ただし，規格によって試料の詰め方やスランプの読取り個所などの詳細が若干異なるため，採用する規格によってスランプが変動することがあります。

・「打重ね」と「打継ぎ」の違い

よく似た用語として「打重ね」と「打継ぎ」があります。用語の解説で紹介したように，打重ねは，まだ固まらない状態のコンクリートの上に新しいコンクリートを打ち足す行為です。一方，打継ぎは硬化したコンクリートに新しいコンクリートを打ち継ぐ行為のことです。両者は，似たような用語ですが，行為が異なるだけでなく，考慮すべき事項（前者は凝結時間の管理，後者はレイタンスの除去など）も大きく異なるので注意が必要です。

・「生コンの出荷量」および「生コン工場の工場数」の推移

材料編でも触れましたが，生コン（レディーミクストコンクリート）の出荷量は，バブルを境に年々減少しています。生コンの出荷量は，1990年度のピーク時には年間約198,000千m^3でした。ここ数年の出荷量は，東日本大震災の復旧・復興の影響もあり，やや増加していますが，2012年度の実績は約92,000千m^3とピーク時の半分以下です。

一方，生コン工場の工場数もバブル以後，年々減少し，1992年度のピーク時には全国で約5,000工場が稼働していましたが，現在では約3,500工場まで減少しています。

・「シャブコン」って何？

シャブコンについて明確な定義はありませんが，通常，不当に加水された生コン（コンクリートの打設を容易にするため，現場等で水を加えられた生コン）のことを示します。関係者であれば誰もが知っている手抜きの代名詞の一つです。語源は，シャブ（覚醒剤）と同様，水で薄めて使用するため。だと聞いたことがあります。

フレッシュコンクリートについて，単位水量試験を行う場合があります。この試験によってコンクリート中の水量（単位水量）を確認することができますが，試験の目的は，加水の防止ではありません。単位水量試験は，使用するコンクリートが計画（配合計画）通りの水量であるかを確認するための行為であり，加水（シャブコン）とは，全く次元の異なるものです。

ニュース・お知らせ

コンクリート用砕石・砕砂の試験技術講習会を開催

西日本試験所

去る8月6日（火）～7日（水），西日本試験所にて2013年度の「コンクリート用砕石・砕砂の試験技術講習会」を開催しました。この講習会は砕石事業者の品質管理技術の習得を目的とし，（一社）日本砕石協会とともに過去40年余りにわたり実施しているものです。コンクリート製造工場の品質管理に携わる実務者，関係者など，25名が受講されました。

2日間の講習はで，当センターの技術職員が講師となり，砕石・砕砂の密度・吸水率，ふるい分け，単位容積質量（粒形判定実積率），微粒分量試験に関する4つの実技講習とJIS A 5005（コンクリート用砕石及び砕砂）の解説，品質試験に必要な器具とその使用方法，骨材のアルカリシリカ反応性試験の解説，JIS認証制度の説明などの座学が行われました。

特に，1班8～9名に分かれて行われた実技講習では，1単位2時間弱，猛暑の中，熱のこもった実習となりました。終了後は確認試験も実施され，修了証書が授与されました。なお，9月には中央試験所での開催が予定されています。

密度・吸水率測定の実習

ふるい分けの実習

単位容積質量測定の実習

微粒分量測定の実習

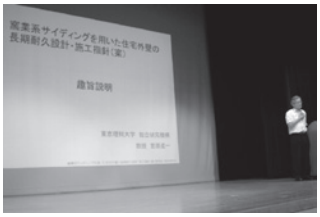
JTCCMセミナー「窯業系サイディングを用いた住宅外壁の長期耐久設計・施工指針(案)」説明会を開催

調査研究課

去る7月31日（水），日本橋社会教育会館にて，当センター主催によるJTCCMセミナー「窯業系サイディングを用いた住宅外壁の長期耐久設計・施工指針（案）」説明会を開催しました。同指針（案）は，平成20年度から5ヵ年計画で当センターが委託事業として実施してきた住宅の外装部の長期耐久性評価等に関する調査研究の成果を基にまとめられたものです。

当日は，調査研究や同指針（案）の執筆に携わった関係者が講師となって解説が行われ，建材メーカー，ハウスメーカー，工務店など合計87名が参加し，熱心に聴講されました。

セミナーでは，菅原進一先生（東京大学名誉教授）による趣旨説明に引き続き，野口貴文先生（東京大学准教授）より同指針（案）の総則について，兼松学先生（東京理科大学准教授）より実験解析結果を踏まえた劣化外力の評価方法と性能検証型設計法について，清家剛先生（東京大学准教授）より実務で重要となる標準的な仕様設計法，住宅外壁の施工，品質管理・検査について，大久保孝昭先生（広島大学教授）より戸建て住宅外壁サイディングの維持保全技術の動向について，それぞれ詳しい解説が行われました。



なお，住宅の外装部の長期耐久性評価等に関する調査研究は，平成24年度で終了していますが，長期耐久性の評価を行うには5年間という限られた時間では難しいことから，今後も同調査研究の関係者を中心に研究･実験等を継続していく予定です。その成果等については，折を見て報告したいと考えています。

【住宅外装部の調査研究に関するお問い合わせ】
経営企画部 調査研究課　担当：中村，熊谷
TEL：048-920-3814　FAX：048-920-3821

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（9件）について平成25年6月10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
TC0113001	2013/6/10	東陽上村アドバンス㈱　長沼工場	A5371 A5372	プレキャスト無筋コンクリート製品 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0113002	2013/6/10	北興工業㈱	G3532	鉄線
TC0213002	2013/6/10	中川ヒューム管工業㈱　仙台工場	A5372 A5373	プレキャスト鉄筋コンクリート製品 プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0213003	2013/6/10	福田ヒューム管工業㈱　本社工場	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品
TC0313003	2013/6/10	広瀬硝子建材㈱　第2工場	R3209	複層ガラス
TC0313004	2013/6/10	㈱ビー・エス・シー　深川工場	R3209	複層ガラス
TC0313005	2013/6/10	SMC コンクリート㈱　関東工場	A5372 A5373	プレキャスト鉄筋コンクリート製品 プレキャストプレストレストコンクリート製品
TC0713001	2013/6/10	大倉工業㈱　詫間工場	A5908	パーティクルボード
TC0813003	2013/6/10	山忠商店㈱　ツルサキヒューム宇佐事業所	A5372	プレキャスト鉄筋コンクリート製品

ISO 9001 登録事業者

ISO 審査本部では，下記企業（4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25年7月12日付で登録しました。これで，累計登録件数は2207件になりました。

登録事業者（平成25年7月12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
RQ2204※	2006/2/17	ISO 9001：2008 （JIS Q 9001：2008）	2015/2/16	進路砕石工業㈱	兵庫県姫路市夢前町古瀬畑336番地	各種砕石及び砕砂の製造
RQ2205※	2005/2/16	ISO 9001：2008 （JIS Q 9001：2008）	2014/2/15	日鉄鉱道南興発㈱	北海道虻田郡洞爺湖町入江64番地3 <関連事業所> 虻田生コンクリート工場	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2206※	2005/10/21	ISO 9001：2008 （JIS Q 9001：2008）	2014/10/20	柳下生コン㈱	埼玉県和光市丸山台三丁目7番7号	レディーミクストコンクリートの設計及び製造
RQ2207※	2001/3/27	ISO 9001：2008 （JIS Q 9001：2008）	2015/4/14	ツルガスパンクリート㈱	大阪府大阪市北区豊崎三丁目9番7号 <関連事業所> 本社，名古屋支店，神戸工場	穴あきPC板の設計及び製造並びに据付け工事

※他機関からの登録移転のため，登録日・有効期限が異なっています。

あとがき

NHK朝の連続テレビ小説『あまちゃん』が人気のようです。物語の舞台は岩手県久慈市で，私にとっては父の出身地ということもあり，幼少期の夏休みを過ごした思い出の地でもあります。先日，父に連絡をしたところ，これまで連続ドラマなど見たこともなかった父が自分で録画をしてまで『あまちゃん』を欠かさず見ていると聞き，故郷を離れて60年近く経っても，特別なものなのかと思いました。

久慈市も東日本大震災では津波の被害に遭い，観光客も減ったようですが，今回の朝の連続テレビ小説の影響もあり，ゴールデンウィークには昨年比で2倍もの観光客が訪れたとのことです。「東北は豊かな自然に恵まれ，美味しいものもたくさんあります。一度来てもらえば，安全であることも理解してもらえる。訪ねてもらうことが復興への支援にもなる。」と歓迎する意見も多いようです。

私も祖父母が亡くなってから，足が遠のいていましたが，遅い夏休みを取って，墓参りを兼ねて，足を運んでみようかと思っています。

（上山）

編集たより

創立50周年記念誌の編集作業が大詰めを迎えています。入社20年目の筆者にとって，過去の記録に触れ，建材試験センターの生い立ちを詳細に知ることができたことは，今後を展望する上で貴重な経験になったと思います。建築・建材分野における第三者証明機関として50年間，住生活・社会基盤整備への貢献を使命として取り組んできましたが，建築の歴史に比べれば我々の歴史は，まだまだ威張れるようなものではないのかもしれません。

今月号の寄稿では，工学院大学客員研究員の菅澤先生に，二つの歴史的建造物に関する保存修理工事の記録について詳細に紹介していただきました。歴史的建造物の保存修理工事を通して生まれた新たな技術や創意・工夫は，これからのサステナブルな社会の構築に役立つのではないかと思われます。このような技術の発展・普及にかかわっていくことは，我々の社会的使命を踏まえると重要な役割の一つになるものと考えます。

なお，次号では，創立50周年という節目を迎えた我々が，次の50年も建設分野の発展と住生活・社会基盤の向上に貢献していくための展望について特集を組み，当センター各事業のあるべき姿や目標などを紹介します。

（室星）

建材試験情報

9
2013 VOL.49

建材試験情報　9月号
平成25年9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・構造グループ主任）
佐川　修（同・防耐火グループ主任）
齊藤邦吉（同・工事材料試験所管理課主任）
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）
新井政満（同・製品認証本部上席主幹）
大田克則（同・西日本試験所主幹）

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）
木本美穂（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

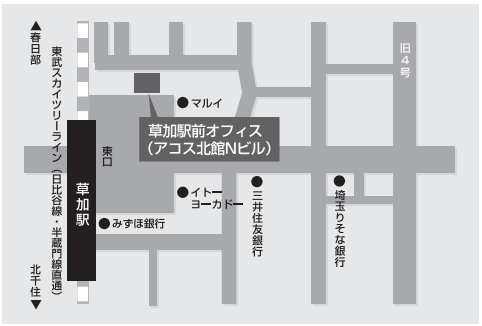
●総務部（3階）
TEL.048-920-3811(代)　　FAX.048-920-3820

●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）



最寄り駅

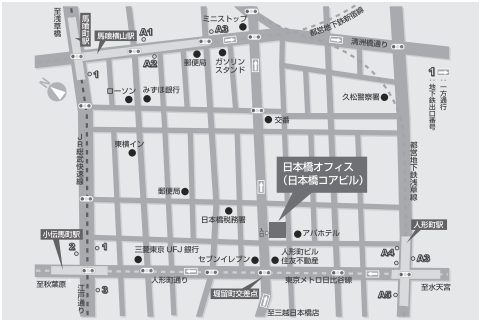
・東武スカイツリーライン草加駅東口徒歩1分

●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）



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
・都営地下鉄新宿線
　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

●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）

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・首都高三郷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

●工事材料試験所
管理課
〒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
浦和試験室
TEL.048-858-2790　　FAX.048-858-2838
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
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

（工事材料試験所・浦和試験室，管理課）

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

●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

・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号線を経由して県道225号に入る
・中国自動車道 美祢西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号線を経由して県道225号線に入る

一般財団法人
建材試験センター
Japan Testing Center for Construction Materials