

JTCCM JOURNAL

2015.10

建材試験

情報 Vol. 51



巻頭言 ————— 兼松 学

建築材料の耐久性研究の発展 に向けて

寄稿 ————— 東京都 都市整備局

東京都における現場品質管理の ための取組みと、試験・検査における 第三者機関の活用について

技術レポート ——— 伊藤嘉則

外付け補強されたRC造柱の 一次元振動台実験

(その2 振動台実験から得られた知見)

I n d e x

p1

巻頭言

建築材料の耐久性研究の発展に向けて

／東京理科大学 理工学部 建築学科 准教授 兼松 学

p2

寄稿

東京都における現場品質管理のための
取組みと、試験・検査における
第三者機関の活用について

／東京都 都市整備局 市街地建築部 建築企画課

p8

規格基準紹介

日本建築学会「コンクリートの品質管理指針・同解説」の改定(第2版)について
－品質管理と建設現場における試験・検査－

／国立研究開発法人 建築研究所 材料研究グループ長 棚野 博之

p12

業務紹介

工事材料試験所「現場品質管理試験業務」について

／工事材料試験所 品質管理室 室長 高橋 喜義

p16

技術レポート

外付け補強されたRC造柱の一次元振動台実験
(その2 振動台実験から得られた知見)

／中央試験所 構造グループ 統括リーダー代理 伊藤 嘉則

p24

連載

研究室の標語(10)

「発表の方法」編

あとがき

／東京理科大学 名誉教授 真鍋 恒博

p30

業務報告①

「建築基準法に基づく性能評価セミナー」開催報告

／性能評価本部 性能評定課 主幹 南 知宏

p32

試験設備紹介

モルタル透水試験機

／西日本試験所 試験課 上席主幹 大田 克則

p34

業務報告②

「JIS認証制度セミナー 2015」開催報告

／製品認証本部 管理課 課長 萩原 明美

p35

建材試験センターニュース

p38

あとがき・編集たより

巻頭言

建築材料の耐久性研究の発展に向けて

東京理科大学 理工学部 建築学科
准教授 兼松 学

私は建築材料学・コンクリート工学の中でも特に耐久性に関する研究を専門としているが、最近になって、実構造物の調査に参加させていただく機会が増えてきた。そういった場では、「建築材料があと何年もつか?」という根源的な問いを投げかけられることが多く、残念ながらいつも答えに窮する。

材料の経年変化を再現する方法としては、実曝露試験または促進耐候性試験が用いられ、温冷繰返しや、紫外線、赤外線など様々な方法により建材を傷め、性能・物性の経時変化が代替的に評価される。しかしながら、実際の耐候性試験の実施には多大な労力と資金が必要となるため、新規に開発された材料などでは必ずしも十分な情報があるとは限らない。

また、例えばこれら耐久性試験が潤沢に実施されたとしても、実環境下における耐久性を適切に評価し、ましてやその耐用年数を示すことは容易では無い。これは実環境下における劣化のメカニズムが促進環境とは異なることに加えて、建材が置かれる環境条件や場合によっては施工方法が不明なことに起因するためであるが、もし耐用年数を厳密に追及すると、劣化のメカニズムと環境条件の両者を科学的に明らかにすることが必須となる。特に後者の環境条件は、部材内の仕様によっても変化するため、厳密な環境条件を定めることも容易でないうえ、それらと傷め試験の関係を明らかにすることはさらに困難である。

建材試験センターの皆様とは、数年前に「住宅用外装材の長期耐久性評価手法に関する標準化」事業において、窯業系サイディング外装を対象として、実大暴露試験による環境条件の実測と、壁部材レベルでの劣化促進耐候性試験などに加え解析による検討を実施し、実構造物の置かれる環境条件の特定と、実験・解析による再現可能性について多角的に検討させていただいたが、耐久性評価に関する豊富な知識・経験、能力を有する皆様がなによりも頼りになった。

おそらく耐久性の研究に終わりはない。是非とも、その知見・経験を閉じることなく積極的に発揮いただき、耐久性研究の発展の一翼を担っていただければと思う。



東京都における現場品質管理のための取組みと、 試験・検査における第三者機関の活用について

東京都 都市整備局 市街地建築部 建築企画課

1. はじめに

切迫性が指摘されている首都直下地震等による被害想定では、最大震度7の地域のほか、広範囲に震度6強の地域が発生し、東京湾北部地震では死者が最大で約9,700人になると想定しています。

これらの地震被害を防ぐためにも、建築物において構造耐力上の安全性を確保することは最も基本であり、これがなければ建築物は成り立ち得ません。製造業とは違い、一品生産である建築工事は、施工計画から施工結果に至る一連の流れについて、適切な試験・検査によって品質を確認することが求められます。そのためにも、試験・検査の方法を明文化して透明性を高めていくとともに、日頃から適切な品質管理計画を立案し、これを的確に実践していく仕組みを構築することが重要です。

過去には、大手ゼネコンの施工による超高層建築物をはじめとする大型工事において、コンクリートの強度不足や鉄筋継手の不良施工など初歩的なミスを見逃し、工事の一部をやり直したといった事例が発生しています。これらは、品質管理・検査システム上の問題といえることができます。

東京都では、東京都建築基準法施行細則（以下「都細則」という。）に基づき、中間検査時又は工事完了時の検査では判断が困難な、直接検査ができない構造体の施工状況及び監理状況に関する情報を得ることにより、構造耐力上の安全性を確保するため、建築工事施工計画報告と建築工事施工結果報告の制度を実施しています。

これら施工計画報告書等の審査においては、根幹部分である建築材料や接合部等の重要な試験・検査の信頼性を高め、報告の手続き及び審査業務を合理的に行うことが重要となっています。

そこで、施工計画報告書等の制度を補完するための要綱を制定し、工事監理者及び工事施工者が建築物の工事に関する検査等を実施する際の取扱いと、試験・検査機関が正確かつ公正な試験・検査を実施するための条件等を定めています。また、平成14年から、試験・検査機関の都知事登

録制度を整備し、これらの取組みを適切に運用することにより、建築物の品質確保を図っています。

2. 東京都における現場品質管理のための取組み

東京都における現場品質管理のための主な取組み（表1）には、都細則に基づく建築工事施工計画報告書等の制度及びその制度を補完するための要綱に基づく都知事登録制度（鉄骨加工工場、試験機関、検査機関）が挙げられます（表2）。

2.1 都細則について

建築工事の工程には多種多様な業種の下請工事を含んでおり、行政のみならず、設計者、工事監理者及び工事施工者が工事施工の全体概要を把握するための共通認識事項を持つ必要があります。

都では、このような役割を持つものとして、建築工事施工計画報告書の制度を実施してきましたが、昭和61年度から、都細則への位置づけを行いました。

平成12年からは、計画時に審査することによって規制の実効性を確保することを目的として、建築工事施工計画報告書を特定行政庁に提出するものとし、合わせて建築工事施工結果報告書を建築主事又は指定確認検査機関に提出することとしています。

これら建築工事施工計画等の報告は、中間検査時又は工事完了時の検査では判断が困難な、直接検査ができない構造体の施工状況及び監理状況に関する情報を得ることにより、構造耐力上の安全性を確保することを目的としており、中間検査又は完了検査を補完し、検査済証を交付する際の重要な判断資料となります。

2.2 建築物の工事における試験及び検査に関する東京都取扱要綱について

都が運用している3つの都知事登録制度のうち、試験機関及び検査機関の都知事登録制度については、昭和61年に制定された「建築物の工事における試験及び検査に関する

東京都取扱要綱」(以下「取扱要綱」という。)を根拠にして平成14年より運用されています。

取扱要綱では、都細則における建築工事施工計画報告書及び、建築工事施工結果報告書の制度を補完するために、工事監理者、工事施工者が建築物の工事に関する試験及び検査を実施する場合の取扱い、並びに試験・検査機関が正

確かつ公正な試験・検査を実施するための条件を定めています。

取扱要綱に基づき、都知事登録制度を整備するきっかけには、平成13年5月、東京都が建築関係団体宛に通知した「建築物の品質確保について(依頼)」があります。その主旨は、中間検査等の実施において、告示等で定める基準に抵触

表1 工事施工計画報告書等を活用した東京都における品質確保の取組み

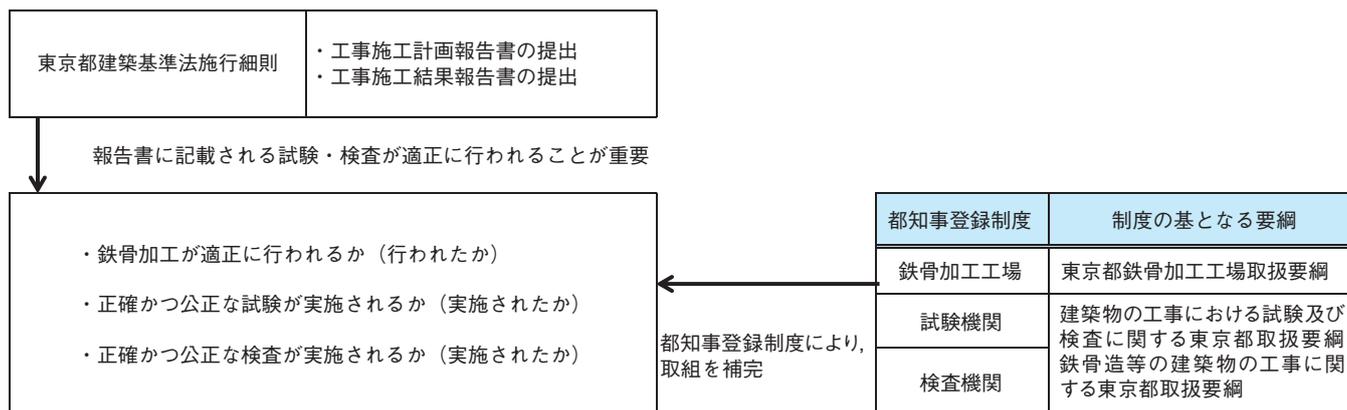


表2 東京都における建築工事施工計画等の制度の概要(細則及び要綱)

項目		適用	備考
ア	対象建築物	構造	木造, RC造, S造, SRC造等※
		規模	<ul style="list-style-type: none"> ・地上階数3以上で、かつ、延べ面積500㎡を超えるもの ・地上階数3以上で延べ面積500㎡以下のものは、施工結果報告書のみ提出 ・木造については、施工結果報告書のみ提出
イ	報告の時期	施工計画	建築確認通知後、工事の着手前
		施工結果	中間検査、完了検査申請時
ウ	報告の内容	施工計画	<ul style="list-style-type: none"> ●建築工事施工計画報告書 ●鉄骨工事施工計画報告書
		施工結果(中間)	<ul style="list-style-type: none"> ●建築工事施工結果報告書(中間) ●鉄骨工事施工結果報告書(中間)
		施工結果(完了)	<ul style="list-style-type: none"> ●建築工事施工結果報告書(完了) ●鉄骨工事施工結果報告書(完了)
エ	報告者	代表となる工事監理者及び工事施工者	—
オ	行うべき試験・検査	当該建築物の工事について必要な試験に基づいて検査を行う	必要な試験、検査とは、法令、告示に定められているもの、関係学協会や発注者が、標準仕様書、特記仕様書等に定めているもの。
カ	報告の対象となる試験・検査	要綱別表に掲げるもの	構造耐力に關係する重要な試験
キ	試験機関・検査機関の指定	要綱第2条第4項、第5項に掲げる試験・検査を行う	カ欄のうち、法令に定めのある重要な試験・検査
ク	構造体の検査を行なう者	工事監理者及び工事施工者または、第三者検査機関	検査対象ロットの可否の判定に関するを行う主体
ケ	上記検査に伴う業務を行う者	工事施工者または、第三者の代行業者	コンクリートの採取、スランブ試験、スランブフロー、試験試験体の作成、キャッピング、試験体の抜き取り、運搬、養生その他の試験・検査に必要な業務
コ	試験機関・検査機関の要件	要綱第4条、第8条に掲げる条件を満足すること	左記条件を満たすものについて都知事登録する。工事監理者又は工事施工者が契約に基づき依頼する。
サ	代行業者の要件	技術と公正さを有すること	工事施工者が契約に基づき依頼する。

※コンクリートブロック造、プレキャストコンクリート造も対象となる。

する事例が少なからず散見され、その中には重大な不具合も一部含まれていたこと、しかしながら、工事監理者や施工者がこれらの事態を十分に把握していなかったことから、関係業界の「自工程責任」について改めて再点検するよう提起したものです。具体的には、建築工事に関わる事業者について、以下の(1)から(5)の事項を遵守し、自工程責任を果たすために必要な措置を行う旨を明記しています。

- (1) 工事監理者は、国土交通大臣が定めた当該工事に関する基準及び設計図書に基づいて検査し、検査結果に基づいて工事施工者に対し適切な指示等の対応を行うこと。
- (2) 工事施工者(元請)は、専門工事業者等が行った工事について行う受け入れ検査等に当たっては、国土交通大臣が定めた当該工事に関する基準及び設計図書に照らして検査し、検査結果に基づいて適切な対応を行うこと。
- (3) 工事監理者及び工事施工者(以下「工事監理者等」という。)が、自らが行うところの試験検査等の業務の一部又は全部について代行させるため、専門の第三者に依頼する場合は、信頼できる資料に基づいて技術力及び公正さを担保し得る機関を選択すること。
- (4) 鉄骨加工工場等の専門工事業者は、製作要領書及び検査要領書等の内容について、建築基準法令の定める基準に整合させるために必要な見直しを行い、これに基づき適正な工事を行うこと。
- (5) 試験・検査機関等は、建築工事の試験及び検査等に関する東京都取扱要綱に基づいて、公正かつ正確な試験・検査等を実施し、不合格の結果については、要綱の定めるところにより特定行政庁、建築主事、指定確認検査機関及び工事監理者等に通知すること。また、試験・検査要領書等の内容について、建築基準法令の定める基準に整合させるために必要な見直しを行い、これに基づき適正な試験・検査を行うこと。

2.3 鉄骨造等の建築物の工事に関する東京都取扱要綱及び東京都鉄骨加工工場取扱要綱について

東京都では、「鉄骨造等の建築物の工事に関する東京都取扱要綱(以下「鉄骨要綱」という。)」及び「東京都鉄骨加工工場取扱要綱(以下「ファブ要綱」という。)」により、鉄骨工事の品質確保に関する制度を設けています。

鉄骨要綱は、鉄骨造建築物における溶接接合部の品質確保を目的としており、平成2年に都内で相次いで発生した不良鉄骨工事を受け、従来、昭和50年のいわゆる欠陥鉄骨問題への行政対応の根幹としてきた「指導指針」を改定する形で制定されました。本要綱では、鉄骨工事に関する設計、工事監理及び工事施工に関して留意すべき事項として、

- ・設計図書に記載すべき事項
 - ・溶接部の受け入れ検査に関する検査方法及び合否判定基準並びに、検査を第三者に依頼する場合の条件
 - ・鉄骨工事施工計画報告書等の活用
- 等について定めています。

ファブ要綱は、都があらかじめ適格と判定した工場を事前に登録しておくことによって、建築確認の合理化と統一化を図るために制定されたものです(詳しくは3.3参照)。

2.3.1 受入検査について

品質管理を行う上で、工事現場で用いる製品の検査は、生産者自身が行う社内検査と、これらの製品を受け入れる受注者側が行う受入検査とに分かれます。

受入検査については、工事監理者及び工事施工者が行うことを前提としていますが、近年の技術の高度化と細分化に伴う分業化によって、一般的に専門の検査代行会社(検査機関)に発注し、要求品質の確認が行われています。

この場合、協力会社(下請業者)の行う検査やこれらの業者が発注した検査機関が行う検査は各々の業者の自主管理検査(社内検査)であり、工事監理者及び工事施工者が行う検査に合格するための検査という位置づけであるため、これらの自主管理検査を受入検査と呼ぶことはできません。

また、自主管理検査を行った検査機関と工事監理者及び工事施工者が発注した検査機関が同一の会社でも検査の公正さは保たれないことから、受け入れ検査のシステムを適切に機能させるためには、これらの検査を区別することが重要となります(図1)。

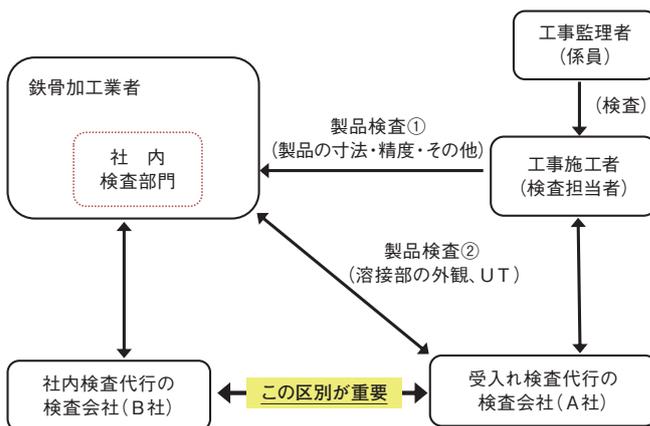


図1 社内検査と受入れ検査の相關図

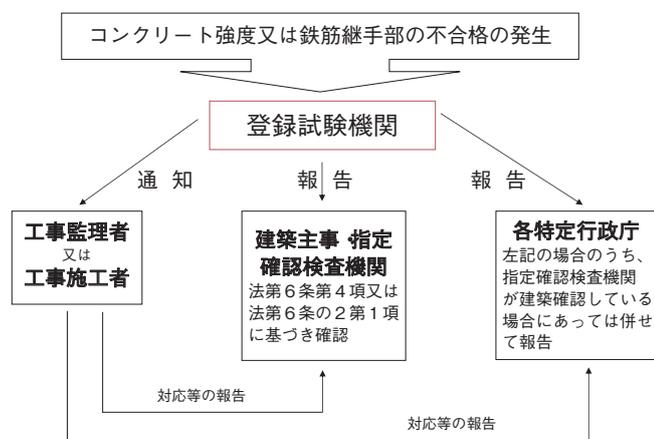
外観検査、内部欠陥検査その他の非破壊検査は、鉄筋継手接合部及び鉄骨溶接部の品質を確保するために重要な検査です。特に鉄骨溶接部においてはほとんど唯一の方法であり、高度な冶金的知識及び機器操作技術並びに判断力が要求される一方、検査自体がブラックボックスで、記録性に欠けるといった一面も持ち合わせています。

従って、検査員個人の技術レベル、及びモラルとともに、検査員が所属する検査機関の社会的信頼性（第三者性）が求められます。

3. 都知事登録制度について

都知事登録の試験・検査機関は、試験・検査結果に「重大な不具合」があった場合に、次のフローに基づき報告等を行う義務があり、適切な対処を行うことのできる健全な建築物の構築を図るシステムとなっています（図2）。

【試験関係不合格通知対応フロー】



【鉄骨溶接部検査関係不合格通知対応フロー】

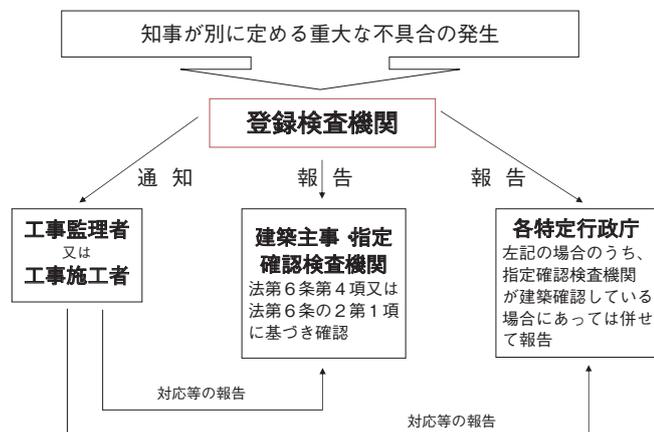


図2 不合格通知対応フロー

また、建築基準法第20条及び建築基準法施行令第3章の構造強度に関する規定の適切な運用を図り、建築物の安全性を確保するために、

- ・当該工事に関して公正な立場にあること
 - ・建築物の工事に関して相当の技術を有すること
 - ・適切に定められた業務管理基準による運営を行うこと
- 等が求められています。

3.1 試験機関都知事登録制度

試験機関都知事登録制度は、従来、コンクリートの強度試験及び鉄筋の継手の性能を確認する引張試験を行うための試験機関のみを行政上の参考資料としてリスト化し、特定行政庁等に通知していたものを、行政上の位置づけを明確にするために平成14年から都知事登録制度として開始したものです。

具体的には、以下の(1)～(3)を行う機関です。

- (1) 建築基準法施行令（以下「施行令」という。）第73条第2項ただし書きに基づく平成12年建設省告示（以下「告示」という。）第1463号第2項第三号及び第3項第二号の規定に基づく鉄筋の継手の性能を確認する強度試験。
- (2) 施行令第74条及び第76条の規定に基づくコンクリートの強度試験。
- (3) (1)、(2)に掲げるもののほか、特定行政庁が構造耐力上の安全性を確認するために必要と認めた試験。

また、近年、建築物の大型化や高層化に伴ってコンクリートが高強度化しています。高強度コンクリートを使用することで柱や壁などの断面を小さくすることができ、設計の自由度も高くなりますが、品質管理の実施等において普通コンクリートより高度な技術力と経験が必要になります。

このことから、東京都では下記のように、都知事登録を行う試験機関をA類とB類の2種類に分け、それぞれに必要な条件を定め試験機関を登録しています。

A類：施行令第74条及び第76条の規定に基づくコンクリートの強度試験のうち、設計基準強度 F_c が $36\text{N}/\text{mm}^2$ 以下のコンクリートに対する強度試験を行うことができる機関（平成27年8月18日現在で25機関を登録）。

B類：施行令第74条及び第76条の規定に基づくコンクリートの強度試験のうち、設計基準強度 F_c が $36\text{N}/\text{mm}^2$ を超えるコンクリートに対する強度試験を行うことができる機関（平成27年8月18日現在で10機関を登録）。

特に、B類の試験機関については、品質管理の実施等が重要となるだけでなく、正確な試験結果とするために、試験を行う供試体が適切な採取・管理がされたものであることが重要です。そこでB類の試験機関に対しては、一定の技術力等を有する採取業者が採取した供試体のみを試験する制度としています。

なお、この一定の技術力等を有する採取業者については、東京都建築材料試験連絡協議会（東試協）が運用する「コンクリート採取試験会社登録制度」があります。また、これらの登録を受けた採取試験会社により、平成25年7月に「東試協採取会社連絡協議会（東採協）」が発足しており、これ

らの団体の活動によって、品質管理・検査に関する信頼関係が大きく前進することが期待されています。

3. 2 検査機関都知事登録制度

検査機関都知事登録制度は、平成12年の建築基準法改正における性能規定化に伴い鉄骨造の溶接部等について具体的な基準が定められたことを受けて、試験機関と同様に、平成14年から開始しています(鉄骨溶接部検査機関)。

また、平成26年に要綱改正を行い、鉄筋継手部の検査を行う都知事登録制度を位置づけています。

都知事登録検査機関は主に鉄骨溶接部の外観検査、超音波探傷検査を実施する機関と鉄筋継手の外観検査、超音波検査を実施する機関で、具体的には、以下の(1)から(4)を行う機関です。

- (1) 施行令第67条、告示第1464号(平成12年5月31日)第二号イに基づく溶接部の性能を確認する検査
- (2) 告示第1463号の第2項各号、第3項各号並びに第4項各号の規定に基づく鉄筋の継手の性能を確認する外観検査(工事監理者又は工事施工者が設計図書及び仕様書に基づき測定器具等の検査機器を用いて行う場合は除く。)、超音波探傷検査及び超音波測定検査
- (3) 告示第1463号第1項ただし書きに基づく第2項、第3項及び第4項に規定する鉄筋の継手の性能を確認する外観検査(工事監理者又は工事施工者が設計図書及び仕様書に基づき測定器具等の検査機器を用いて行う場合は除く。)、超音波探傷検査及び超音波測定検査
- (4) (3)に掲げるものの他、特定行政庁が構造耐力上の安全性を確認するために必要と認めた検査

3. 2. 1 鉄骨溶接部検査機関

鉄骨溶接部の都知事登録制度は、高さ20m超の建築物の溶接部検査を対象とすると共に鉄骨造建築物の溶接部の品質について定めた、建築基準法施行令第67条第2項の規定に基づく、告示第1464号二イ(1)及び(2)に規定されるただし書きの適用にあたり、「食い違いずれの検査・補強マニュアル」(委員長：森田 耕次 千葉大学教授)に基づき運用されています。

都知事登録の鉄骨溶接部検査機関は、このマニュアルで示した外観検査方法などを遵守し、最新の技術基準で品質管理を行っています。

告示第1464号の中では、以下の内容が規定されています。

- (1) われ、内部欠陥等の構造耐力上支障のある欠陥がないこと。
- (2) 溶接部の寸法、制度及び表面欠陥について規定値内であること。
- (3) 溶接される鋼材の種類に応じて、溶着金属としての機

械的性質を満たす溶接材料を使用すること。

3. 2. 2 鉄筋継手部検査機関

建築基準法上、鉄筋継手については、施行令第73条第2項及び告示第1463号に構造方法が規定されており、重ね継手、圧接継手、溶接継手、機械式継手が上げられています。

昨今、建築物の高層化に伴う鉄筋の太径化や、工事の合理化を目的としたプレキャスト工法などの工業化工法の増加により、機械式継手や溶接継手の採用割合が増えています。また、これらの鉄筋継手部について、従来の引張試験に代え、非破壊検査によって継手の性能を確認する受入検査の方法も広まってきており、建築主事や指定確認検査機関が中間検査、完了検査を適切かつ円滑に行うためには、これら鉄筋継手の非破壊検査が適切に実施されていることの確認が重要となっています。

従来、取扱要綱では、コンクリート及び鉄筋の強度試験を行う試験機関や鉄骨溶接部の非破壊検査を行う検査機関について規定をしましたが、鉄筋継手の非破壊検査を行う検査機関については規定していませんでした。

そこで、要綱を改正し鉄筋継手の検査機関を位置づけるとともに、圧接、溶接、機械式鉄筋継手の性能を確認する外観検査、超音波探傷検査及び超音波測定検査を行う検査機関についての組織や人員、設備機器、業務の執行体制など、正確かつ公正な検査を行うために必要な事項に関する基準を制定しました。

今後、平成27年度中の鉄筋継手検査機関の知事登録に向け、必要な準備を行っていく予定です。

3. 3 鉄骨加工工事

都知事登録の鉄骨加工工場登録制度は、鉄骨のファブリケーターに関して一定の加工能力を有し、良質な鉄骨加工を行う工場に対して都知事登録を行う制度として、昭和61年から開始されました。鉄骨加工工場の都知事登録を開始した当時、既に大臣認定の制度が運用されていましたが、都知事登録は大臣認定の要件に届かないような比較的小規模の鉄骨加工工場を主な対象とし、加工工場全体の能力向上を下支えする役割を担っていました。しかしながら現在は、大臣認定においても比較的小規模の鉄骨加工工場向けのグレードが設定されています(表3)。これらのことから、都知事登録の鉄骨加工工場登録制度の当初の目的は果たされたものと考え、現在、新規の受付は行わず、既存の工場の更新のみを行っている状況です。都知事登録認定の登録工場も、平成8年のピーク時には181社が登録されていましたが、現在は15社となっています。

都知事登録工場を使用するメリットとしては、鉄骨工事施工計画書などの提出書類の多くを省略できることや、建

建築物の規模及び使用鋼材が表4の範囲内である場合、鉄骨の溶接部の検査数が大きく緩和されることが上げられます。登録を受けていない工場を使用する場合は、原則として、溶接部の全数検査を受けなければなりません。

表3 大臣認定工場と東京都知事登録工場のグレード比較

大臣認定工場	東京都知事登録工場
グレード	グレード
S	
H	
M	T1
R	T2
J	T3

表4 東京都鉄骨加工工場分類別適用範囲

工場の分類	建築物の規模	使用鋼材
T1	すべての建築物	400N, 490N及び520N級鋼で、板厚60mm以下の鋼材。ただし、通しダイヤフラム（開先なし）は板厚70mm以下とする。
T2	下記条件を満たす建築物 1. 軒の高さ 20m以下 2. 張 間 13m以下 3. 延べ面積 3,000以下	400N,490N級鋼で、板厚25mm以下の鋼材。ただし、通しダイヤフラム（開先なし）は、400N及び490N級鋼材で板厚32mm以下とし、ベースプレート（400N及び490N級鋼材）及びGコラムのパネル厚肉部は板厚50mm以下とする。
T3	下記条件を満たす建築物 1. 軒の高さ 10m以下 2. 張 間 13m以下 3. 延べ面積 3,000以下	400N級鋼で、板厚16mm以下の鋼材。ただし、通しダイヤフラム（開先なし）は400N及び490N級鋼材で板厚22mm以下とし、ベースプレートは400N及び490N級鋼材で板厚50mm以下とする。

また、都知事登録の鉄骨加工工場には、品質と技術を向上させるため、毎年、「制度検査」と呼ばれる第三者検査機関による製品検査を受けることと、技術の向上に努め、良質の製品を提供するため、講習会を受講することが義務づけられています。

この第三者検査機関とは、「東京都知事指定検査機関に関する基準」において知事が指定した公正で技術力のある非破壊検査会社等の検査機関を指しており、現在、都知事登録検査機関の中から選ばれた3社で構成されるSTIA（構造物第三者検査機関協会）が指定されています。

一般の建築工事において、検査会社が行う検査は工事監理者及び工事施工者が行う検査の代行という位置づけのため、完全な第三者検査にはなりません。このSTIAの検査は、検査に関して公平性及び技術力を有している機関が実施し、かつ、その機関の検査員の立場が保障されているという意味において、完全な第三者検査であるといえます。

4. おわりに

現在、東日本大震災の復興が進み、資材や人員の需要が高まっています。特に都では、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の開催等を契機に、建築業界の状況は上向いてきていますが、過去に起きた不良施工などを鑑みると、このような時期だからこそ、現場の品質管理について高い意識を持つことが非常に重要です。

都の取組みは、都内における建築工事を対象としていますが、その建築工事では、例えば、所在地が他府県の鉄骨加工工場などを活用することも一般的に行われています。

これらのことから、現場品質管理のための取組みは、都内等、特定の自治体だけで完結するものではなく、他自治体を含む全国で行われる建築工事において実施される必要があります。

都は、引き続きこれらの取組みを適切に運用し、建築物の品質確保に努めていきたいと考えています。

【参考文献】

- 1) 公益財団法人東京都防災・建築まちづくりセンター：建築工事施工計画等の報告と建築材料試験の実務手引き 2014年度版

執筆者

高木 洋平（たかぎ・ようへい）

東京都 都市整備局 市街地建築部 建築企画課 建築係

日本建築学会「コンクリートの品質管理指針・同解説」 の改定(第2版)について

— 品質管理と建設現場における試験・検査 —

1. はじめに

(一社)日本建築学会は、2015年2月に「コンクリートの品質管理指針・同解説」¹⁾(以下、品質管理指針)を改定した。1999年の第1回改定後、2000年の建築基準法第37条(以下、法第37条)の改正や2004年の工業標準化法の改正、2005年のJISマーク表示制度の改正など各種関連法令の大改正に続いて、2007年のJIS A 5308(レディーミクストコンクリート)の改正、2009年の建築工事標準仕様書JASS 5鉄筋コンクリート工事²⁾(以下、JASS 5-2009)の改定が行われた。これにより、コンクリートの品質とその管理方法を取り巻く環境が急速に変化し、社会資本を形成する重要材料としての信頼性および指定建築材料に対する品質保証のあり方とその方法を再度検討する必要性が生じてきた。

本稿では、品質管理指針・第3版のうち、主に建設現場での試験や検査に関わる部分の変更点について概説する。

2. 第3版の主な改定点

建設現場での試験・検査に関わる主要な改定点は以下の5項目である。

(1) 法第37条に基づいてコンクリートの種類及び品質が変更された。指定建築材料としてのコンクリートはJIS A 5308適合品および国土交通大臣認定品に分類されるが、さらにJIS A 5308適合品についてJISマーク表示製品とJISマーク表示製品以外のものに区別し、工場の調査・選定、発注、受入検査などにおける取り扱いの違いが示された。

(2) 圧縮強度試験に使用する供試体は受入検査用と構造体コンクリート強度検査用で、併用する場合の試料の採取方法が新たに規定された。

(3) 乾燥収縮率やヤング係数などが設計図書で要求された場合の生コン工場の選定方法やコンクリートの性能の確認方法が規定された。

(4) JASS 5-2009で新たに規定されたかぶり厚さの検査の一部改定案が示された。

(5) スラッジ水や回収骨材の扱いが追加された。

3. 改定の概要

3.1 総則(第1章の部分)

3.1.1 適用範囲

法第37条及びJISマーク表示制度の改正に基づいて、コンクリートは次の3種類に分類された。

(1) JISマーク表示製品：JIS Q 1001(適合性評価—日本工業規格への適合性の認証—一般認証指針)及びJIS Q 1011(同一分野別認証指針(レディーミクストコンクリート))に基づいてJIS A 5308への適合を性能評価機関から認証されたコンクリート

(2) JISマーク表示製品でないもの：JIS A 5308の品質基準に適合するが、性能評価機関からの認証を受けていないコンクリート

(3) 国土交通大臣の認定を受けたもの(以下、大臣認定品)：JIS A 5308の規定には適合しないが、法第37条に基づき指定性能評価機関から認証され、国土交通大臣が認定したコンクリート

上記(1)と(2)のコンクリートは、品質基準の面ではJIS A 5308に適合するものだが、管理方法や製造実績が異なる。一方、大臣認定品は、品質基準や管理方法がJIS A 5308およびJIS Q 1011等と一部相違しており、製造実績も少ない。よって、(1)、(2)のコンクリートとは異なった品質管理を行う必要がある。品質管理指針の第2章から第6章は、この3種類を使用する際の確認事項や確認方法が示されている。

3.1.2 品質保証と品質管理体制

品質管理において実施される試験や検査の実施能力および結果の公平性を担保することは非常に重要である。今回の改定では、施工者が外部の試験機関に試験や検査を依頼する場合は、下記の“第三者試験機関”を選定して工事監理者の承認を受ける事が示され、2015年改正のJASS 5³⁾でも同様の対応を行う事となった。

なお、付3～付5に該当する試験機関の一部が例示されている。

第三者試験機関：検査に際して当事者以外の第三者の立場で試験を行う機関で、JIS Q 17025(試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項)に適合する機関またはこれと同等の技術力を有すると認められる機関。

3.2 コンクリートの製品の管理 (第6章の部分)

JIS A 5308では、呼び強度が同じ場合、スランプが異なる2種類以上のコンクリートを複数日、複数の現場に出荷したコンクリートの合計量を、製品検査における試験の量とみなすことができる。一方、JASS5の受入検査では、圧縮強度の検査の時期・回数は打込み工区ごと、打込み日ごと、かつ150m³またはその端数ごとに1回としている。従って、上記のような場合は、受入検査を製品検査によって行うことはできないが、これまでは下記のように製品検査を受入検査の計画に盛り込んでいたため、間違っ受入検査を製品検査によって行う事例が少なからず発生していた。

8.2 c 受入検査のための試験を生産者の製品検査のための試験によって行う場合は、施工者は試験に立ち会う。

今回このような間違いが起こらないよう、生産者の製品検査を6.6 (レディーミクストコンクリートの製品の検査) で明記された (表1)。

3.3 コンクリートの受入検査 (第7章の部分)

- a) 受入れ時の圧縮強度の検査は他の圧縮強度の検査と合わせて第10章にまとめられた。
- b) 単位水量の検査を下記のように改め、乾燥法 (CTM-1)⁴⁾ や容積法 (CTM-3)⁴⁾ の検査方法を事前に品質管理計画書等に明記することとなった。なお検査基準については、2003年11月の国土交通省大臣官房官庁営繕部からの官庁営繕工事の管理方法 (表2) が参考として示されている。

7.4 c ⑤単位水量は製造管理記録によって確認する。また、単位水量を試験によって確認する場合は、検査方法および検査基準をあらかじめ定めておく。

表1 荷卸し地点における製品の品質管理試験

工程	品質特性	試験方法	試験回数
製品検査	スランプ又はスランプフロー	JIS A 1101, JIS A 1150	必要に応じ適宜
	空気量	JIS A 1116, JIS A 1118 JIS A 1128	必要に応じ適宜
	強度	JIS A 1106, JIS A 1108 JIS A 1132 JIS A 5308 付属書 E	標準は1回/150m ³ , 高強度は1回/100m ³
	塩化物含有量	JIS A 1144または精度が確認された塩分含有量測定器	適宜

表2 単位水量の管理目標値と設計値の関係

設計値との差	<-20	指示値 -20 ≤	管理目標値 設計値 -15 ≤	管理目標値 ±0 ≤ +15	指示値 ≤+20	+20 <
措置	持ち帰り	改善	打設		改善	持ち帰り
試験頻度	全車	1回/3台	1回/150m ³		1回/3台	全車

3.4 コンクリートの仕上がり検査 (第9章の部分)

かぶり厚さの判定基準は表3に示すように JASS 5-2009²⁾ で示された基準であるが、補完内容を含め検査の手順はおおよそ図1に示すとおりである。

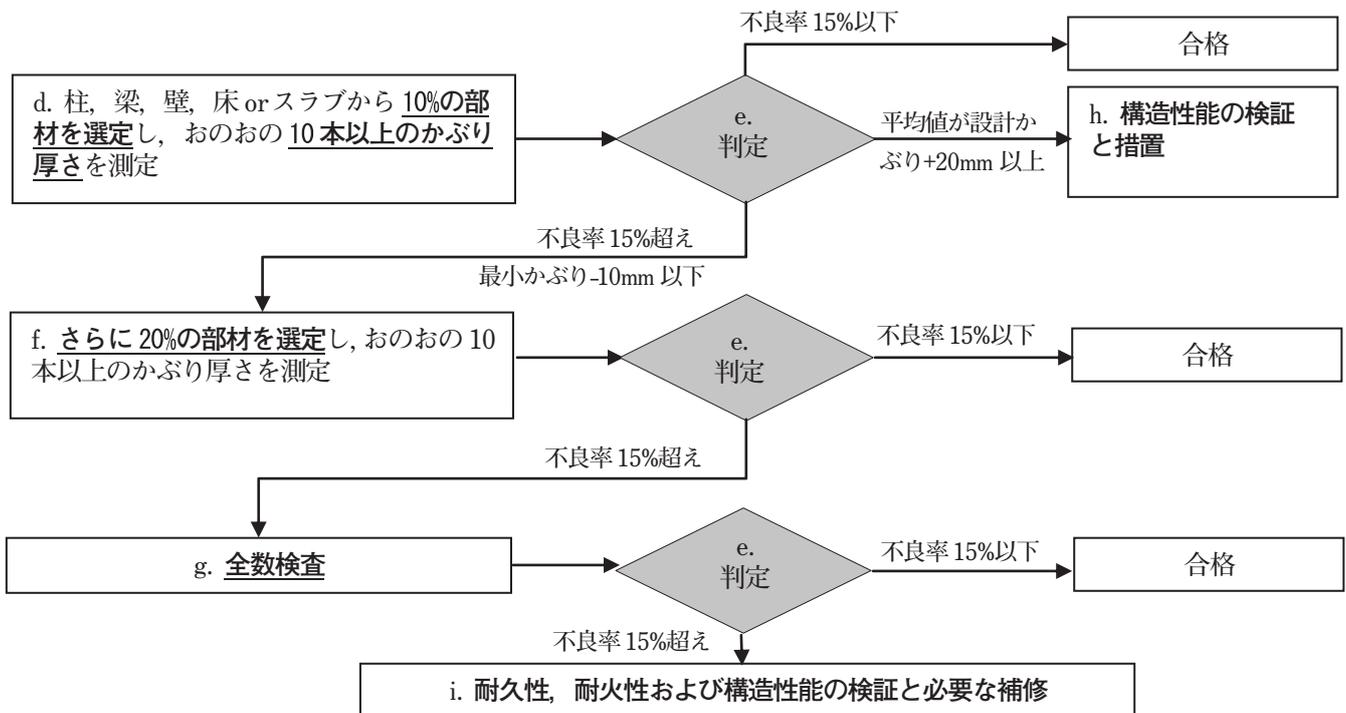


図1 かぶり厚さの検査のフロー

表3 かぶり厚さの判定基準

項目	判定基準
測定値と最小かぶり厚さとの関係	$x \geq C_{min} - 10\text{mm}$
最小かぶり厚さに対する不良率	$P(x < C_{min}) \leq 0.15$
測定結果の平均値の範囲	$C_{min} \leq X \leq C_d + 20\text{mm}$

ここで、 x ：個々の測定値(mm)

X ：測定値の平均値(mm)

C_{min} ：最小かぶり厚さ(mm)

C_d ：設計かぶり厚さ(mm)

$P(x < C_{min})$ ：測定値が C_{min} を下回る確率

3. 4 コンクリートの圧縮強度の検査(第10章の部分)

a) 旧版の第9章から第11章の圧縮強度の検査に係る部分で、レディーミクストコンクリートの受入検査、型枠取外し時および湿潤養生の打切り時の確認検査、構造体コンクリート強度の検査の3方法が示されている。なお、構造体コンクリート強度用の供試体と受入検査用の供試体を併用することが、工事監理者の承認のもとで可能となった。

10.1 g. 構造体コンクリートの圧縮強度の検査用の供試体の養生方法を標準養生とする場合は、受入検査用の供試体と併用することができる。併用する場合は、品質管理計画書に明記し、工事監理者の承認を得る。

b) JASS 5-2009²⁾や旧版¹⁾では1回の試験の単位(ロット)は「打込み工区、打込み日ごと、かつ、コンクリートの打込み量150m³またはその端数ごと」であったが、150m³を超えた場合の取り扱い方法を明確にするため、「打込み工区ごと、打込み日ごと、150m³を超える場合は、150m³以下にほぼ均等に分割した単位ごと」と改められた(図2)。また、一日の打込み量が50m³以下の場合、「受入検査用の検査ロットを工事監理者と協議の上、例えば一検査ロットを3回ではなく、3個の供試体を用いた1回の試験で構成し、試験結果が、購入者が指定した呼び強度の強度値以上であることを確認する方法」を解説で示している。

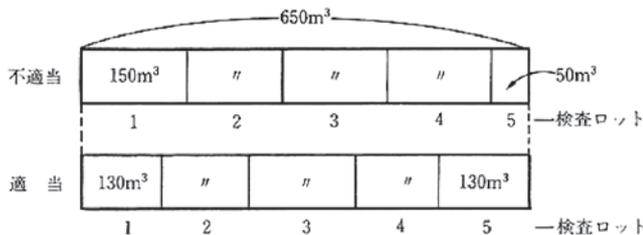


図2 構造体コンクリートの検査ロットの分け方

c) 前述したように、今回の改定では、受入検査および構造体コンクリート強度の検査における供試体の採取方法および養生方法について、併用する場合の供試体の採取方法が新たに示された。

10.4 a. 構造体コンクリート強度の検査は、以下のA法(構造体コンクリート強度の検査と受入検査を併用しない場合)およびB法(構造体コンクリート強度の検査と受入検査を併用する場合)のいずれかによる。

供試体を併用しない場合(A法)は、従来の方法(JASS 5-2009²⁾)と基本的に同じで、運搬車全体を代表するように各運搬車から試料を採取する、いわゆる“運搬車間のばらつき”を考慮した方法である。また、受入検査は“運搬車内のばらつきを考慮した方法”である。よって、これらを併用するB法を適用する場合には、選定した生コン工場のコンクリートの出荷実績が、図3に示すような“運搬車間のばらつき”と“運搬車内のばらつき”に有意差がないような適切な品質管理が行われていることを確認することが重要である。なお、判定基準は表4のようにA法とは異なる。

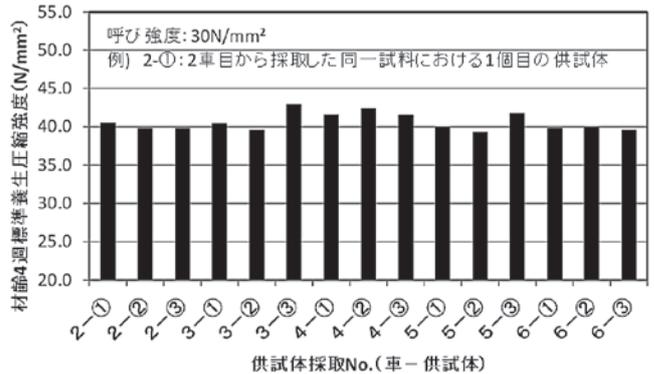


図3 運搬車から採取した供試体強度の変動

表4 B法における構造体コンクリート強度の判定基準

養生方法	試験材齢	判定基準	
		1運搬車から3個ずつ採取した場合	1運搬車から1個ずつ採取した場合
標準	調合強度を定めるための基準とする材齢(28日)	① 1回の試験結果は、調合管理強度の85%以上であること。	調合管理強度以上
養生		② 3回の試験結果の平均値は、調合管理強度以上であること。	

10.4 c. B法(構造体コンクリート強度の検査と受入検査を併用する場合)による構造体コンクリート強度の検査は、以下による。

- 1回の試験は、1検査ロットをほぼ均等に3分割して行う。
- 1検査ロットは、打込み工区ごと、打込み日ごとに構成する。ただし、1日の打込み量が450 m³を超える場合は、450 m³以下にほぼ均等に分割した単位ごとに構成する。また、高強度コンクリートの場合は、1日の打込み量300m³を超え

る場合は、300m³以下にほぼ均等に分割した単位ごとに構成する。

(3) 採取した試料にてについては、スランプまたはスランプフロー、空気量、コンクリート温度を測定する。

(4) 圧縮強度試験の方法は、下記①～⑥による。

- ① 供試体作製のための試料は、7.4節で採取した試料と同一の試料とする。
- ② 1回の試験のための供試体は、同一試料から3個採取する。ただし、1日の打込み量が150m³以下の場合、1個とすることができる。
- ③ 供試体の作製は、JIS A 1132 (コンクリートの強度試験用試体の作り方)による。
- ④ 供試体の養生方法は、標準養生とする。
- ⑤ 圧縮強度試験の材齢は、調査強度を定めるための基準とする材齢とする。
- ⑥ 圧縮強度試験は、JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)による。試験結果は、3個の供試体の試験結果の平均値で表す。

例えば、1日の打込み量が450m³の場合、A法とB法の試料採取の数は表5 (表中の○は供試体1個を表す) のように

なり、B法で行った場合、供試体の合計本数はA法の半分になる。

4. まとめ

今回の指針の改定は、2000年以降の関係法令・基準類の改正やJASS 5等の関連技術資料の改定によってコンクリートの品質とその管理方法を取り巻く環境が急速に変化したことが背景にある。本指針は、コンクリートの信頼性および指定建築材料の品質保証のあり方を示したものであるが、新しい取り組みも示されており、活用にあたってはその趣旨をよく理解し、十分な準備のもとに行う必要があるだろう。

【参考文献】

- 1) コンクリートの品質管理指針・同解説, 日本建築学会, 2015.2
- 2) 建築工事標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事, 日本建築学会, 2009.2
- 3) 建築工事標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事, 日本建築学会, 2015.7
- 4) 鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法, 2007

表5 試料採取の「併用」と「併用しない」場合の比較

1日の打込み量の目安 (m ³)	試料採取 (m ³)	従来の方法 (パターン①)					完全併用型 (パターン②)				
		受入検査		構造体コンクリート検査		合計個数	検査ロット (m ³)	構造体 (標準養生) = 受入検査	個数		
		検査ロット (m ³)	標準養生	検査ロット (m ³)	現場水中養生 現場封かん養生						
0～450	0～150	450	○○○	150	○	18	450	○○○	9		
					○						
					○						
	0～150				○						
					○						
					○						
	0～150				○○○					150	○
											○
											○

* 執筆者

棚野 博之 (たなの・ひろゆき)

国立研究開発法人 建築研究所

材料研究グループ長

最近の主な研究テーマ:

既存構造物の耐久性能評価方法とその判定技術
コンクリートの品質および施工管理に関する関連技術 など



工事材料試験所「現場品質管理試験業務」について

工事材料試験所 品質管理室

1. はじめに

当センター工事材料試験所(以下、「試験所」という。)の主な業務は、土木・建築工事に使用される各種材料の品質試験ですが、これらの試験のほかに、工事発注者や工事施工者(総合建設業者：ゼネコン、住宅供給会社：ハウスメーカー)から直接依頼を受けて、建設現場におけるコンクリート工事を対象とした「現場品質管理試験業務」も行っています。

近年、コンクリート構造物の「安全・安心の確保」という観点から、建設現場におけるコンクリートの品質管理試験(受入検査、構造体コンクリート強度の検査等に係る試験)を「第三者試験機関」で実施する事例が増加しています。また、戸建て住宅については、長期優良住宅の普及などに伴い、施主の方々が、これまで以上にコンクリートの品質に関心を持ち、住宅の基礎に使用するコンクリートの品質管理試験の実施を要望されるケースが増えています。

試験所の業務内容については、既に本誌で紹介していますが、最近、第三者試験機関による現場品質管理試験の重要性が注目されていることを踏まえて、今回は、現在、試験所で実施している「現場品質管理試験業務」の概要について紹介します。

2. 試験所における現場品質管理試験業務の概要

言うまでもなく品質管理は、建設現場における工事全般が管理対象となりますが、現在、試験所で受託している現場品質管理試験業務(以下、「現場品管業務」という。)は、主に、コンクリート工事に関連する試験が対象となります。

一般的な鉄筋コンクリート構造物は、組み立てられた鉄筋の周囲に型枠を設置し、そこにコンクリートを打設するという工程を繰り返して構築されます。従って、打設するコンクリートの品質の良否は、構造物の安全性や耐久性に直接関係するため、その品質管理は極めて重要な行為となります。

本来、コンクリートの受入検査や構造体コンクリート強度の検査は、施工者の責任の下に実施する必要があります。しかし、最近では試験・検査の公平性および信頼性を考慮

して、これらの検査に係る試験を第三者試験機関に依頼するケースが増加しています。

なお、受入検査とは、建設現場に搬入されたコンクリートの品質が発注どおりかを購入者が確認するための自主検査であり、構造体コンクリート強度の検査は、建築基準法施行令74条に基づく検査です。

現在試験所で受託している現場品管業務に関連する試験内容を以下に示します。

(1) コンクリートの受入検査に関連する試験

コンクリートの受入検査時の主の試験項目は次のとおりです。

試料の採取／コンクリート温度／スランプ(スランプフロー)／空気量／塩化物物量／単位水量(必要に応じて)／供試体の作製／圧縮強度

なお、後述しますが、フレッシュコンクリートの試験および供試体の作製は、試験所の「登録採取試験会社」^{※1)}に委託して実施しています。

(2) 構造体コンクリート強度の検査に関連する試験

標記検査は、受入検査と検査ロットが異なるため、検査ロット毎に(1)と同様の試験を実施しています。

なお、(一社)日本建築学会「コンクリートの品質管理指針・同解説」の改定に伴い、「構造体コンクリート強度の検査と受入検査を併用する方法(B法)」が新たに追加されたため、今後は、完全併用型に移行する事例が増加すると思われます。

(3) その他の検査に関連する試験

その他のコンクリートの試験としては、型枠脱型時および支保工撤去時の圧縮強度の確認試験があります。また、コンクリート以外では、建設現場で使用される鉄筋および鉄筋継手の施工前、施工時検査に係る各種試験やモルタル類の品質試験も実施しています。

(4) その他の関連業務

試験所では、上記(1)～(3)の試験のほか、ゼネコンか

らの要請があれば、「施工計画報告書」および「施工結果報告書」の作成の協力支援も行っています。

注¹⁾ 登録採取試験会社：試験所の規程に従い、コンクリートの採取試験業務について、「公平であり妥当な試験のデータおよび結果を出す十分な能力を持つ試験機関。」として試験所が登録した採取試験会社のことです。

3. 現場品質管理試験業務の沿革

試験所における現場品管業務の開始は、昭和63年に着工し平成2年に竣工した東京都新庁舎（シティホール）の建設工事になります。本工事は、第一本庁舎、第二本庁舎および都議会議事堂の3棟からなる東京都の新しいシンボルとして、壮大な規模や最先端の建築技術が、国内外からも高い注目を集めていました。

試験所（当時は中央試験所工事材料試験課）は、東京都からの依頼を受けて、当該工事の現場品管業務を受託しましたが、大規模工事であること、施工期間が2年間と長期になること、試験結果の速報性が要求されること等を踏まえて、東京都の許可を得て建設現場内に試験室を設置し、試験所職員を常駐させて対応することにしました。現場試験室には、一般的な事務機器のほか、現場水中養生水槽、標準水中養生水槽、圧縮試験機および採取試験機器一式を常備し、現場に納入されるフレッシュコンクリートの品質試験、供試体の作製・養生および圧縮強度試験を実施するとともに、試験報告書の作成・発行までの一連の業務を行いました。この時の副産物として、当時のJIS A 5308（レディーミクストコンクリート）に規定されていた普通コンクリートの荷卸し時における空気量の許容差が、現場試験において余りにも規格外の結果が数多く発生したことを受け、後に規格値が $4.0 \pm 1.0\%$ から $4.5 \pm 1.5\%$ に改定されたという話が残っています。



写真1 東京都新庁舎（シティホール）

その後、「東京都江戸東京博物館」や「東京国際展示場（東京ビックサイト）」等、官公庁発注の大型プロジェクトや民間による大規模市街地再開発事業など、小規模な現場を含

めると、これまでに、数百件以上の建設現場で当該業務に携わってきました。なお、繁忙期には、年間50件以上の現場品管業務を受託した時期もありました。



写真2 東京国際展示場（東京ビックサイト）

4. 採取試験技術者の育成と試験実施体制

東京都新庁舎の現場品管業務は、フレッシュコンクリートの試験をはじめとする一連の試験を全て試験所の職員が対応しました。しかし、現場品管業務の要請は年々増加し、全ての現場における試験業務を試験所の職員だけで担うことが困難な状況になりつつありました。

一方、この頃から、首都圏の建設現場では、技術者の不足や施工の分業化が進み、建設現場で採取試験を専門に行う業者（採取業者）が台頭してきました。ただし、当時は、採取実務者に対して技術的な資格要件がなく、試験結果の信頼性について危惧する声も聞かれました。そこで、試験所では、採取実務者の技術力の向上・維持を目的として、採取業者を対象とした「採取実務者講習会」を定期的で開催し、一定以上の技量を有する受講者に対して「講習修了証」を発行する仕組みを構築しました。なお、この仕組みが、現在の「コンクリートの現場品質管理に関する採取試験技能者認定制度」^{注2)}につながっています。

試験所では、平成2年に「工事材料試験所 採取試験会社登録制度」を立ち上げ、この制度に基づく採取登録会社と協力して、現場品管業務を遂行しています。具体的には、試験所の管理の下で、登録採取試験会社に所属する有資格者（採取実務者）を建設現場に派遣し、フレッシュコンクリートの品質試験および供試体の作製業務を行い、試験所において圧縮強度試験を実施するという体制です。

注²⁾ 採取試験技能者認定制度：当センターの検定業務室が事務局を務める認定制度であり、建設工事現場において、コンクリートの採取試験を適切に行える技能者を認定する制度のことです。技能者の区分として、「一般技能者」と「高性能技能者」とがあります。

5. 現場品質管理試験の業務フロー

試験所では、従来の建設工事に係る現場品管業務に加え、平成16年度から戸建て住宅の基礎コンクリートを対象とした現場品管業務を開始しました。

ここでは、一般的な建設工事および住宅基礎コンクリートの現場品管業務の業務フローについて個別に紹介します。

5.1 建設工事[土木・建築構造物]における業務フロー

一般の鉄筋コンクリート構造物(商業ビル, 集合住宅, 土木構造物等)を対象とした建設工事における現場品管業務の業務フローを図1に示します。

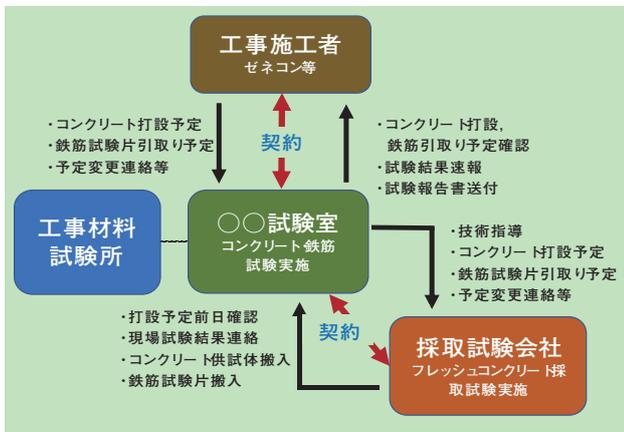


図1 一般構造物を対象とした現場品管の業務フロー

まず、業務委託契約は、原則として、工事施工者(ゼネコン)と建設現場に最も近い試験室(武蔵府中, 浦和, 横浜, 船橋試験室のいずれか)と結びます。委託内容は、前述した2.(1)~(4)の項目となります。業務を受託した試験室は、コンクリート工事の日程を確認し、現場での試験日を「登録採取試験会社」に連絡し、採取技能者を派遣します。なお、試験日の連絡・調整は、工事施工者と登録採取試験会社との間で直接実施するケースもあります。

現場に派遣された採取技能者は、契約内容の試験を実施するとともに、試験結果を工事施工者および試験室に報告します。ただし、試験結果に基づく判定(検査:検査対象の製品を受け入れるか否かの判断)は、原則として、工事施工者に実施していただきます。試験室は、フレッシュコンクリートの試験結果と圧縮強度試験結果を合わせて試験報告書を作成し、工事施工者に提出します。なお、図1は、工事施工者との契約例を示していますが、工事発注者および工事監理者との業務委託契約も可能です。

今後、首都圏においては、2020年開催の「東京オリンピック・パラリンピック」関連施設や都市再開発などに係る建設工事が増加すると予測されます。試験所は、第三者試験機関という立場で、これらの建設工事における現場品管業務

に積極的に参画していきたいと考えています。

5.2 戸建て住宅における現場品管業務の業務フロー

戸建て住宅の場合は、一定の規模以上でなければ、基礎コンクリート強度の検査は義務付けられていません。しかし、前述したように、長期優良住宅の普及等に伴い、戸建て住宅の基礎に使用するコンクリートの品質試験の実施件数は年々増加傾向にあります。

図2は、主に、首都圏における住宅基礎コンクリートの品質管理試験の受託量の推移(2002年~2014年)を示したものです。この図によると、年間15,000棟程度の住宅で現場品管試験が行われています。なお、戸建て住宅における現場品管の実施の有無は、法的な規制がないことから、ハウスメーカー各社の経営方針による傾向が顕著です。

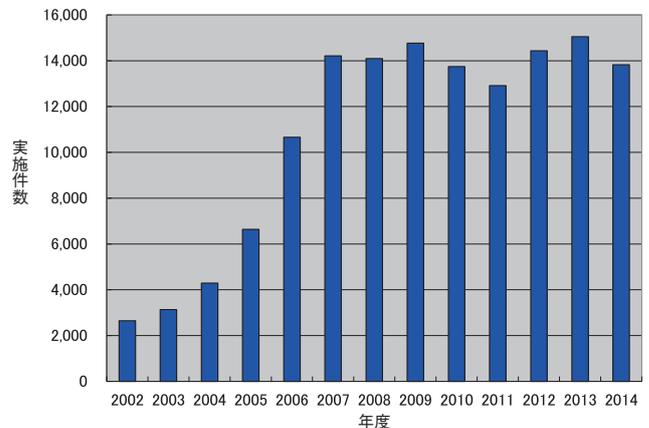


図2 戸建て住宅の基礎コンクリート品質試験実施件数の推移(主として首都圏の推移)

戸建て住宅の多くは基礎部分のみにコンクリートを使用するため、打設回数は1回ないし2回と少ないものの(1回の打設量は15~20m³程度)、基礎は上屋を支えるための重要な部位であり、適切に品質管理を行うことは高層建築物と同様に重要です。戸建て住宅の基礎コンクリートを対象とした現場品管業務の業務フローを図3に示します。

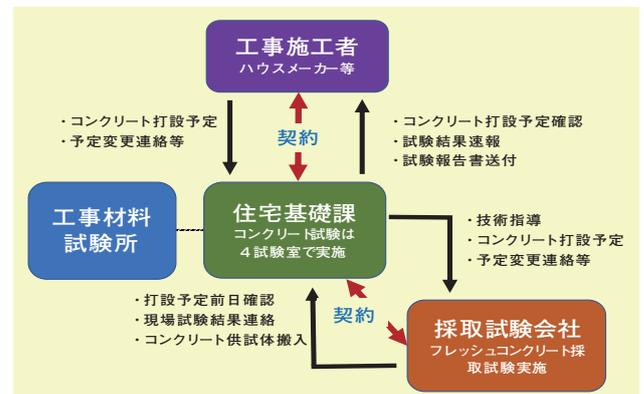


図3 戸建て住宅における現場品管業務の業務フロー

まず、業務委託契約は、工事施工者（ハウスメーカー等）と住宅基礎課で結びます。委託内容は、前述した2. (1)～(3)の項目となります。その後の業務フローは、5. 1の一般の鉄筋コンクリート構造物の場合と概ね同様です。ただし、試験報告書の構成が異なり、契約者からの要望があった場合は、試験実施者の顔写真を試験報告書に添付します。また、コンクリート打設状況(写真3)や品質試験結果(写真4)を別添資料として提出することも可能です。



写真3 住宅基礎コンクリートの打設状況



写真4 品質試験状況（試験結果）

6. おわりに

建設工事現場で使用するコンクリートや鉄筋の品質管理試験を行うにあたり、十分な技能を有する技能者が採取試験を実施し、適切に校正された試験設備を用いて品質試験を行うことが重要であることは言うまでもありません。さらに、これらの試験業務を製品（コンクリートや鉄筋等）の生産者や購入者と立場を異にする第三者が公正・正確に実施することは、コンクリート構造物の安全性の確保につながるるとともに、居住者や利用者の安心感の向上に大きく寄与することになります。

これまで紹介してきた現場品管業務は、試験室や住宅基礎課が所在する首都圏を中心とした実態です。当センターは、平成26年度、「東北地方における土木・建築分野の復旧・復興への協力」を目的として仙台支所を開設しました。先の東北大震災の被災地である仙台市においては、市内の大型物件を含めた3件の建設現場において、試験所（仙台支所）による現場品管業務を開始しています。

当センターでは、第三者による現場品管業務を日本全国に浸透させるべく、今後も努力してまいります。皆様方のご利用、ご相談をお待ちしています。

【現場品質管理試験業務に関するお問い合わせ先】

- 工事材料試験所 武蔵府中試験室
TEL：042-351-7117 FAX：042-351-7118
- 工事材料試験所 浦和試験室
TEL：048-858-2790 FAX：048-858-2838
- 工事材料試験所 横浜試験室
TEL：045-547-2516 FAX：045-547-2293
- 工事材料試験所 船橋試験室
TEL：047-439-6236 FAX：047-439-9266
- 工事材料試験所 仙台支所
TEL：022-281-9523 FAX：022-281-9524

【住宅基礎コンクリートに関するお問い合わせ先】

- 工事材料試験所 住宅基礎課
TEL：048-858-2791 FAX：048-858-2836

（文責：工事材料試験所 品質管理室 室長 高橋喜義）

外付け補強されたRC造柱の一次元振動台実験 (その2 振動台実験から得られた知見)

伊藤 嘉則

1. はじめに

既存鉄筋コンクリート造 (以下、RC) 建築物に対する耐震補強法として、柱一側面に鋼板を設置し、繊維シートを貼り付けた後にグラウトモルタルを充填する外付け補強法の開発を進めてきた。その際の鋼板の特徴として、図1に示すように、折り曲げ加工により端部にリブを設けた薄肉鋼板をブロック状に積み重ねる方法となっている。そうした際に、リブの有無は地震に対して有利か否かの疑問が生じ、動的挙動の把握と動的データの取得を目的とした一方向の振動台実験を実施した。前報その1では、主に振動台実験手法について述べたが、本報その2では、振動特性および破壊性状などの基本的事項をまず示し、次いで、等価粘性減衰定数およびエネルギー論¹⁾にもとづいたエネルギー応答比(入力エネルギーに対する吸収エネルギーの比)を算出し、エネルギー吸収性能の観点から『リブの有無は有利か否かの疑問』に対する検証を無補強試験体との比較を兼ねて行ったので、その結果に

ついて報告する。また、別途、外付け補強特有の問題点について振動台実験から得られた知見についても述べる。

2. 試験体

表1に試験体一覧を、図2に試験体の概要を、図3に補強材の施工方法の概要を示す。試験体は、既存RC造柱の外側一側面をL字形の薄肉鋼板および繊維シートで外付け補強したものである。試験体の構成は、リブ無しおよびリブ有りとする2体に無補強1体を含めた合計3体である。

既存RC造柱の形状は、断面300mm×300mmおよび高さ900mmであり、主筋8-D13 (SD295A) および帯筋D5@150 (SD295A) が配筋されている。なお、本試験体では、上スタブが1300mm×1500mm×300mm、下スタブが2400mm×1250mm×500mmとなっている。コンクリート呼び強度は、13.5である。外付け補強に用いる鋼板は、厚さ1.6mm (材質:SS400) による薄肉材、繊維は布状に編み込んだ1方向シートでポリエチレン繊維を使用した。補強後の断面はグラウトモルタルの充填により360mm×300mmとなり、柱頭柱脚部にはクリアランスを設けていない。ここで、リブ有り試験体 (記号:RA) では、鋼板の端部に長さ20mmの折り曲げ加工が施されており、これらを縦方向に3段積層した合計6個の分割鋼板で構成されている。リブ無し試験体 (記号:RN) においても、上記と同じ形状のL字形分割鋼板 (構成数も6個) を使用しており、組み立て施工の際には分割鋼板相互を接着剤の点付けによる突き合わせとした。表2は、使用した鉄筋、鋼板および繊維の機械的性質である。

補強施工は、鋼板を既存部柱の外側一側面に積層し、これ

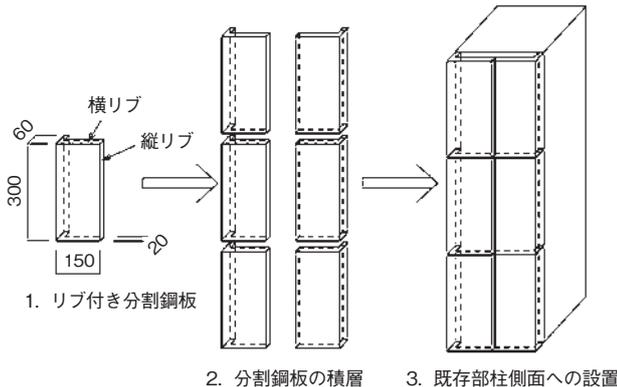


図1 リブ付き薄肉鋼板の積層

表1 試験体一覧

試験体		断面 [mm]		高さ [mm]	鉄筋		鋼板			繊維シート
記号	種別	補強前 B ₁ ×D ₁	補強後 B ₂ ×D ₂		主筋	帯筋	厚さ [mm]	リブ幅 [mm]	材質	
NN	無補強	300×300	—	900	8-D13 (SD295A)	D5@150 (SD295A)	—	—	—	ポリエチレン 2層巻き
RN	リブ無し		360×300				1.6	0	SS400	
RA	リブ有り									

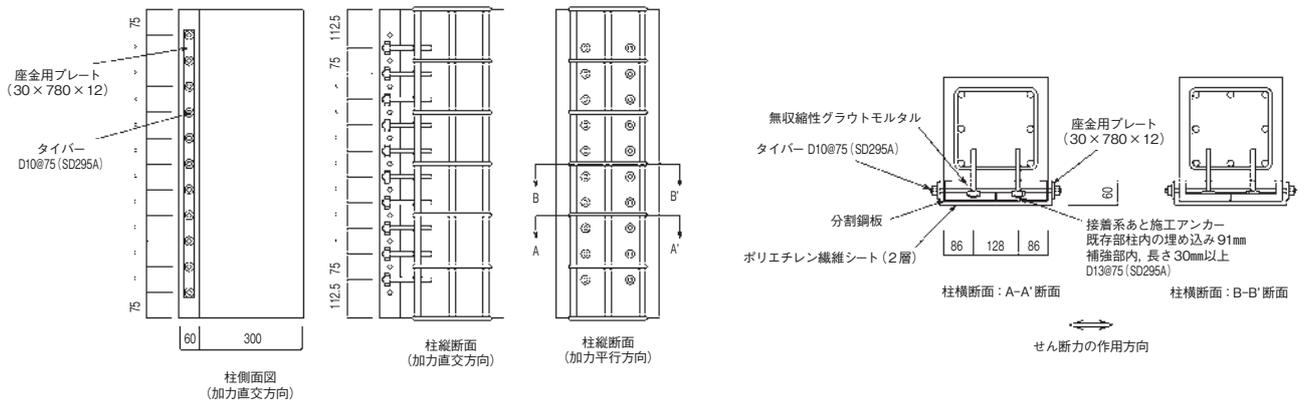


図2 試験体の概要 (単位 mm)

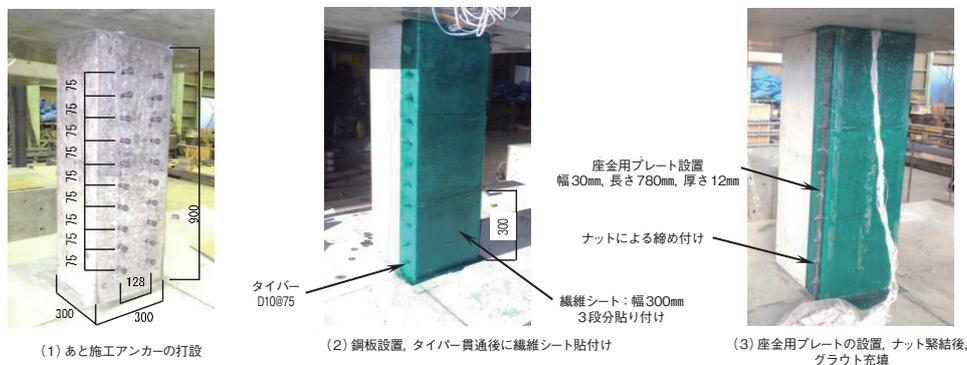


図3 補強材の施工方法の概要

にエポキシ系樹脂を含浸させた幅300mmの繊維シート2層を鋼板表面に横貼り後、プレミックスタイプの無収縮性グラウトモルタルを充填した。充填時の配合はセメント：水＝25kg：3.7kg、水温12℃、Jルート8.79秒である。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（D10@75、材質：SD295A、座金：PL-30×780×12mm）で固定した。既存部柱とグラウトモルタル部間は、接着系あと施工アンカー（アンカー筋：D13@75を2列、埋め込み深さ：91mm、固着剤：エポキシ系、カートリッジ式タイプの注入型）により一体化を図っている。その際に既存部柱のコンクリート打設は縦打ちとし、補強面に目荒し処理を行っていない。補強施工においても試験体を立てた状態で施工しており、グラウトモルタルが縦打ち充填となっている。ここで、必要アンカー筋量は、式(1)で示すアンカー筋の滑り変位が1.6mmのときの耐力評価を対象とした筆者提案式²⁾によって設計した。具体的には、式(1)から得られる1本当たりの cQ_{dt} は約7.3kN、既存部に打込んだ計20本で約146kNとなり、グラウトモルタル膨張による既存部と補強部

表2 鉄筋などの機械的性質

種類	降伏強度 [N/mm ²]	降伏ひずみ [×10 ⁻³]	ヤング係数 ×10 ⁵ [N/mm ²]	引張強度 [N/mm ²]	伸び [%]	材質	備考
D13	380	2008	1.89	530	21	SD295A	主筋
D5	367	2023	1.81	518	16	SD295A	帯筋
D13	370	1930	1.93	501	25	SD295A	アンカー筋
D10	358	1860	1.93	494	29	SD295A	タイバー
t1.6	394	1649	2.39	495	25	SS400	鋼板
繊維	—	—	114	2220	—	—	—

間の付着応力を加味せずとも予想最大耐力以上（125kN程度）のせん断力を既存部と補強部の境界面に確保した。

$$cQ_{dt} = (0.83\delta_s) \cdot A_a \sqrt{\sigma_y \cdot \sigma_B} \quad (1)$$

δ_s : アンカー筋滑り変位で $\delta_s = 1.6\text{mm}$

A_a, σ_y : アンカー筋の断面積および降伏強度

3. 550Gal加振までの損傷状況とせん断力-変形角曲線

定常ループの取得を目的とし、周期0.30sec一定とする正弦波を入力した。波形の包絡形は、①加速度振幅上昇域(3波)、②加速度振幅一定域(5波)、③加速度振幅下降域(3波)で構成されており、この波形の加速度振幅を100Gal, 250Gal, 400Gal, 550Gal, 700Galによる150Galずつを増分とする合計5段階を目標加速度値に設定し、順次行った。

図4に、550Gal加振後のひび割れ発生状況の代表例とせん断力-せん断変形角曲線を示す。ここで、ひび割れ発生の確認は、各加振後に行った。また、試験体のせん断力は、上スタブ両側面で計測した応答加速度の平均値に質量を乗じた見掛けのせん断力を求め、錘による転倒モーメントによって生じる付加せん断力を差し引いた値である。変形角は、見掛けの層間変位を内法高さで除したせん断変形角から上スタブの回転角を差し引いた値である。

図において、いずれの試験体も100Gal加振後にはひび割れが発生しておらず、250Gal加振後に曲げひび割れの発生が柱頭柱脚部で確認された。式(2)より求まる曲げひび割れ計算値は54~60kN程度であり、試験体せん断力は100Gal加振時が約25kN, 250Gal加振時が約70kNであることから、ひび割れ発生状況は妥当な結果と判断される。その

後の400Gal加振後には、材端部1D(Dは柱せい)区間のヒンジ領域でせん断ひび割れの発生が確認され、ひび割れ発生が最も顕著に現れた加振となる。550Gal加振後では各々ひび割れ長さが伸展する中で残留ひび割れ幅が400Gal加振後の約0.25mmから0.45~0.60mmまで拡幅しており、ひび割れ発生は分散せず1本のひび割れに集中する傾向にあった。なお、残留ひび割れ幅は、大きい方から試験体NN, RN, RAの順となった。

$$Q_{cal} = 2 \left(0.56 \sqrt{\sigma_{BG}} \cdot Z_{el} + \frac{N \cdot D}{6} \right) / H \quad (2)$$

- D : 補強後柱せい, H : 試験体の内法高さ,
- N : 積載総重量(200.6kN),
- σ_{BG} : 等価コンクリート圧縮強度
- Z_{el} : 鉄筋を考慮した補強後断面に対する断面係数

他方、せん断力-変形角曲線を見ると、いずれの試験体も100Galおよび250Gal加振では原点指向型の履歴形状にあり、この時点でのせん断力は約25kNおよび70kN, 経験最大変形角は 2.25×10^{-3} rad前後であった。400Gal加振ではせん断力(約100kN)を一定に保ったまま変形が大きく進展し、試験体NN(無補強)が約 15×10^{-3} rad, 補強試験体2体が約 10×10^{-3} radまで至った。550Gal加振でもせん断力が100kN

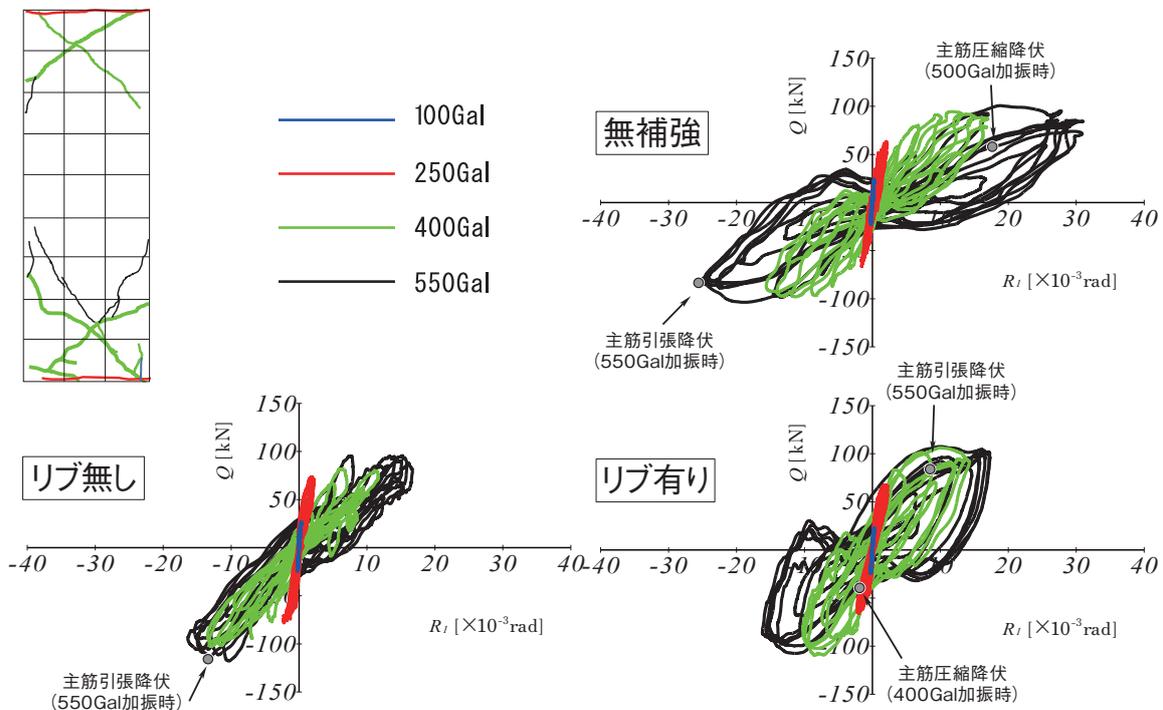


図4 550Gal加振までのひび割れ発生状況とせん断力-変形角曲線

前後の一定値で推移し、繰返し履歴とともに変形のみが進展する傾向にあった。中でも、試験体NN（無補強）の経験最大変形角は補強試験体2体の約 15×10^{-3} radに対して約 30×10^{-3} radまで増大していた。各加振で得られたせん断力を載荷総重量で除した層せん断力係数に換算してみると、100Gal加振が約0.10、250Gal加振が約0.35、400Gal加振が約0.55となる。なお、ここまでの加振において履歴形状そのものはいずれの試験体も紡錘形に近い形状にあるが、エネルギー吸収性能は試験体RA（リブ有り）が最も大きい様子にある。

4. 振動特性加振

試験体の固有振動数及び粘性減衰定数の測定を目的とした自由振動波形（変位制御による振動台の最大振幅を±0.6mmとする矩形波を60秒間中に4波）を入力した。加振は試験開始前および正弦波加振後に行ったが、実施の対象は試験体RN（リブ無し）およびRA（リブ有り）の2体のみとなっており、上スタブ両側面で計測した応答加速度波形（波形の振幅最大点を読み取り、振幅数とその間の時刻をもとに固有周期 T_s を算出した。同時に振幅比を求め、振幅比に対する対数減衰率をもとに減衰定数 h_s を算出した）をもとに、固有周期および減衰定数を算出した。なお、 T_s および h_s は60秒間において合計4回行った自由振動波形から得られる平均値である。

図5に固有周期および減衰定数の加振履歴の変遷を示す。図より、100Gal加振までは固有周期が一定値で推移し約

0.075secにあった。なお、式(3)の初期剛性 K_{ccal} を用いて求める計算値周期($=2\pi\sqrt{m/K_{ccal}}$)は約0.067sec、参考までに無補強NNは0.075secであり、振動特性加振から得られた固有周期は計算値と概ね一致する傾向にあった。ここで、 m ：質量で $m = M/g$ 、 M ：載荷総重量200.6[kN]、 g ：重力加速度9.8[m/sec²]。

$$K_{ccal} = \frac{1}{\left[\frac{1}{K_{cm}} + \frac{1}{K_{cs}} \right]} \quad (3)$$

K_{cm} ：鉄筋を考慮した補強後断面に対する柱曲げ剛性

K_{cs} ：補強後断面に対する柱のせん断剛性

250Gal加振後には、曲げひび割れの発生が影響して僅かながら固有周期が大きくなった。その後も加振履歴を受けるとともに増大する傾向にあり、最終的には試験体RNが約0.15sec、試験体RAが約0.10secまで至った。

減衰定数 h_s は、開始前の減衰定数として試験体RN（リブ無し）が約0.037、試験体RA（リブ有り）が約0.073と、粘性減衰そのものは試験体RAの方が高い値にある。その際、試験体RAでは加振履歴の変遷を受けても一定値で推移し安定した挙動を示していた。

5. エネルギー吸収性能

5.1 等価粘性減衰定数

非線形な履歴曲線に対して理論的な数値解によりエネルギー吸収性能を評価することは容易ではない。他方、塑性化後においても定常ループで囲まれた履歴曲線であれば、等価な弾性系に置き換えて算出する等価粘性減衰定数によりエネルギー吸収性能を把握する手法がある。そこで、各加振で得られた履歴曲線をもとに等価粘性減衰定数 h_{eq} を式(4)より算出し、各試験体のエネルギー吸収性能の違いを調べた。なお、振幅上昇域(3波)、振幅一定域(5波)、振幅下降域(3波)による11波のうち振幅一定域5波から得られる履歴ループを検証対象とした。なお、本節の結果は700Gal時の結果も含めるが、試験体NN（無補強）の700Gal加振では次章で述べるように倒壊となっており、 h_{eq} の算定は倒壊が生じるまでの2波までとなっている。

$$h_{eq} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{\triangle W}{W} \quad (4)$$

$\triangle W$ ：履歴1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

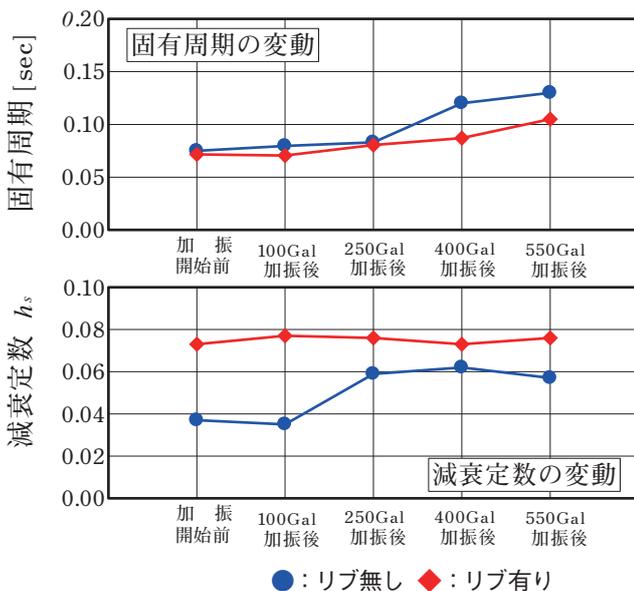


図5 固有周期および減衰定数の加振履歴の変遷

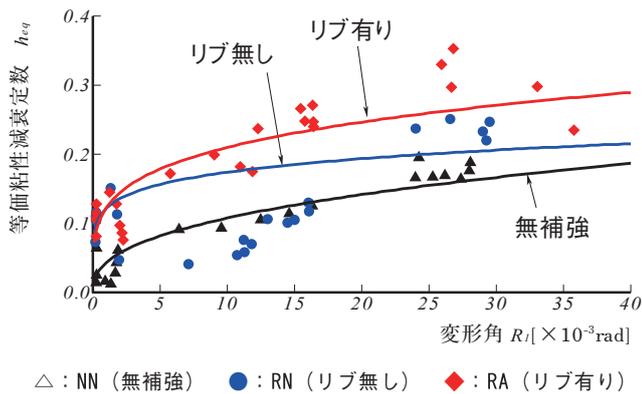


図6 等価減衰定数と経験最大変形角

図6には、式(4)から得られた h_{eq} と各加振時の経験最大変形角との関係を示した。図中には回帰曲線も示してある。図より、いずれの試験体も変形角の増大とともに h_{eq} が大きくなる傾向にあった。そうした中、 h_{eq} より得られた粘性減衰に相当する初期値は、試験体NN(無補強)が約0.03、試験体RN(リブ無し)が約0.05および試験体RA(リブ有り)が約0.10であり、試験体RAが最も高い値にあった。また、回帰曲線の傾向を見ても、試験体RA(リブ有り)による h_{eq} が最も高い値にあることから、リブ有りの方がリブ無しより粘性減衰定数及び塑性化後の減衰ともに高い値にあると結論づけられる。

5.2 エネルギー応答

近年の耐震性能評価において、地震入力エネルギーの考え方がある。地震入力による総エネルギー E_t は、固有周期に依存し、質量 m を有する1質点系の建物が地震入力加速度 \ddot{Z}_0 を受ける際の運動方程式の両辺に変位 y の増分 $dy = \dot{y} \cdot dt$ を乗じ、時刻 t で積分した式(5)中の右辺で与えられる。

$$\int_0^t m \cdot \ddot{y} \cdot \dot{y} \cdot dt + \int_0^t (c \cdot \dot{y}) \cdot \dot{y} \cdot dt + \int_0^t Q(y) \cdot \dot{y} \cdot dt = - \int_0^t (c \cdot \ddot{Z}_0) \cdot \dot{y} \cdot dt \quad (5)$$

\ddot{y}, \dot{y}, y : 相対加速度, 相対速度, 相対変位

$Q(y)$: 復元力, $c \cdot \dot{y}$: 粘性減衰力,

$$c/m = 2h \cdot \omega, \quad \omega = \sqrt{K_{cal}/m}$$

式(5)において、地震入力加速度 \ddot{Z}_0 に振動台の入力加速度(計測値)を代入し入力エネルギー E_t を求めた。他方、履歴エネルギー W_H は積分計算せず実験で得られた履歴曲線で

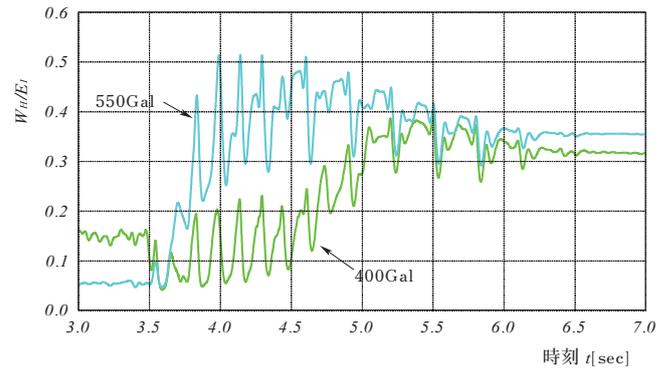


図7 エネルギー比の時刻歴波形 (試験体RAによる加振レベルの比較)

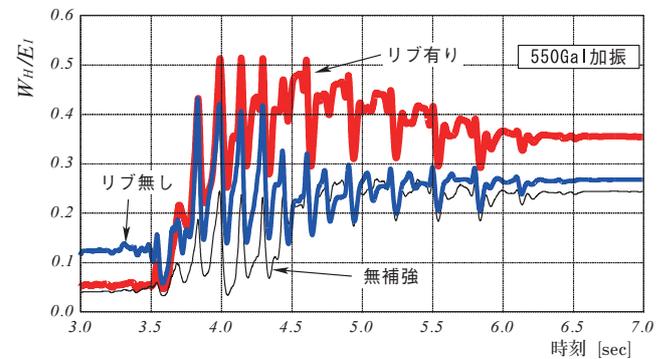


図8 エネルギー比の時刻歴波形(試験体3体の比較)

囲まれるループエネルギーから求める値を直接用い、 E_t に対する W_H の比(以下、エネルギー比 W_H/E_t とする)を求めた。得られた W_H/E_t の時刻歴波形として、400Galおよび550Gal加振時に着目し、図7には試験体RA(リブ有り)による代表例で示した加振レベルの比較を示す。図8は、550Gal加振時の試験体3体の比較となる。なお、比較条件を同一にするため、いずれの試験体も周期0.07secおよび減衰0.05で求めている。図7より、試験体RAにおいて加振レベル400Galの段階ではエネルギー吸収性能をあまり発揮していないので、 W_H/E_t は小さい値にある。しかし、その後の加振によって変形が増大し、それに伴った試験体の塑性化により W_H が寄与することで W_H/E_t が大きくなっていく様子が見て取れる。図8による試験体比較を見ると、 W_H/E_t は試験体RAが最も高い値にあり、同試験体のエネルギー吸収性能が最も大きかったことと判断される。

以上において、リブの付設によりエネルギー吸収性能の向上をもたらしているということが、本節の検証結果からも明らかとなった。

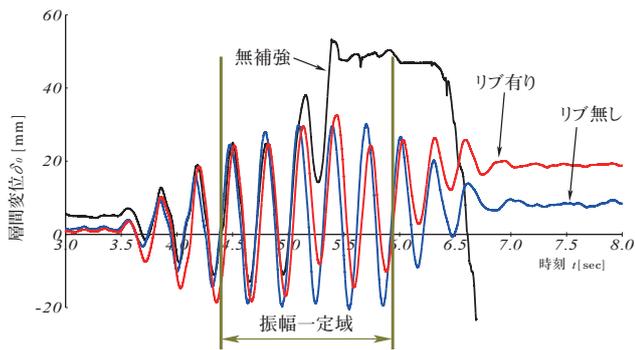


図9 700Gal加振時の変位時刻歴波形

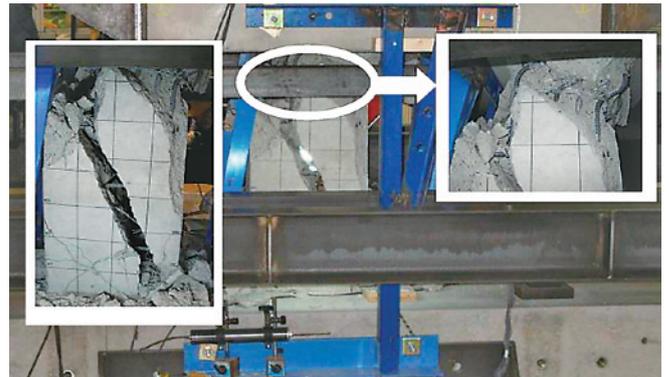


写真1 試験体NN(無補強)の破壊状況

6. 700Gal加振時

3章～5章による550Gal加振までの結果からリブの有無に関わらず、無補強試験体より変形性能と破壊性状の改善が図られており、本工法には外付け補強効果を有していることが振動実験からも確認できた。その中で、リブ有りとすると、リブ無し試験体よりエネルギー吸収性能が高くなることが考えられる。ついで、ビデオ映像記録を踏まえた700Gal加振時の各試験体損傷状況を述べる。図9は、700Gal加振時における見掛けの層間変位の時刻歴波形、図10は550Gal加振および700Gal加振から得られたせん断力-変形角曲線である。

試験体NN(無補強)では、振幅一定域での3波後に柱頭柱脚の材端ヒンジ領域でせん断破壊が生じ、それと同時に柱頭部の主筋が座屈(参照：写真1)した。その直後の波形振幅時には材端ヒンジ域を除く柱中央部の対角を結ぶせん断ひび割れが発生し、斜めせん断滑りとともに軸力保持が不能となり倒壊に至った。その際、帯筋断断も確認されている。550Gal加振時に主筋の引張降伏が確認されていることから、破壊モードは曲げ降伏後のせん断破壊と判断する。これをせん断力-変形角曲線で説明すると、柱頭柱脚の材端ヒンジ領域でせん断破壊が生じた振幅一定域における第2波目までは550Gal加振時に得られたループとほぼ同じ変形角を繰り返す履歴を示したが、その直後の第3波～第5波にかけて変形角が大きく進展し、そのまま倒壊へと至っていた。

試験体RN(リブ無し)では、550Gal加振時での柱頭柱脚部で発生したせん断ひび割れの幅が加振中に大きく開く様子が目視観察され、繰返し振幅とともにかぶりコンクリートの剥離・剥落が生じ、この間、主筋降伏が確認された。帯筋ひずみは未降伏であったが、そのひずみ値は降伏に近い値にあり、かつ、破壊の様相などから破壊モードは曲げ降伏後のせん断破壊と判断した。



写真2 柱脚部の破壊状況
試験体RA(リブ有り)

試験体RA(リブ有り)でも、振幅上昇域から一定域にかけて柱頭柱脚部でのせん断ひび割れ幅が開く様子が見られたが、試験体RNよりその開き幅は目視観察上、小さい様子であった。しかし、振幅下降域となった瞬間に既存部の柱脚部がせん断破壊し(参照：写真2)、補強部がせん断抵抗と軸力保持を果たしたため倒壊までには至っていないが、既存部の損傷は極めて著しいものであった。既存部のみに著しい破壊が生じた理由は、リブによるせん断補強効果により外付け部のせん断抵抗が増し、結果として既存部に損傷が集中したことが要因の1つに挙げられる。本試験体では700Gal加振時の既存部せん断破壊時に帯筋降伏が生じたが、その直前までの破壊モードは曲げ降伏破壊と判断している。

ここで、補強試験体2体のせん断力-変形角曲線を説明すると、どちらも負側の最大変形角 20×10^{-3} rad程度に対して正側はその約1.5～2.0倍程度あり変形の片寄りがある。正

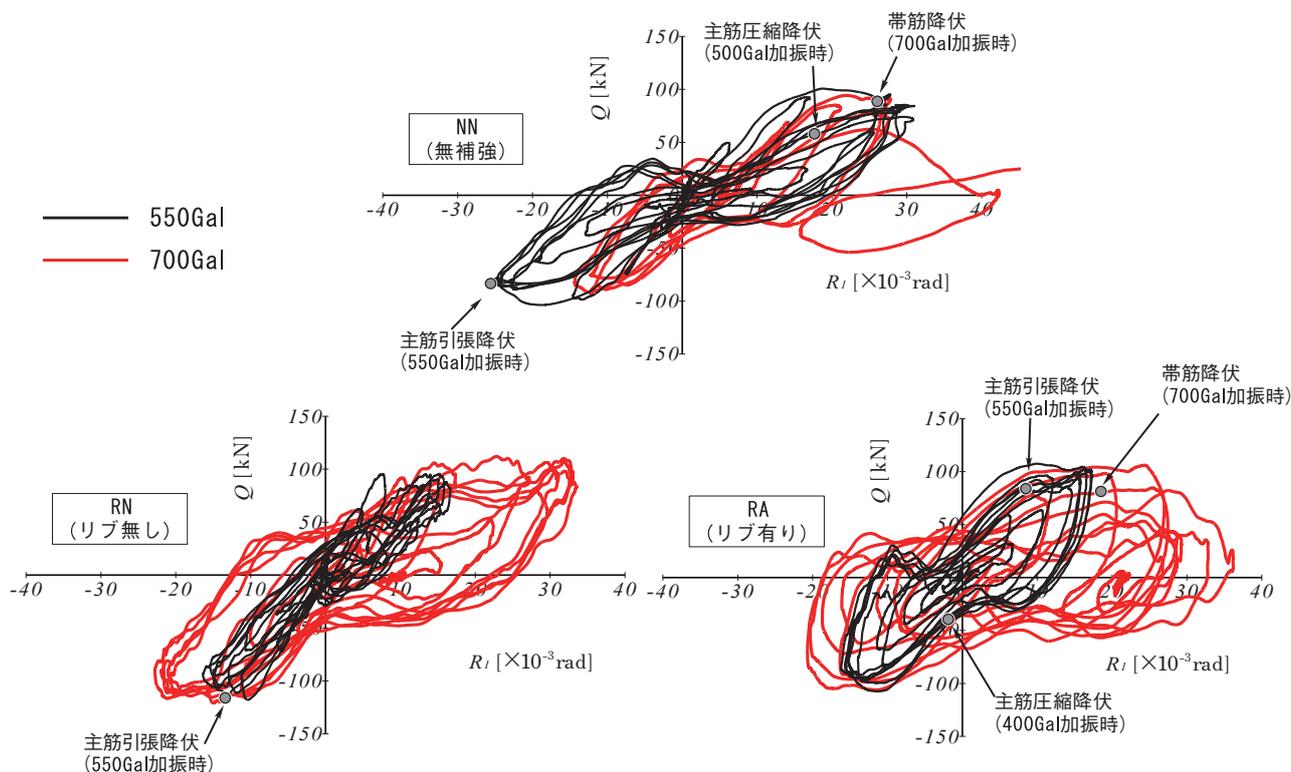


図10 550Gal・700Gal加振時のせん断力-変形角曲線

弦波に関わらず片寄りが生じた理由は、ひび割れ発生が分散せず集中していたことから正側載荷時に開いたひび割れ幅が閉じずにそのまま負側載荷へと向かったためである。そうした中、試験体RN(リブ無し)は繰返し載荷を受ける中でも耐力低下を示すことなく実験を終了したが、試験体RA(リブ有り)は前述したように振幅下降域の入力波形とともに既存部の著しいせん断破壊により耐力低下を生じるループを示すこととなっている。

以上、試験体RNおよびRAでは無補強NNで生じた倒壊を防止することができ、リブ有りとすることでリブ無しより損傷程度も小さくできる様相にあった。しかし、最終破壊として、リブの付設による外付け部の過度なせん断補強は大変形時に既存部柱に損傷を集中させることになり、結果、危険側となることが外付け補強特有の問題点として、本振動台実験から明らかとなった。

7. 振動台実験から得られた知見

本論文では、リブの有無による比較を履歴特性、等価粘性減衰定数、エネルギー応答比による観点からの検証を行った。全体を通して見ると次のことがいえる。

『リブの付設は地震に対して実際のところ有利か否か』の疑問に対して、速度と関連付けた摩擦効果のうち動的挙動に対してはエネルギー吸収性能の向上を図る効果が見られた。しかし、地震中においても変位波形の振幅ピーク点などで速度0となる瞬間があり、そうしたクーロン摩擦で知られる静的挙動に対しては外付け部への過度なせん断補強となり、大変形時には既存部柱に損傷を集中させ、結果、危険側となることが外付け補強特有の問題点として本振動台実験から明らかとなった。既存部に破壊が集中したという事実は全周巻き補強では見られない現象であり、外付け補強においてはせん断余裕度を1.5程度以内(特に計算結果は示さないが、試験体RN(リブ無し)のせん断余裕度は約1.5、試験体RA(リブ有り)のせん断余裕度は約1.7程度であることによる。詳しくは文献3)を参照いただきたい。)に留めるなどの規定が必要と考える。ただ、せん断補強量に上限を設けると、試験体RN(リブ無し)で見られる曲げ降伏後のせん断破壊が生じることになり、設計時にはせん断強度および曲げ強度のほかに曲げ降伏後のせん断破壊のチェックも必要と提起する。そうしたことを勘案すると、樋渡・倉本の知見⁴⁾にもあるように、せん断破壊そのものは許容するが限界変形角を

R=1/200 ~ 1/100rad以内にするなどの構造規定を定める手法も考えられ(文献5)などでは、曲げ引張降伏先行型柱の限界変形角はR=1/30radまで許容されている。), これについては今後地震応答解析などを踏まえた検証を進めていきたいと考えている。以上から、外付け補強に対しては、

- ①せん断余裕度に対する制限を設ける
 - ②曲げ降伏後のせん断破壊のチェック
 - ③限界変形角を、全周巻きより厳しめに規定する
- などの措置が必要であることを提言する。

8. まとめ

薄肉鋼板と繊維シートで外付け補強されたRC造柱について、正弦波を用いた一方向加振による振動台実験を実施した。試験体は、無補強1体およびリブ有無による補強2体による合計3体を取り上げた。リブの有無に対する動的挙動の把握及びエネルギー吸収性能に関わる実験検証、加えて、外付け補強特有の問題点に対する振動台実験から得られた知見などについて、以下の結果が得られた。

無補強ではせん断破壊により軸力保持不能となり倒壊に至ったが、補強試験体2体では倒壊を防止することができていた。その間、リブ有りとすることでリブ無し試験体より損傷程度も小さくできる様相にあった。ただし、リブの付設による外付け部への過度なせん断補強は大変形時に既存部柱に損傷を集中させることになり、結果、危険側となることが外付け補強特有の問題点として本振動台実験から明らかとなった。さらに、リブの付設に対する速度と関連付けた摩擦効果を考えたとき、地震に対して有利か否かの疑問に対する検証をしたところ、結果としてはエネルギー吸収性能の向上をもたらし、ある変形段階までは耐震性能の向上を果たすことがわかった。しかし、クーロン摩擦で知られる静的挙動が発現する際に、せん断補強量の如何によっては既存部に損傷を集中させ、大変形時には危険側となりうることも検証された。よって、樋渡・倉本らの研究で示される限界変形角の設定が今後必要と考えるが、外付け補強に対しては、①せん断余裕度に対する制限を設ける、②曲げ降伏後のせん断破壊のチェック、③限界変形角を全周巻きより厳しめに規定する、などの措置が必要であることを提言する。

謝辞：本工法は榎谷榮次関東学院大学名誉教授の考案によるものであり、国土交通省・平成25年度住宅建築関連先端技術開発の補助を受けて中高層耐震建築機構との共同研究のもとに実施した。試験体製作に際しては、アシス株式会社、東洋紡績株式会社、東京鐵鋼株式会社、太平洋マテリアル株式会社のご協力を頂きました。関係者各位の皆様へ、深い御礼を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 秋山宏：建築物の耐震極限設計，第2版，東京大学出版，1987
- 2) 伊藤嘉則，榎谷榮次，中野克彦，川上修，他：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) 伊藤嘉則，中里匡陽，川上修，黒木 勝一，飯塚 信一：薄肉鋼板と繊維シートで外付け補強されたRC造柱の履歴エネルギー吸収性能（一次元振動台実験から得られた動的挙動に関する知見），構造工学論文集，Vol.61B，2015.3
- 4) 樋渡健，倉本洋，他：既存RC部材の外付けせん断補強工法に関する研究（その4～その7），日本建築学会大会学術講演梗概集（構造IV），pp.263-270，2013
- 5) 日本建築防災協会：2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準及び耐震改修設計指針・同解説，2001

*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造などの構造物試験，実大住宅
の振動試験など





長年にわたる研究室での学生指導を通じて蓄積されたノウハウから生まれた「標語」の連載だが、最終回は「発表」について。研究論文等の発表は、成果をアピールする大切な機会であり、間く側に理解されてこそその成果である。これに関する標語は、論文の発表に限らず、他人に物事を説明する場合すべてに適用されるべきものである。

No.119 「十を知って一の説明」

人に物事を説明するには、1のことを話すために10ぐらいの知識がなければならない。さもなければ、単に他人が書いた原稿を読み上げるだけと同じである。発表内容には全責任を持つ必要があり、質問が出た場合には、関連事項を熟知していなければ満足な受け答えが出来ない。これは教師として物事を教える立場についても同様であり、毎年同じ内容を教えるにしても、関連する最新の知識について常に勉強していなければ、内容の濃い授業は出来ない。講義の準備を真面目にしていない教授は、研究者として優れていたとしても、教育者としては失格である。

よく「大学の先生は暇で良いですね」と言われる。授業だけやっていたらよいならば、たしかに1年の半分は好きな事をして暮せることになるが、それは授業だけを受けている学生から見た話。授業の準備や試験の出題・監督・採点、授業が無い時期でも常時続いている卒論・修論の指導など、教育者としての本務だけでもけっこう忙しい。さらに上記のように知識・能力を磨き、研究を深めることを疎かにしてはならない。また、学生や卒業生の進路や人生の相談に乗ったり、学内外のいろいろな会議会に出たり、役職がら必要な事務の仕事をしたり、この連載のように原稿を書いたり、講演会で喋ったり、単に知人と会って酒を

飲んだり、体力維持のためにスポーツをしたりと、けっこう一年中忙しい。おっと、標語の趣旨から逸れてしまった。

No.120 「発表時には台本見るな」・「相手の目を見て話すべし」

研究室に於ける卒論・修論の指導で特に力を入れて来たのが、研究の発表技術である。卒論・修論などの、言わば「内輪」の発表だけでなく、学会大会での研究発表などに於いても、発表技術は全般に稚拙である。中身が良ければ発表は下手でよいと思っているのか、単に練習する時間がなかっただけなのかは分からないが、発表には心血を注いで臨んでほしい。

下を向いて原稿を読んでいるのでは声が聞こえず、書いた文章をそのまま棒読みでは分かりにくい。聴衆に向き合って、自分の言葉で語りかけるのが理想だが、学生諸君にそこまで要求するのは無理としても、せめて原稿などは見ず、聴衆の方を向いて話す努力をすべきである。

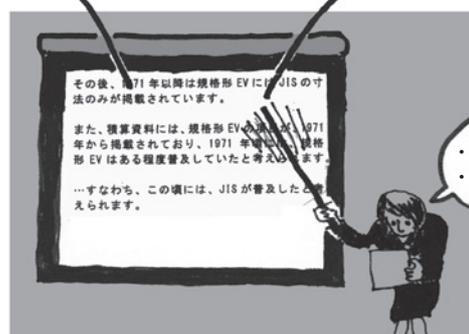
原稿なしでは、上がって思い出せなくなった時が不安、との声もあるが、対策は簡単。説明に使うパワーポイント(以下「パワポ」と略記、好きな略語ではないが)や掛図に要点を示す文字が書いてあれば、心配は皆無である。筆者の研究室では、かなり初期の頃から、掛図の作り方としてそういう指導をしていたので、概ね問題はなかった。類似の標語に「パワポの画面にキーワード」(No.124)がある。

しかし「ちゃんと台本を書いてそのとおりに読むのが正式だ」とばかりに、台本を一切見ない「真鍋研方式」を否定するようなことや、発表練習に時間を割くこと自体が邪道であるかのようなことを言われたことがある。ただし、後には他研究室でも台本なしの発表をする者が出て来たから、それが本来の発表であることは理解されたのであろう。

他大学の実情は知らないが、学会大会の研究発表講演では、聞こえないような声や、機関銃のような高速読み上げなど、聞き手のことを考慮しない発表はいまだに多い。建築計画系では発表者の多くが大学院生だが、こういうことをきちんと指導・訓練している研究室は、あまり無いのではなからうか(No.109「だらだらぼそぼそは会議の敵」参照)。

本文や台本をコピーペースト
しただけ
「ですます調」までそのまま

ポインタの先のブラウン運動
レーザーポインタに多い
あらぬ方向を指していることも



よくある「下手な発表」風景

No.121 「台本暗記より内容把握」

発表練習の際に、原稿の丸暗記に重点が行ってしまい、一度躓くと次に言うべき文言が出なくなったり、発表は威勢が良いが質疑応答になると急にしどろもどろになってしまう例が、実は真鍋研究室の学生にもあった。発表練習は無論大いにやっておくべきだが、原稿(台詞)の丸暗記に陥ってはならない。暗記に偏り過ぎると、直前の発表練習で修正箇所を指摘されても、修正は効かない。原稿を丸暗記するのではなく、内容を十分に把握してどんな質問にもすらすらと答えることが出来るようにしておきたい。そのための訓練として、スライドの順序をシャッフルしてやってみるアイデアもあったが、実行には至らなかったと記憶する。

無論、時間配分の検討用にきちんと原稿を作って、声に出して読んでみることは必要である。また、梗概やパワポに掲載する内容は(間違いが無いのは当然として)、一言一句完全に理解して、語句の意味や裏付について十分に検討しておくことも、当然ながら必要である。

さらに、自分が書いたものを発表するのだから内容が完全に頭に入っているのが前提で、例えば1分で概要を話せと言われたら1分で、10分喋って良いと言われたら10分で、持ち時間に応じた説明で理解して貰う、と言うのが理想である。そんな練習もやってみると良いだろう。

No.122 「説明は電話で分かるように」

画像情報の通信手段は、以前は郵送しかなく(報道機関等ではバイク便もあったが)、その後は電話回線を使うファクシミリが登場したが、現在の通信環境からは隔世の感がある。図で説明した方が便利な情報には、今や電子メールは必須である。

しかし言葉や文字による情報伝達は、少ない情報量で多くの内容を効率よく伝達する手段として、基本であることに変わりはない。例えば最寄り駅からの道筋がさほど複雑ではない場合、わざわざ地図画像を送るより電話で説明したほうが早い。それに画像情報にも良し悪しがあり、無駄に詳しくせに必要情報を欠いたのでは逆効果である。画像情報が容易に入手・加工できるため、詳しくて要点がぼけてしまう例が多くなったような気がする。

情報伝達には、やはり言葉による表現が基本であり、文字で的確に表現するには、だらだらと文章を書くのではなく、論理的に整理できている必要がある。説明する側が論理的に理解しておらず要領が悪い説明では、情報の伝達はうまく行かない。頭の中を論理的に整理してから物を言うように習慣付けたい。

電話で分かる、ということは、画像などの補助手段が無くても「耳で聞く言葉だけで必要な情報が的確に伝わる」ことに他ならない。これは電話に限らず、あらゆる言語的伝達における基本事項である。そのためには事前に頭の中を

整理しておき、必要ならば事前に(ビジュアルな)整理メモを作っておく。No.74で述べたように、「論理構成図」でものを考える習慣を付けると良い。

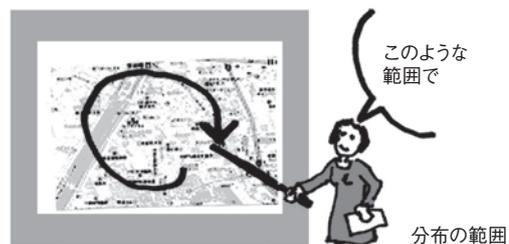
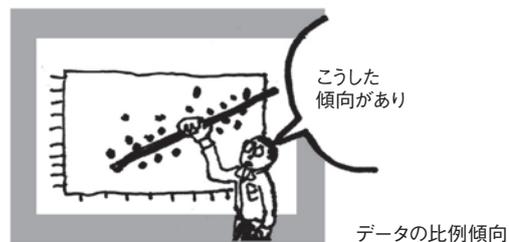
No.123 「指し棒の先を意識せよ」

画面を指しながら説明する際のツールとして、レーザーポインターが一般化しているが、昔ながらの指し棒にも良さがあるので、それぞれの特徴を理解して活用したい。

発表や講演を聞いている者は、一種の反射として指し棒の先端に注目するから、発表者は指し棒の先を常に意識している必要がある。原稿に気を取られて指し棒の先がふらふら動いたり、あらぬ方向を指していたりすると、聴衆は戸惑いや不快を感じず。発表の際に原稿を見る必要がなければ、この問題は発生しない。

指し棒は「棒」なのだから、単に棒の先を「点」として使うだけでなく、棒全体を「線」として使う方法もある。縦や横に向けてスクリーンに当てて、グラフの回帰の傾向、マトリクスの分類軸などを示したり、ぐるりと囲んだ範囲を「面」として、図面の範囲、図上の一群の要素などを示すといった、いろいろな工夫が可能である。

離れた所から指や指し棒で「あれは……」と指す者がいるが、見ている方からはどこの事だか分からない。棒の先で該当箇所のスクリーンを叩くように、直接に指すことが基本である。遠くから指す点ではレーザーポインターが勝るものの、レーザーポインターは「点」しか示せないという問



指し棒は「点」だけでなく「線」や「範囲」にも

題に加えて、一般にふらふら動かし過ぎで、落ち着かない(ぐるぐる振り回して範囲を示す者もいるが、目が回る)。テーブルや体に腕を当てて固定するなど、投射方向を安定させる工夫が望まれるが、台本片手だから不安定、という面もあるので、やはり台本なしが基本である。

No.124 「パワポの画面はキーワード」・「文字は大きく、文章書くな」

パワポやポスターセッションのポスター等、ビジュアルな発表の際に、本文や梗概の文章や、「です・ます調」の発表台本をそのまま切り張りしたものが案外多い。これは明らかに手抜きであり、視覚情報として不適切である。専用に編集したものとすべきであり、文字は文章ではなく、簡条書きやキーワードを示すべきである。

掛図やスライドは、文章を表示して読み上げるのではなく、発表したい概念を文字(文章ではなく語句、簡条書きなど)や図表でビジュアルに表わし、それらの論理関係を表わすようなレイアウトにするのが原則である。文章をそのまま掲載したのでは冗長すぎる上に、文字が小さくなる。なお、デザインに凝ったつもりで文字を殊更小さく(空白を大きく)したパワポもしばしば見かけるが、文字は最後列からでも読める大きさが必須条件である。必要な余白や、余白自体の効果は否定しないが、せつかくの視覚情報のためのスペースを、意味なく空白にしておくのは無駄である。

OHP時代の話だが、マネジメント系で有名な某協会が主催する講演会で、事前にOHPシート上の文字の大きさ(4倍角、当時のワープロは文字サイズが自由ではなかった)を、わざわざ事例シートまで添えて指定された事があるが、さすがこの協会と感心した。昨今ではパワポが一般化してはいるが、やはりデザインが最適化されていないものが多い。表現の自由度が格段に大きくなったにもかかわらず、むしろそのために、表現の最適化がより強く望まれる。結局は、研究室や企業内グループなど、それぞれの組織でのノウハウの蓄積と伝承が基本である。

No.125 「ナカグロも声に出せ」・「読むと聞くとは大違い」

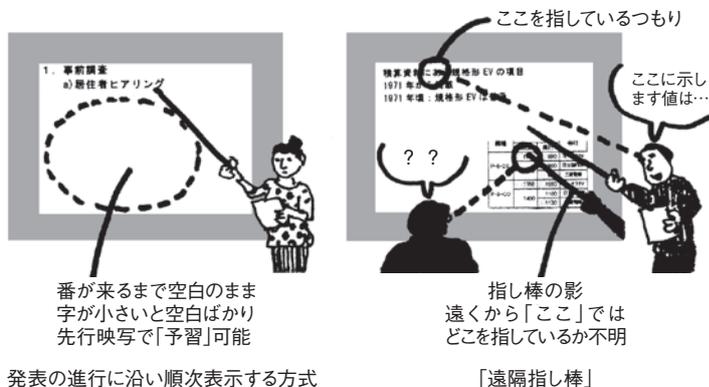
画面にはキーワードだけを示しても、発表する際は文章の形に補いながら話す訳だが、その場合「・」(ナカグロ)も声に出して読む方が自然である。例えば「A・B」を口で言う場合、「(AポツB)は論外として」文字どおり「A(一瞬の間を置いて)B」よりも、「AとB」・「AやB」など、状況に応じた接続詞などの「音」を補って話すと、素直に耳に入る。要するに、目で読む言葉と耳で聞く言葉は異なるものであることを認識する必要がある。

No.126「焦らすアニメは欲求不満」・「聞くと見るとは別機能」

掛図、OHPからパワポと進化して、様々なアニメーション

ン表現が可能になった。こうした技術は大いに活用すれば良いが、過度な表現は本末転倒である。空白の画面に文字や図表が順次ちょっとずつ現われて来る演出のパワポをよく見かけるが、この方式では次に何が出るのか想像しながら聞いているのになかなか出て来ず、焦らされたようで苛々する。そもそも聴覚と視覚は完全にシンクロさせる必要はないのだから、口頭説明に先行して文字や図を見せても何ら問題は無く、寧ろ次に話すであろう内容を目で「予習」できた方が理解も容易になる。

事前に文字や図表を見せておくのが嫌だというなら、その中で強調する箇所を順次移動して行く方式にすれば良い。例えば全体をやや薄いトーンで表示しておき、説明対象の(ポインタや指し棒で指す)箇所を順次(太字・地色・枠などで)濃くして行くなどの工夫をすれば良い。



発表の進行に沿い順次表示する方式

「遠隔指し棒」

No.127 「全体像を常に示せ」・「掛図の効果も再評価」

OHPが主流になる以前の発表用ツールは「掛図」であった。一般に掛図は順次めくって行くものだったが、それでは初めて聞く聴衆には全体像が分かりにくい(それに、剥がして落としてしまった掛図は質疑応答で使うのは不可能)。

そこで真鍋研究室の卒論発表では、黒板いっぱいサイズにつなぎあわせた模造紙に研究全体を示したものを作成していた。これを巻いた状態で搬入し、展開しながら磁石



終了後は巻き取らずそのまま廊下へ

黒板いっぱいの巨大掛図

で押さえて一瞬の内に貼るのである。講演終了時は、ごそごそ巻いているとやかましいし時間もかかるので、長いまま2～3人の補助者が持ってさっと室外へ出て、廊下でゆっくり巻き取るのである。この一連の動作は見事なパフォーマンスだったが、OHPになって見せられなくなったのは残念である。

この「めくらない掛図」は、パワポ・OHP・「めくり式」掛図等の「一過性」の媒体とは異なって、常に研究の全体像とその中に於ける位置付けが一目瞭然と言う利点があった。発表後の質疑応答の際にも、該当するページを探す必要もなく、すこぶる好都合であった。一般に質疑の際に欲しい箇所になかなか行き着かず、補助者が操作している場合は的外れなページばかり映って、苛々する事が多い。

その後OHP時代では、東京理科大学建築学科独自の(と思う)方式として、OHPを2台同時に使用していたから、片方のOHPには全体像だけを(固定的に)写しておくという、何だか無駄な使い方をしていた。いろいろ改善の工夫をしている内にパワポ時代になり(その前に、OHPに載せて使うパソコン用透視型ディスプレイが一瞬登場したが高価で普及せず)、2画面併用は行われなくなった。

No.128 「延長コードは太いのを使え」・「巻いて使うな延長コード」

「OHP2台」に関連する余談だが、大光量の映写器具を使う際は、延長コードも大容量の(太い)ものを使わねばならない。研究室で発表練習をしている際に、2台のOHPの電

源に普通の太さのビニールコードを、しかも合板のリールに巻いたまま使った学生がいて、テーブルを焦がしてしまった事がある。いまどきの理系学生は電気の基本も知らぬのかと愕然としたものだが、指導する先生方は、こういう基本知識については大丈夫なのでしょうな。

No.129 「スライドにはページ番号」

現在はパワポが主流となり、実に多様な機能・手段があって、いろいろな表現ができる。しかし、シークエンシャルであることに変わりはないから、全体像が掴みにくい点ではスライドや「めくり式」掛図と変わりはない。

その対策として、パワポにはページ番号を必ず打っておく。この場合、通し番号だけでなく「8/20」のように「ページ番号/総ページ数」を表示する。これによって全体像と進行状況が把握できる。いつ終わるか分からないのは、見ている側にとってはストレスである。

さらに、画面下部にタブのような表示をして、発表の全体像と、現在発表している箇所の全体の中での位置付けが分かるようにしておくが良い。このタブに代わるものを画面右端に縦配置にしたこともあったが、階段やエレベータの変遷史に関する研究発表であり、進行につれて該当部分が階を順に昇って行く趣向のデザインであった。

研究室では、こういう書式をすべての発表の共通ルールとしていた。これは、書類には必ずページ番号を書くのと同様の基本要件である (No.17:「書類にはタイトル、日付、サインとページ」参照)。

研究室標準パワポ書式

No.130 「大事なことは上へ書け」・「スクリーンは上まで使え」

発表会場によってはスクリーンの位置が低く、前の聴衆が邪魔で画面の下部が見え難い場合がある。重要な内容が画面の下部に書いてあると、肝心の部分が見えず、内容がうまく伝わらない。しかし発表者は、このことに気付いていない場合が多い。だからこそ、発表前には余裕を持って、他人の発表を見ておくべきなのである (No.132 参照)。

映写機器のセッティングに際しても、できるだけ高い位置 (ただし指し棒を使う場合は届く範囲) に映写するべきである。せっかく天井ぎりぎりまでスクリーンがある (しかも指し棒が届く) のに、わざわざ上部を空けた画面を映写している場合があるのは、全く勿体ないことである。

なお前項で、ページのタブやページ番号を画面下部に書く理由は、「前の聴衆が邪魔で見えなくても、致命的な問題ではない」からである。

No.131 「首から上に手をやるな」

人前で発表したり相手に物事を説明する場合や、就職等の面接を受ける場合等では、もじもじしたり、自信なさげに髪をいじったりするのは印象が悪い。上半身をしゃっきり起こし、毅然たる態度で受け答えをすべきである。発声法も、日常の1対1の会話ではなく、声を張り上げてはっきり発音する「発表モード」に切り替えて話すのである (「オペラ声」: No.109 参照)。

人前に立つ場合は (単に人から見られる位置にいるだけでも)、手は首から上には持ってこない方がよい。そもそも顔や髪をいじる態度は清潔感を損ない、肉感的でもあって、公共の場、特に客観性が重視される場には、不向きである。手だけでなく全身がぐにゃぐにゃした態度は、みっともないだけでなく相手に対して失礼である。こうした注意事項は、昨今では就職活動の指南書にも書いてあるが、就職面接や論文発表などに限らず、人に接する際の基本的なマナーである。

No.132 「マイクの向きは顔の向き」・「マイクに息を吹き掛けるな」・「棒とマイクのプロ口になれ」

前項では大きな声を出して話せと書いたが、現実にはマイクの使用が前提となった発表の機会が多い。この場合、マイクの音量調整などは会場運営者側の留意事項だが、講演者側で留意すべきこともある。ピンマイクを襟に挟んで話すことが多いが、発表中は主として画面の方を見るので、マイクが逆の胸元に付いていると声がうまく拾えない。

マイクの性能にもよるが、息を吹きかけるとボーボーと風音が入ってしまうことがある。これはマイクの位置や防風カバー (スポンジのキャップ) で対応可能である。いずれも運営側の責任ではあるが、講演者が気付けば容易に対応できる。気付かない場合のために非常用合図を決めてお

く方法もあろう。「ペンとテープのプロになれ」(No.16) と同様、指し棒とマイクの使い方には精通しておきたい。

No.133 「マイクが無くても発表しよう」

再び発声のことに戻るが、いくら拡声機器の性能や信頼性が向上したとは言え、故障がゼロという保障は無い。万が一、講演直前や講演中にマイクの不調が発生した場合は、(無論、会場の規模によるが) マイクなしの肉声でも話してやる、ぐらいの覚悟が理想である (声楽家は大ホールでマイクなしで歌っている)。

それに、もし理系技術者を自負するのであれば、マイクの接触不良や防風カバーの脱落等の不具合に気づき、うろたえて過剰反応しがちな係員に的確な指示を出し、応急修理ぐらい自分でできる、というのが理想である。

No.134 「他人の発表良く聞こう」

真鍋研究室では、卒論・修論の発表会では原則として研究室全員が全発表を聞く事をルールにしていた。卒研生は必ずしも全員はいなかったようだが、大学院生にはこのルールは徹底していた。しかし、他の研究室にそんな習慣は殆どなかった。

他分野の発表は理解できない (できなくて良い) と、最初から諦めてしまう者が多いが、幅広い分野の最新の研究テーマや、異なる分野の研究内容・方法などを見聞することは、大いに参考になる。また、声の聞こえかた、顔の見えかた、パワポの字の大きさや配置、指し棒の操作等は、発表練習で指導されるだけでなく、客観的な聴衆の立場で見て初めて分かる (下手な発表が反面教師的な意味で「ためになる」) ことも多い。会場の配置、音響、照明、発表機器等の条件は、予め聴衆の立場から見ておけば対処が楽である。ぎりぎりまで自分の発表練習をしているのではなく、他人の発表を聞く余裕が欲しい。

No.135 「退席時には静粛に」

この標語シリーズの最後の項目は、発表が終わった後の注意事項である。研究発表では一般に、自分の研究室や同一分野のセッションの発表が終わると、そのグループがどやどやと退席して行く場合が多い。他分野の発表は専門が違うから意味が分からないとか興味が無いとかが理由であろうが、自分の専門以外についてはハナから理解しようとしなくても、偏狭な態度と言わざるを得ない。未知の分野の知識を得ることは自分の可能性を広げることであり、分からない分野でも聞いているうちに分かって来て、参考になる部分もあろう。

もっと重要だと思う事なのだが、卒研生や大学院生の場合、研究室配属後はその研究室の事が大学生活の多くを占め、他の研究室のことは眼中になくなってがちである。しか

業務報告①

「建築基準法に基づく性能評価 セミナー」開催報告

性能評価本部

1. はじめに

2000年度の建築基準法の改正に伴い、国土交通大臣認定を取得するためには、国土交通省から指定を受けた性能評価機関で性能評価を行う必要があります。

特に防耐火分野（防耐火構造、防火設備、防火材料）の性能評価については、運用開始以降、試験体管理の厳格化対応、サンプル調査による認定再取得、国土交通省における認定審査の厳格化（試験結果が判定基準値ぎりぎりの結果となった際の対応）、試験体選定ルールなど、状況が刻々と変化しています。

当センター性能評価本部では、このような状況を受けて2009年度より主に防耐火分野の性能評価における現状の取扱いなどの最新情報等について、顧客向けにセミナーを開催しております。

今年度は、2013年度に開催したセミナー以降における防耐火分野の運用等の最新情報及び2014年度から開始した生産性向上設備の証明等、当センターで実施している適合証明事業の紹介を行いましたので、その概要を報告します。

2. セミナーの概要

本セミナーは表1に示す日程にて、草加会場2回及び名古屋会場1回の合計3回開催しました。

セミナー参加人数は、草加会場（第一部）176名、草加会場（第二部）316名、名古屋会場101名、合計593名と、大変多くのお客様に参加いただきました。

開催に先立ち、当センター西本性能評価本部長の挨拶があり、その後、表2のプログラムにて各分野の最新情報等の紹介を行いました（写真1～写真3）。

以下に、セミナーの概要を報告します。

2.1 防耐火構造の性能評価に関する最新情報

防耐火構造分野の最新情報として、以下の内容について説

表1 開催日程、会場

会場名	日時	場所
草加 (第一部)	7月16日(木) 10:00～12:30	アコスホール (埼玉県草加市)
草加 (第二部)	7月16日(木) 14:30～17:00	
名古屋	7月22日(水) 13:30～16:00	名古屋企業福祉会館 (愛知県名古屋)

表2 セミナープログラム

0. 主催者挨拶
1. 防耐火構造の性能評価に関する最新情報
2. 防火設備の性能評価に関する最新情報
3. 防火材料の性能評価に関する最新情報
4. 適合証明事業に関する紹介

明を行いました。

- ① 有機系断熱材の厚さ及び密度に関する評価範囲と試験体選定の考え方について
- ② 構成材料に、ウレタンフォーム及びイソシアヌレートフォームを用いる場合に必要な提出資料（原料組成情報、詳細はウレタンフォーム工業会HPに掲載）及び仕様の表記内容について
- ③ 軒裏の性能評価における、軒の出の長さや軒天（被覆）材の軒の出方向の長さに関する評価範囲及び試験体選定の考え方について
- ④ 鉄骨造の柱、はりの性能評価における、法37条（指定建築材料）の鋼材種類の追加範囲について
- ⑤ 屋根の性能評価における、荷重支持部材等の被覆の取扱いについて



写真1 西本性能評価本部長の挨拶の様子

- ⑥ 外壁に用いる、タイル仕上げの取扱いについて(国土交通省からの技術的助言の概要説明)
- ⑦ 性能評価に係る業務方法書の変更内容(コンクリート充てん鋼管柱(ただしCFT造柱に限定)の判定基準、条項の修正等)について

上記の他に、界壁遮音及び遮煙の性能評価における構造名称の取扱いについても説明を行いました。

2.2 防火設備の性能評価に関する最新情報

防火設備分野の最新情報として、防火設備に用いるガラスに関して、以下の内容について説明を行いました。

- ① 窓ガラスの種類と性能評価上の取扱いについて
- ② ガラスの表面圧縮応力について
- ③ ガラスの垂直放射率について
- ④ ガラス用フィルム(日射調整フィルム、飛散防止フィルム等)の取扱いについて

上記の他に、業界団体で現在行っている取り組みについてご紹介しました。

2.3 防火材料の性能評価に関する最新情報

防火材料分野の最新情報として、試験体選定の基本的な考え方(有機質、無機質の扱い)の説明の後、薬剤処理木材の性能評価に関する運用に関して、以下の内容について説明を行いました。

- ① 性能評価申請における、事前に必要な確認事項(原板及び薬剤処理量の基礎データ等)について
- ② 当該材料の使用環境(屋内、屋外等)における、性能評価上の取扱いについて
- ③ 試験体選定の考え方(厚さ、密度、薬剤処理量等)について
- ④ 試験体管理の流れについて

- ⑤ 性能評価書及び認定書別添に記載される注意事項の内容について

上記の他に、性能評価に係る業務方法書の変更内容(発熱性試験の計算式をISOと整合等)について説明を行いました。

2.4 適合証明事業の紹介

適合証明事業について、業務の対象の説明の後、当センターで実施している事業分野について、概要を紹介しました。

特に昨年度から開始した「生産性向上設備の証明」については、証明事業の基となる生産性向上設備投資促進税制の概要や当センターで証明の対象としている材料、証明の手続きなど、より具体的な説明を行いました。

3. おわりに

セミナー時に参加者へアンケート調査を行ったところ、大変多くの方から「参考になった」旨のご意見をいただきました。

アンケートのご意見等については、今後のセミナー活動に役立てていきたいと思っております。

なお当センターでは、今回のように会場を用いた全体的なセミナーを適時開催しているほかに、業界団体向けに性能評価の分野を特定した内容の個別セミナーも実施しておりますので、御要望の際はお気軽に当センター性能評価本部までお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

性能評価本部
TEL：048-920-3816 / FAX：048-920-3823

(文責：性能評価本部 性能評定課 主幹 南 知宏)



写真2 セミナー実施状況(草加会場)



写真3 セミナー実施状況(名古屋会場)

試験設備紹介

モルタル透水試験機

西日本試験所

1. はじめに

西日本試験所では、モルタル透水試験機を更新しました。

モルタルの透水試験は、主に建築工事に使用するセメント系モルタル（以下、モルタルという）に一定の水圧をかけ、モルタル内部へ水分が浸透する量を測定し、透水に対する抵抗性を把握するための試験です。

私たちの身近にある建築物の外壁、床、玄関、ベランダ等には仕上げ用及びタイル張り用としてモルタルが使用されています。モルタルの内部に水分が浸透した場合、屋外では乾湿繰り返し作用や温冷繰り返し作用等の外的要因によって膨張・収縮を繰り返し、モルタルの内部にひび割れが生じやすくなります。ひび割れが下地材との界面に到達すると更に水分が浸透して剥離を起こす原因になり、モルタルの耐久性が著しく低下します。

モルタルの透水試験はこれらのモルタルが持つ透水性を数値化し、材料の特性を定量的に把握することを目的に実

表1 各種透水試験の規格名称および試験の概要

規格名称	試験の概要
JIS A 5371 (プレキャスト無筋コンクリート製品)	平板及びインターロッキングブロックの上面を水で満たし排水量から透水量を測定
JIS A 5406 (建築用コンクリートブロック)	フェイスシェル面全面に250mmの高さから水圧をかけ2時間後に目盛りを読み取る
JSCE-K571 (表面含浸材の試験方法)	試験面にφ75mmの漏斗を立て250mmの高さまで水を満たし24時間後に目盛りを測定
JIS A 6916 (建築用下地調整塗材)	試験面にφ75mmの漏斗を立て250mmの高さまで水を満たし24時間後に目盛りを測定
コンクリートの透水試験方法 インプット法 (DIN1048) アウトプット法 (米国開拓局)	インプット法: 供試体に一定水圧を所定時間加え水の浸透深さを測定し拡散係数を求める アウトプット法: 供試体に一定水圧を加え供試体下部の水の流出量を測定し透水係数を求める

施しています。

透水試験には材料の特性に応じて様々な試験方法があります。各種透水試験の方法が規定されている規格名称および試験の概要を表1に示します。

2. 試験機の概要

モルタル透水試験機はJIS A 1404 (建築用セメント防水剤の試験方法) 内の透水試験装置に従って設計された試験機です。試験機の外観を写真1に、試験機的主要な仕様、試験機の特徴を以下に示します。



写真1 モルタル透水試験機の外観

2.1 試験機的主要な仕様

本試験機的主要な仕様を表2に示します。

表2 試験機的主要な仕様

型式	MIC-335-1-33	
試験水圧	9.8kPa ~ 0.3MPa	
加圧装置	コンプレッサー	
対応する供試体の寸法	φ150mm × 厚さ40mm	
圧力計	表示範囲	デジタル式 - 0.100 ~ 1.000MPa
	表示精度	±1.0%F.S

2.2 試験機の特徴

本試験機の最大の特徴は、透水容器を試験開始前に180°回転させることにより、透水容器底盤内部の空気を除去し、完全に水で満たされた状態にします。その後、透水容器をもとの状態にもどして試験を開始します。透水容器内の空

気の除去状況を写真2に示します。

また、各供試体にかかる水圧をデジタル式圧力計によって表示することにより、個々の供試体について、試験中の水圧の変化を常時把握することが可能です。

透水容器を180°回転させ、透水容器内の空気を完全に除去



写真2 透水容器内の空気の除去状況

3. 透水試験方法の適用規格と試験条件

本試験機で実施可能なモルタルの透水試験方法の適用規格と試験条件を表3に示します。

表3 モルタル透水試験の適用規格と試験の条件

適用規格	試験の条件		
	供試体の乾燥方法	試験水圧	加圧時間
JIS A 1404 (建築用セメント防水剤の試験方法)	約80℃にて一定質量となるまで乾燥	10kPa	1時間
JIS A 1171(ポリマーセメントモルタルの試験方法)	80±2℃にて48時間乾燥	0.1MPa	1時間

JIS A 1404 (建築用セメント防水剤の試験方法) は建築用セメント防水剤を混入したモルタルの透水量とプレーンモルタルの透水量を比較することによって建築用セメント防水剤の耐透水性を数値化することを目的としています。JIS A 1171 (ポリマーセメントモルタルの試験方法) はJIS A 6203 (セメント混和用ポリマーディスパーション及び再乳化形粉末樹脂) に定めた品質 (透水量は15g以下) を確認するための試験方法です。

4. おわりに

西日本試験所では、今回紹介したモルタルの透水試験の他に、様々なモルタルの品質試験を行っております。西日本試験所で実施している仕上げ材料などの試験規格および規格名称を表4に示します。

表4 西日本試験所で実施しているモルタルの品質試験の一覧

規格・規準の種類	規格名称
JIS A 6909	建築用仕上げ塗材
JIS A 6916	建築用下地調整塗材
JIS A 6202	コンクリート用膨張材 附属書2 膨張コンクリートの拘束膨張及び収縮試験方法
JIS A 6203	セメント混和用ポリマーディスパーション及び再乳化形粉末樹脂
JASS 15 M-102	ラス系下地用既調合軽量セメントモルタルの品質基準
JASS 15 M-103	セルフレベリング材の品質基準
JASS 15 M-104	下地調整用軽量セメントモルタルの品質基準
NEXCO 試験法 312	無収縮モルタルの品質管理試験方法
JHS416	断面修復材料品質規格試験方法
公共建築協会	鉄骨柱下無収縮モルタル・既製調合モルタル・吸水調整材
UR都市機構 (保全工事共通仕様書)	厚付けモルタルの性能試験方法
日本下水道事業団	断面修復用モルタルの品質規格
土木学会規準 (JSCE-K 561)	コンクリート構造物用断面修復材の試験方法

その他、各種基準に基いたモルタルの性能試験を実施しております。お気軽にお問い合わせ、ご相談頂ければと思います。

(文責：西日本試験所 試験課 上席主幹 大田克則)

業務報告②

「JIS 認証制度セミナー 2015」 開催報告

製品認証本部

1. はじめに

新JIS制度発足後、すでに10年が経過しましたが、経済環境の変化とともに新JIS制度をとりまく環境も変化し、JIS認証取得事業者の社会的責任は増すばかりです。

2. セミナー開催の主旨

製品認証本部では、2015年度もJIS認証取得事業者の皆様への情報提供を兼ねて、JIS制度の最近の状況と認証維持審査などに関するセミナーを、下記表1に示す全国14会場において、6月～9月にかけて開催しました。

表1 セミナー開催日程

No.	開催地	開催日
1	札幌	9月1日(火)
2	青森	6月12日(金)
3	仙台	6月11日(木)
4	東京	6月23日(火)
5	埼玉	9月3日(木)
6	新潟	6月3日(水)
7	長野	6月2日(火)
8	名古屋	7月15日(水)
9	京都	7月14日(火)
10	高松	8月3日(月)
11	広島	8月4日(火)
12	福岡	7月29日(水)
13	鹿児島	7月28日(火)
14	沖縄	7月22日(水)

3. セミナーの概要

セミナーには、約1,900名の方々が御多忙の中ご参加いただきました。

セミナーでは、製品認証本部の講師がJIS制度の現状、規格改正情報、品質管理責任者の職務、指摘事項等について詳しく説明を行い、参加者が熱心に聴講されていました(写真1)。



写真1 セミナーの様子

4. おわりに

JIS認証制度セミナーは毎年の行事として定着し、事業者の中では担当者教育のための研修計画に盛り込んでいる例もございます。

製品認証本部は、これからも質の高い、深みのあるセミナーを各地で開催し、事業者の皆様のお役に立ちたいと考えています。セミナー以外にも個別の依頼講座なども受け付けておりますので、お気軽にお問い合わせください。

また、製品認証本部の事業に御関心を持たれた方々のご参加も歓迎いたします。

【お問い合わせ先】

製品認証本部

TEL : 03 - 3808 - 1124 / FAX : 03 - 3808 - 1128

E-mail : jis-seminar1124@jtccm.or.jp

最後にJIS認証制度を活用され、事業者の皆様のご更なる発展を祈念しております。

(文責：製品認証本部 管理課 課長 萩原 明美)

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

当センター技術委員の大久保孝昭 広島大学教授が 「2015年度 日本建築学会賞(論文)」を受賞

経営企画部

当センターの技術委員である大久保孝昭 広島大学教授が、2015年度の日本建築学会賞(論文)を5月に受賞いたしました。また、9月4日(金)～9月6日(日)に開催された2015年度日本建築学会大会(関東)の2日目に、受賞記念講演が開催されました。受賞論文は、「外気環境により劣化するRC外壁の目的指向型耐久設計技術の確立に関する研究」と題した、RC外壁のひび

割れ制御や剥落防止技術等について検討されたものです。今回の受賞では、論文の先駆性や社会的意義、また学術の新規性が高く評価されました。大久保孝昭教授は、当センターの技術委員として、尽力されており、当センター職員の技術的な向上に努め、ご指導をいただいております。



2015年度日本建築学会賞(論文)を受賞された大久保教授



受賞記念講演

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

2015年度日本建築学会大会へ参加

経営企画部

去る9月4日(金)～6日(日)に、東海大学・湘南キャンパスにおいて、2015年度日本建築学会大会が開催されました。本年度は、当センターから19名が大会で発表を行いました。発表者及び題目は下表のとおりです。

なお、当センターの職員は、本学会での梗概発表のほか、様々な学会で論文発表などを行っております。

発表日	発表者の所属・氏名	題目
9月4日	中央試験所 材料グループ 若林和義	引抜きによる鉄筋とコンクリートの付着強度試験の供試体小形化に関する検討
	中央試験所 構造グループ 内田祐介	接着系アンカーの引き抜き強度に関するばらつきを検証 その1 実験結果
	中央試験所 構造グループ 太西智哲	接着系アンカーの引き抜き強度に関するばらつきを検証 その2 ばらつきの検証結果
	中央試験所 防耐火グループ 山下平祐	火災時におけるコンクリートの全体ひずみに与える水分の影響
	中央試験所 環境グループ 萩原伸治	日本のカーテンウォール熱貫流率計算法の精度検証(断熱試験との比較)
	性能評価本部 性能評定課 木村 麗	明治初期における建材「鉄製部材・セメント・板ガラス」の国産化について 建築技術情報のアーカイブ活動の一環として
	西日本試験所 試験課 矢埜和彦	柱梁S造一床木造システムの開発 その6 水平炉による2時間耐火性能の検証
	西日本試験所 試験課 早崎洋一	CLT構造における貫通口の影響についての研究 (その3) 大型パネル実大構面水平加力試験
9月5日	西日本試験所 試験課 小森谷 誠	CLT実物件のための構造設計に関する研究 その3 LSB接合を用いた大型パネル実大構面水平加力試験(無開口、門型、開口)
	中央試験所 構造グループ 守屋嘉晃	特定天井に用いられる吊り天井のユニット耐力試験方法検討のための検証実験
	中央試験所 構造グループ 林崎正伸	CLTによる構造の設計法検討のための実大震動台実験 その9 試験体Bの全体挙動
	中央試験所 構造グループ 中里匡陽	全ねじボルト埋め込み接着接合部の基本性状に関する研究 - その33 母材木材におけるせん断弾塑性特性の推定
	中央試験所 構造グループ 数納宣吾	全ねじボルト埋め込み接着接合の基本性状に関する研究~ その32 張弦梁に適用した際の力学的挙動 実験結果と有限要素法解析 ~
	中央試験所 環境グループ 佐伯智寛	外界気象の変動影響を考慮した潜熱蓄熱材の建築利用に関する研究 (その2) 潜熱蓄熱材の物性値
	中央試験所 環境グループ 馬淵賢作	建築用真空断熱材の性能評価方法の検討(その2) 校正熱箱法を用いた評価方法の検討
	経営企画部 調査研究課 (経済産業省 出向中) 村上哲也	建築用真空断熱材の耐久性試験方法の検討(その1) 性能変化要因と試験項目
9月6日	経営企画部 企画課 田坂 太一	建築用真空断熱材の耐久性試験方法の検討(その2) 熱および湿気による熱性能変化に関する実験
	中央試験所 構造グループ 伊藤嘉則	スリップ特性が中低層木質系建築物の構造特性係数に及ぼす影響(地震応答解析による検証)
	西日本試験所 試験課 河野博紀	差鴨居構法の強度性能に関する研究 その16 ほぞ差し込み枠止め接合部の引張実験

あ と が き

今年の夏は、お盆明けから気温も低くなり天気も曇りや雨の日が多く、屋外作業がはかどらず空を見上げる日が続きました。今では朝晩も涼しくなり、寒く感じるくらいの気温になってきました。今年の夏は短かったなど感じるこの頃です。

9月には、東日本を襲った記録的な豪雨による大規模な水害や、南米チリの地震、それによる津波の被害など、自然の力の脅威をまざまざと見せつけられました。コンクリートなどの材料の試験を実施しておりますが、人を安全に守るために必要な建設材料の試験の大切さを痛感しました。

中央試験所では、整備計画の進行に伴い、敷地が拡充され約2倍の広さになりました。骨材試験棟の隣が拡充された敷地ですが、試験棟屋上からの景色や風向きなども少し変わりました。昼休みに試験棟屋上から整地された敷地を眺めながら、新しい試験棟がまちどおしく思う今日この頃です。

季節の変わり目で体調を崩しやすい時期です。風邪などひかないように、美味しいものを食べて体力つけて頑張りましょう。

(中央試験所 材料グループ 志村(明))

編集たより

今月号は、「現場の品質管理」に関連する記事を中心に誌面を構成しております。

行政の取り組みとして、「東京都における現場品質管理のための取組と、試験・検査における第三者機関の活用について」と題して、東京都都市整備局 市街地建築部 建築企画課 高木洋平 氏にご寄稿いただきました。

規格基準紹介では、「日本建築学会『コンクリートの品質管理・同解説』の改定(第2版)について—品質管理と建設現場における試験・検査—」と題して、国立研究開発法人 建築研究所 材料研究グループ長 棚野博之 氏にご執筆いただきました。

また、業務紹介として、「工事材料試験所『現場品質管理試験業務』について」と題して、工事材料試験所 品質管理室 高橋喜義 室長が執筆致しました。

現場品質管理のさまざまな取り組みをご一読いただければ幸いです。建築物の品質の確保に当たっては、建築物に用いられる建築材料の試験等が必要とされ、試験を行う試験機関は技術力とともに公平性・中立性をもつことが求められています。当センター工事材料試験所は、信頼性が求められる現場の品質管理において、高い試験技術と迅速な報告書発行により取り組んでおります。是非、お問い合わせ・ご利用いただければと存じます。

最後に、連載「研究室の標語」が今月号で最終回を迎えました。真鍋先生には、2012年7月号から10回にわたり、真鍋研究室における仕事の「やりかた」や日常生活における「心得」を135の「標語」としてご紹介いただきました。社会人として業務に従事しておりますが、ご紹介いただいた標語のようにできていないことが多くあり、今更ながら大変勉強になっています。連載は終了しますが、原稿を今後も読み返し、自分自身を研鑽していきたいと考えております。

(佐竹)

建材試験 情報

10
2015 VOL.51

建材試験情報 10月号
平成27年10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 経営企画部 企画課
TEL 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

砺波 匡(建材試験センター・理事)

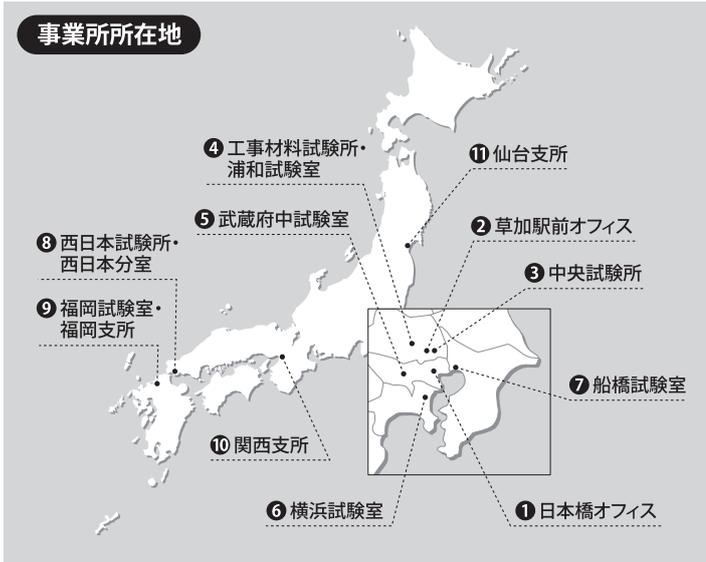
委員

石井俊靖(同・総務課主任)
中村則清(同・調査研究課課長代理)
志村明春(同・材料グループ主幹)
伊藤嘉則(同・構造グループ統括リーダー代理)
穴倉大樹(同・防耐火グループ)
鈴木秀治(同・工事材料試験所主幹)
深山清二(同・ISO審査本部主任)
南 知宏(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

鈴木澄江(同・経営企画部副部長)
田坂太一(同・企画課主幹)
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



1 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5階

ISO審査本部

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

TEL:03-3808-1124 FAX:03-3808-1128

最寄り駅から

- ・東京メトロ日比谷線・都営地下鉄浅草線人形町駅 (A4出口)より徒歩3分
- ・都営地下鉄新宿線馬喰横山駅 (A3出口)より徒歩5分
- ・JR総武本線快速馬喰町駅 (1番出口)より徒歩7分
- ・JR各線・新幹線東京駅 (八重洲中央口)からタクシーで約15分

2 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
性能評価本部 (6階)

TEL:048-920-3816 FAX:048-920-3823

総務部 (3階)

TEL:048-920-3811 (代) FAX:048-920-3820

経営企画部 (6階)

企画課

TEL:048-920-3813 FAX:048-920-3821

調査研究課

TEL:048-920-3814 FAX:048-920-3821

顧客サービス室

TEL:048-920-3815 FAX:048-920-3821

検定業務室

TEL:048-920-3819 FAX:048-920-3825

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口)より徒歩1分

3 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

耐火火グループ

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:048-931-7208 FAX:048-935-1720

右段へつづく

最寄り駅から

- ・東武スカイツリーライン草加駅 (東口)または松原団地駅 (東口)からタクシーで約10分

高速道路から

- ・常磐自動車道・首都高速三郷IC (西口)から約10分
- ・東京外環自動車道草加ICから国道298号線を三郷方面に向かい約15分

4 工事材料試験所・浦和試験室

〒338-0822 埼玉県さいたま市桜区中島2-12-8

管理課 / 品質管理室

TEL:048-858-2841 FAX:048-858-2834

浦和試験室

TEL:048-858-2790 FAX:048-858-2838

住宅基礎課

TEL:048-858-2791 FAX:048-858-2836

最寄り駅から

- ・JR埼京線南与野駅 (西口)より徒歩15分

5 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

最寄り駅から

- ・京王線中河原駅よりバスで約15分
四谷六丁目循環バス四谷六丁目下車し徒歩2分
- ・都営泉2丁目行バス四谷泉下車し徒歩1分

高速道路から

- ・中央自動車道国立府中ICから約5分

6 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

最寄り駅から

- ・横浜市営地下鉄新羽駅 (出口1または出口2)より徒歩15分
- ・東急東横線綱島駅よりバスで約15分
新横浜駅行, 新羽根駅行, 新羽営業所行バス貝塚中町下車し徒歩2分

7 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

最寄り駅から

- ・JR武蔵野線船橋法典駅よりバスで約10分
桐畑・市川営業所行, 桐畑・中沢経由ファイターズタウン鎌ヶ谷行バス藤原5丁目下車し徒歩3分

8 西日本試験所・西日本分室

〒757-0004 山口県山陽小野田市大字山川
TEL:0836-72-1223 (代) FAX:0836-72-1960

最寄り駅から

- ・JR山陽本線・山陽新幹線厚狭駅からタクシーで約5分

高速道路から

- ・山陽自動車道植生ICから国道2号線を小郡・広島方面に向かい約5分
- ・山陽自動車道山口南ICから国道2号線を下関方面に向かい約40分
- ・中国自動車道美祿ICから県道65号線を国道2号線 (山陽方面)に向かい約15分

9 福岡試験室・福岡支所

〒811-2205 福岡県糟屋郡志免町別府2-22-6

福岡試験室

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

福岡支所

TEL:092-292-9830 FAX:092-292-9831

最寄り駅から

- ・福岡市営地下鉄福岡空港駅より徒歩10分
- ・JR各線・新幹線博多駅よりバスで約20分
西鉄バス (30, 32, 33番路線) 別府で下車し徒歩1分

高速道路から

- ・九州自動車道福岡ICから都市高速または国道201号線を福岡方面に向かい約20分
- ・九州自動車道太宰府ICから国道3号線を福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約20分
- ・福岡都市高速空港ランプを福岡空港国内線ターミナル方向に向かい約5分
- ・福岡都市高速榎田ランプを福岡空港国内線ターミナル方面に向かい約10分

10 関西支所

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14

新大阪グランドビル10階

TEL:06-6350-6655 FAX:06-6350-6656

最寄り駅から

- ・市営地下鉄御堂筋線東三国駅 (4番出口)より徒歩2分
- ・JR東海道新幹線・山陽新幹線新大阪駅 (新幹線中央改札出口)より徒歩8分

11 仙台支所

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22

宮城県管工事会館7階

TEL:022-281-9523 FAX:022-281-9524

最寄り駅から

- ・仙台市営地下鉄勾当台公園駅 (北2出口)より徒歩5分
- ・JR各線・新幹線仙台駅 (西口)より徒歩20分

