

特集1 大阪平野の地震動予測

阪神・淡路大震災からもうすぐ10年が経とうとしていますが、この間、西日本だけでも鳥取西部地震、芸予地震等大きな地震が相次ぎ、日本は地震の活動期に入ったとも言われています。9月には紀伊半島南東沖でマグニチュード7.4の地震が発生し、到来が近いと言われている南海、東南海地震との関連が注目されています。また、今年1月に放映されたNHKスペシャルで、海溝型地震による長周期地震動の影響が取り上げられ、超高層建物等に対する長周期地震動の影響にも関心が集まっているところです。

そこで、本号の特集1では、「大阪平野の地震動予測」と題して、関西に影響を及ぼす直下型地震の最新情報と、南海、東南海地震による長周期地震動に関する情報を取り上げます。

■ 直下型地震動

阪神淡路大震災をうけて、平成7年に総理府（現：文部科学省）に地震調査研究推進本部が設置され、地震に関する調査研究の最新の成果がインターネットを通じて公表されています。ここでは、この地震調査研究推進本部のホームページから、関西に影響を及ぼす直下型地震の情報を紹介します。

・関西の活断層

全国98箇所の主要な活断層について、その発生確率等の長期評価結果が順次公表されています。関西では図1の活断層が調査対象となっており、これまでに9つの活断層について情報が公開されています。

・関西における直下型地震の発生確率

各活断層の今後30年、50年、100年の地震発生確率は表1の通りです。この中では、琵琶湖西岸断層帯、山崎断層帯、上町断層帯、中央構造線断層帯、京都盆地—奈良盆地断層帯の5つが我が国の活断層

の中で発生確率が高いグループに属しています。

ちなみに、兵庫県南部地震の地震発生直前の時点における30年以内の発生確率は0.4～8%となっていました。

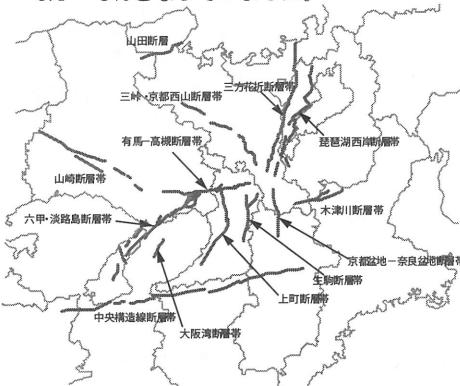


図1 関西の活断層概略位置

・地震発生確率について

活断層は、ある一定の周期で繰り返し活動すると言われています。表1に示され

ている地震発生確率は、この前提に立ち、各活断層の平均的な活動間隔と前回の活動時期とから次回の活動時期を計算したものです。ただし、活断層の平均活動周期は千年を超えるものがほとんどで、平均活動周期や前回の活動時期について判断のための十分な資料がないものが多く、ばらつきが大きいのが普通です。表1の発生確率に大きな幅があるのもこのためで、例えば、特に発生確率が高いと判定されている琵琶湖西岸断層は、発生確率の最大の場合と最小の場合で100倍もの違いがあります。

今後も、同ホームページでは、地震に関する最新の調査研究成果が順次公表される予定で、要チェックです。

ホームページアドレス

<http://www.jishin.go.jp/main/index.html>

断層名	マグニチュード	最新活動時期	平均活動間隔	今後の地震発生確率			信頼度 ^{※1}
				30年以内	50年以内	100年以内	
琵琶湖西岸断層帯	7.8程度	2400年前～2800年前	1900～4500年	0.09～9%	0.2～20%	0.3～30%	c
生駒断層帯	7.0～7.5程度	1600年前～1000年前	3000年～6000年	ほぼ0%～0.1%	ほぼ0%～0.2%	ほぼ0%～0.6%	—
有馬・高槻断層帯	7.5程度	1596年(慶長伏見地震)	1000年～2000年	ほぼ0%～0.02%	ほぼ0%～0.04%	ほぼ0%～0.2%	—
京都盆地－奈良盆地断層帯(奈良盆地東縁断層帯)	7.5程度	11000年前～1200年前	約5000年	ほぼ0%～5%	ほぼ0%～7%	ほぼ0%～10%	—
中央構造線断層帯(和泉山脈南縁－金剛山地東縁)	8.0程度	1-4世紀	2000年～12,000年	ほぼ0%～5%	ほぼ0%～9%	ほぼ0%～20%	—
中央構造線断層帯(紀淡海峡－鳴門海峡)	7.7程度	3100年前～2600年前	4000年～6000年	0.005%～1%	0.009%～2%	0.02%～4%	—
山崎断層帯(主部南東部)	7.3程度	3600年前～6世紀	3000年程度	0.03%～5%	0.06%～8%	0.1%～20%	c
山崎断層帯(主部北西部)	7.7程度	868年(播磨国地震)	1800年～2300年	0.06%～0.8%	0.1%～1%	0.3%～3%	b
上町断層帯	7.5程度	28000年前～9000年前	8000年程度	2%～3%	3%～5%	6%～10%	c
三方花折断層帯(花折断層帯中南部)	7.3程度	2800年前～6世紀	4200年～6500年	ほぼ0%～0.6%	ほぼ0%～1%	ほぼ0%～2%	b
木津川断層帯	7.3程度	1854年(伊賀上野地震)	4000年～25000年	ほぼ0%	ほぼ0%	ほぼ0%	b
山田断層							
三峠・京都西山断層帯							
六甲・淡路島断層帯							
大阪湾断層帯							

未発表

*1信頼度は活断層の最新活動時期および平均活動間隔のデータの信頼度によりa～dの4段階に分類され、aが最も信頼度が高く、dが最も低いことを表す。



南海、東南海地震による 大阪平野の長周期地震動の影響について

京都大学原子炉実験所
釜江克宏

南海、東南海地震と同じ海溝型巨大地震である十勝沖地震 (M8.0) が昨年発生した。200km 以上も離れた苫小牧において石油タンクのスロッシング現象により石油が溢流し、タンクの全面火災を引き起こした。このスロッシングの原因は巨大地震に特有な長周期地震動であると言われている。巨大地震によって放出された長周期地震動が、苫小牧周辺の深い堆積盆地構造によって成長し、大振幅で継続時間の長いものとなった。もちろん南海・東南海地震が発生すれば震源域から 100km 以上も離れた大阪平野や濃尾平野などの大規模堆積盆地では、より強い長周期地震動に襲われる可能性が大である。このことは今年9月5日19時07分に発生した紀伊半島沖の地震 (M6.9) や 23時57分に発生した東海道沖の地震 (M7.4) における大阪平野内での観測記録が証明している。図1はM7.4の地震における大阪市や東大阪市での観測記録のスペクトルであり、図には比較のために奈良盆地の端部に位置する岩盤上 (HSD) での結果も示されている。4秒～6秒の非常に周期の長い地震動が卓越し、岩盤上での結果と比較すると、堆積盆地の影響によってその振幅が大きく増幅されていることがわかる。この結果は以下に紹介するより規模の大きい南海、東南海地震時の地震動予測結果の信頼性を裏付けるものである。図2は想定されている南海、東南海地震の震源モデルとここで紹介する地震動予測地点を示す。図3は経験的グリーン関数法による大阪市内（上町台地上：大阪管区気象台：OSA）における個別に発生した場合と連動した場合の予測結果である。また、図4は東南海地震時の福島 (FKS)、森河内 (MRG)、弥栄 (YAE) における予測結果である。両図から、周期4秒～6秒程度の強い長周期地震動が予測されることがわかる。例えば、OSA では限界耐力設計の安全限界レベルを超える強い地震動となっている。図1に示した今回発生した地震とでは卓越周期はほぼ一致しているようであるが、振幅の妥当性については今後再検討することが重要である。大都市・大阪では、人口の集中だけでなく、超高層ビル、免震構造物、

長大橋、石油タンクなどの長周期構造物が存在し、強い長周期地震動によって大被害が引き起こされる可能性がある。今後、巨大地震に備え、災害軽減に向けた種々の取り組みが必要であり、特に超高層ビルや免震構造物などの長周期構造物が巨大地震に対して予測される強震動（大阪平野全体を考えると、長周期地震動の卓越周期は3秒～7秒に変化する）によってどのような被害を受けるかの研究が極めて重要となる。そのためには今回の地震の分析的な研究結果や堆積盆地の3次元地盤構造モデルの高精度化とその結果を反映した強震動予測の高精度化も緊急の課題である。

謝辞

ここでは京都大学防災研究所・強震動地震学分野、関西地震観測研究協議会による観測記録を使用させていただきました。記して感謝の意を表します。

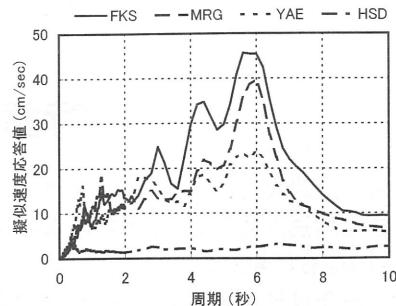


図1 2004年9月5日23時57分に発生した東海道沖地震 (M7.4) 時の4観測点での擬似速度応答スペクトル (南北成分: 減衰5%)

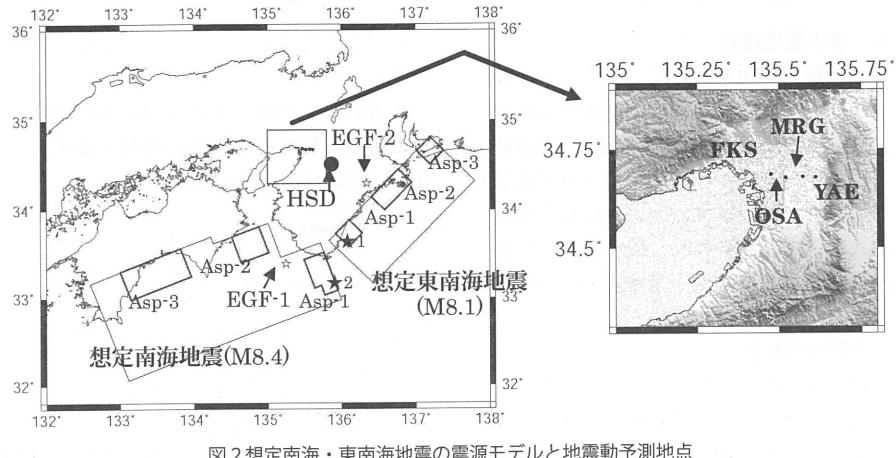


図2 想定南海・東南海地震の震源モデルと地震動予測地点

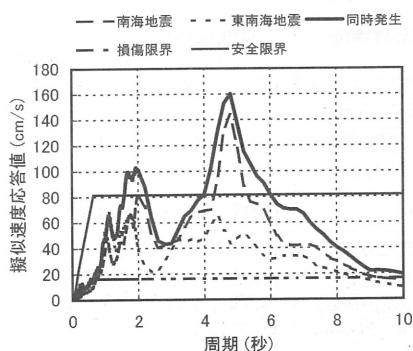
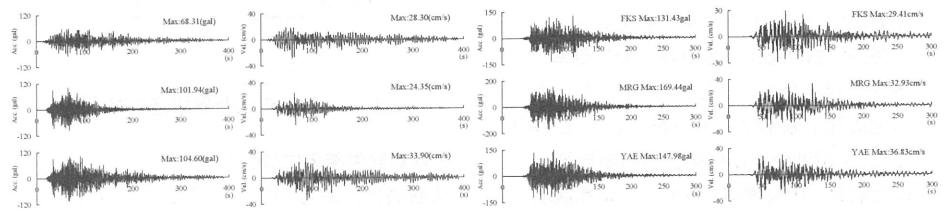


図3 想定南海・東南海地震時の OSA における予測地震動 (0.1～10Hz) の擬似速度応答スペクトル (減衰5%) 波形は左から南海地震時、東南海地震時、同時発生時 (左: 加速度波形右: 速度波形)

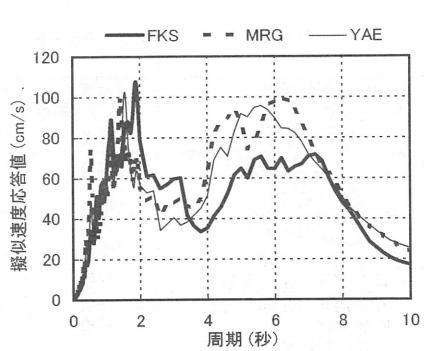


図4 想定東南海地震時の大阪平野内3箇所における予測地震動 (0.1～10Hz) と擬似速度応答スペクトル (減衰5%) 波形は左が加速度、右が速度

超高層建物に与える南海地震の影響

広報委員会WG

大阪地方では、南海・東南海地震においては、長周期の地震動が発生することが予想され、超高層建物の安全性が話題になっている。そこで、超高層の鉄骨造制震建物とRC造免震建物を取り上げ、地震応答解析を行う。入力地震波は、想定南海地震 WOS EW*(以下、“想定南海波”と称す。)とする。図1にWOS EWの時刻歴波形を、図2に擬似応答速度スペクトルを示す。

*シンポジウム平成14年11月15日20××年の南海地震を考える「半経験的手法による強震予測」による。

■対象建物1(超高層建物)

[建物概要]

40階建て鉄骨造、5階以下はSRC造を想定する。告示波、標準波に対しては、レベル2のクライテリア(層間変形角1/100以下等)を満足している。

固有周期(sec)

ケース名	T1	T2	T3	備考
DVD0	5.14	1.93	1.16	
DVD1				
DVD2				

[解析ケース]

エネルギー吸収機構の効果を見るために、6階以上の鉄骨造部分の各層に、履歴型ダンパーを付与したモデルの応答解析を併せて行う。

履歴型ダンパーは、各層のフレームの弾性剛性Kfi、確認保有耐力Quiをパラメータとして下記の量を設定する。

$$\text{ダンパー剛性 } K_{di} = k \times K_{fi}$$

$$\text{ダンパー耐力 } Q_{di} = \beta \times Qui$$

ダンパーパラメータ

ケース名	k	β
DVD0	0.0	0.0
DVD1	0.1	0.05
DVD2	0.2	0.10
DVD3	0.3	0.15
DVD4	0.4	0.20

[解析結果]

- 告示波、標準波に対しては層間変形角1/100であったが、想定南海波に対しては、1/80程度と層間変形角が大きくなる。
- 鋼材履歴型ダンパーを付与することにより、応答変位を少なくする効果が顕著に表われている。長周期の地震動と固有周期が近い場合も、ダンパー等を付加して減衰性能を高めることにより、安全性の確保が可能である。

■対象建物2(免震建物)

[建物概要]

35階建てRC造を想定する。告示波、標準波に対して、レベル2のクライテリア(層間変形角1/100以下等)を満足できないため、免震を採用する。

[解析ケース]

非免震をCase0とし、免震をCase1,2とする。免震は、柱下部の支承を積層ゴム、弾性すべり支承とし、Case1,2は各種ダンパーの組合せにより、設定する。Case2における免震層の初期剛性は、Case1の1/4程度とする。

固有周期(sec)

ケース名	T1	T2	T3	備考
Case0	2.51	0.93	0.57	基礎固定
Case1	4.45	1.41	0.71	大変形時
Case2	5.83	1.48	0.78	大変形時

[解析結果]

免震とした場合には、変形、耐力ともクライテリアを満足している。免震層の変形はあるものの、上部中間階の変形も押えることが可能であり、想定南海波においても有効である。

[謝辞]

地震応答解析に際しては、京都大学原子炉実験所の釜江克宏先生作成の地震波を使用させて戴き、深く御礼申し上げます。

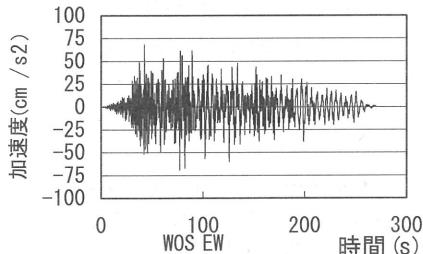
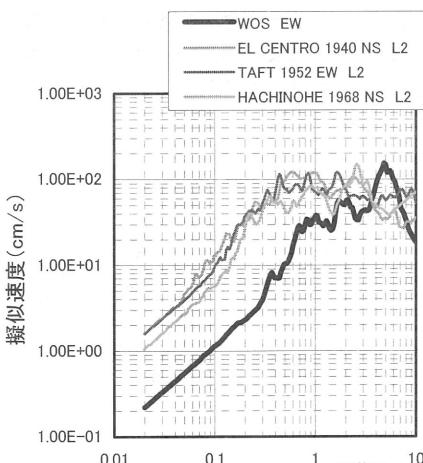


図1 入力地震波



標準3波を50kineに基準化した場合のスペクトルを同時に示す。

図2 擬似速度応答スペクトル (h=0.05)

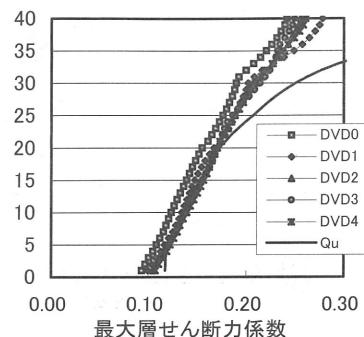


図3 対象建物1

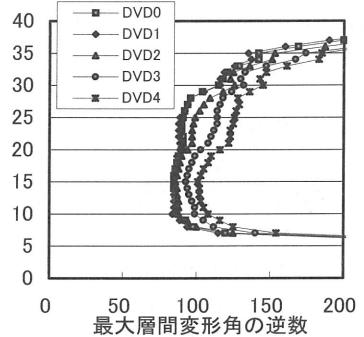


図3 対象建物1

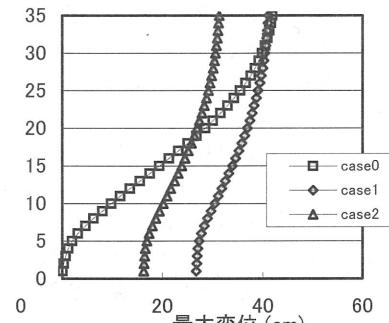
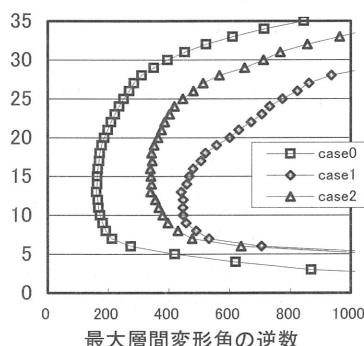
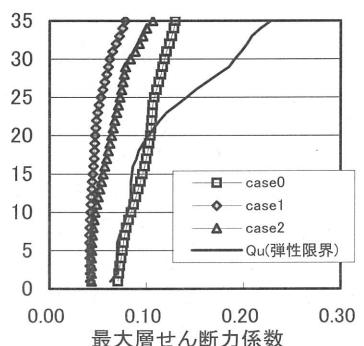


図4 対象建物2

特集2 耐火設計関連の最新情報

耐火塗料、耐火鋼、免震装置の耐火被覆、CFT柱の耐火被覆等の耐火設計に関する最新情報をまとめました。



F R 鋼やコンクリート
充填钢管構造を利用した耐火設計の最新情報

新日本製鐵株式会社
雑喉 良介

(1) はじめに

不特定多数の人々が利用する建物（特殊建築物）や、市街地（防火地域、或いは準防火地域）の建物の多くは、火災による甚大な被害を防止するため、耐火建築物とすることが義務付けられている。

鉄骨建築では、火熱で骨組の耐力が低下し、建物が倒壊することを防ぐため、通常は、骨組を耐火被覆で囲い、断熱する対策が採られるが、意匠性や施工性の観点からは、耐火被覆は不要化が望まれる存在であり、耐火被覆で囲わなくても倒壊を防止できる様々な方法が検討されている。

F R 鋼やコンクリート充填钢管構造（以下、C F T 造）は、上記を実現した代表的な方法で、構造材自体の耐熱性能を高めるとともに、部材の耐火性能（耐熱温度や耐熱時間）と構造仕様や荷重との関係を明らかにし、適用範囲は限られるものの、確認検査機関の審査のみで無耐火被覆化（以下、無被覆化）の承認が得られるレベルまで安全確保の方法を明快にしている点に特徴がある。

以下に、両者の特徴や、安全性確保の方法について紹介する。

(2) F R 鋼とF R 鋼を利用した建築物

F R 鋼は、モリブデン(Mo)やニオブ(Nb)等の合金を添加して耐熱性能を高め、600°Cでの0.2%オフセット耐力が、鋼材の許容応力度の基準強度（以下、F）の2/3以上であることを保証事項に加えた鋼材で、SN400B-FRやBCR295-FR等、様々な規格・形状の製品が製造されている。

高い温度でも安定した応力・歪関係を保ち、500°C超での1%耐力下限値は、(500°C, F)と(800°C, 0)の座標を結ぶ直線で近似できる。参考として、図1にTMCP355B-FR(t=48mm)の高温引張試験結果を、図2にSN490B-FR(t=9~16mm)の1%耐力測定値を、図3には、図2と同様にして得た一般鋼とステンレス鋼の1%耐力下限推定値をF R 鋼と比較して示す。

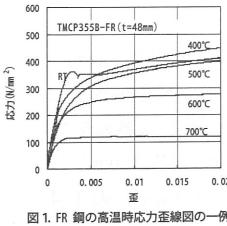


図1. FR 鋼の高温時応力歪線図の一例

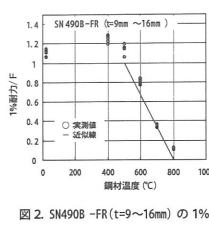


図2. SN490B-FR (t=9~16mm) の 1% 耐力

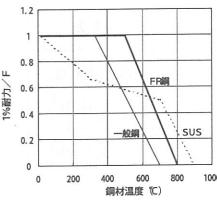


図3. 各種鋼材の 1% 耐力下限推定値

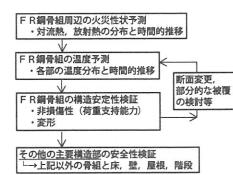


図4. FR 鋼を用いた建物の耐火設計フロー

F R 鋼の高温耐力は、ステンレス鋼より低いが、一般鋼の2倍程度が確保されている。

とはいっても、事務室等での火災時の室温は、1000°C程度に達し、無被覆鉄骨も概ね同温になるため、F R 鋼といえども、必要耐力は維持できず、無被覆化は実現できない。F R 鋼で無被覆化が実現できるのは、鉄骨温度が650°C程度に留まる火災しか発生しない空間内の骨組であり、自走式駐車場や大規模展示場、競技場、屋外空間などが該当する。

F R 鋼を用いて骨組の無被覆化を図る場合は、火災時の骨組温度を予測し、崩壊せず、変形問題も生じないことを確認することが必要になる（図4）。複雑な骨組では、クリープ変形も考慮した弾塑性熱応力解析による検証が行われる。高度で複雑な検証になるため、通常は、施行令第108条の3第一項第2号による個別認定で対応されている（表1）。

表1. FR鋼を用いた一般的な建物の認可工程

設計者	1月目						2月目						3月目						4月目						5月目						6月目					
	耐火設計			評価申込			部会対応			説明・補強・修正			認定申請書作成			認定申請			認定書受領			認定書			認定書受領			認定書			認定書					
指定性能評価機関																																				
国交省指導課																																				

表2. 無被覆FR鋼を用いた駐車場の認可工程



一方、外壁に充分な開口が設けられた自走式駐車場では、区画内の車両が一齊に燃焼する事態は起きず、車の延焼と燃え尽きが相前後して起こり、火源（=燃焼車両）が区画内を移動する形になる。同時に加熱される柱・梁は、僅かな領域・本数に留まるため、建物の変形問題は生じず、骨組の安全性は、建告第1433号の部材単位の方式で容易に検証できる。このため、F R 鋼による駐車場骨組の無被覆化には、一般認定が与えられており、確認検査機関の審査のみで承認が得られる（表2）。実務では、数式と表を用いて安全性を検証することになるが、通常は、図5の内容を満足すれば、無被覆化は達成される。本認定の最大の特徴は、駐車場と複合化された店舗等の耐火仕様は、施行令第107条に基づく耐火仕様でも良い点にある。

適用条件	建物の階数：14以内 無被覆化する駐車場部分の面積：50,000m ² 以下
駐車場区画の外壁	1列駐車のみの区画： $a \geq 100$ $a = 5.5 \times Aw \times h^{1/2}$ 2列駐車のある区画： $a \geq 200$
開口	Aw : 開口総量 (m) h : 開口平均高さ (m)
付属室と の境界壁	階段室・昇降機室 : 1時間耐火壁 理管室・物置・機械室 : 1時間耐火壁 or 旧2時間耐火壁
EVホール・便所等	規定なし (仕様は自由)
店舗など	施行令第107条を満足する耐火仕様。 施行令第108条の3の耐火性能検証法で安全性外の部分が検証された仕様
駐車場以外の部分	施行令第108条の3の耐火性能検証法で安全性外の部分が検証された仕様
店舗等と の境界壁	最上階から数えて4以下の階の境界壁 : 1時間耐火壁 最上階から数えて5以上の階の境界壁 : 旧2時間耐火壁 もししくは、耐火性能検証法で安全性が検証された壁
付属室や 店舗等と の扉・窓	特定防火設備を設置 *但し、物置や店舗等の開口から2m以内のFR鋼骨組は、特定防火設備を設けてても、被覆要になるケースがある

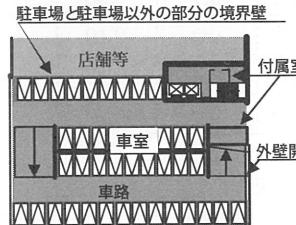


図5. FR鋼を用いた駐車場の無被覆化条件

(3) CFT造とCFT造柱を利用した建築物

円形钢管もしくは角形钢管にコンクリートを充填したC F T 造柱（Concrete Filled Steel Tube）は、火災時に钢管が高温となり強度を失っても、充填コンクリ

ートの温度上昇は緩やかで急速な耐力低下は生じないため、無被覆でも長時間の火災に耐えることができる（図6）。

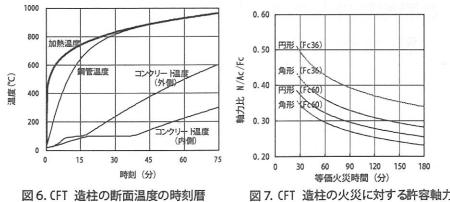


図6. CFT造柱の断面温度の時刻履歴

図7. CFT造柱の火災に対する許容軸力

（社）新都市ハウジング協会（以下、ANUHT）では、火災時に梁の熱膨張でCFT造柱に部材角が生じることを想定し、加熱中に $1/50$ の部材角を与える特殊な載荷加熱試験から無被覆CFT造柱が負担できる軸力と耐火時間の相関を導き（図7）、これをベースに、無被覆CFT造柱を用いた建物の安全性検証方法を展開している（図8）。実験式に基づく検証としているため、試験体の仕様や試験条件が、設計条件としても適用される。

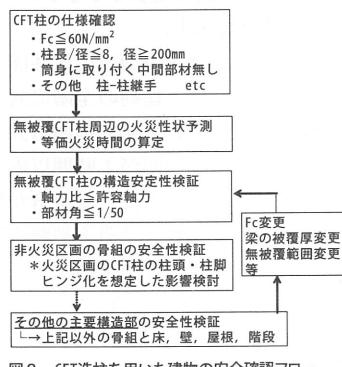


図8. CFT造柱を用いた建物の安全確認フロー

図7の通り、低軸力のCFT造柱は、無被覆でも3時間を超える火災に耐えるが、高層ビルの低層階（最上階から数えた階数が10を超えるような階）の柱軸力

は大きく、穏やかな火災しか発生しない空間でも無被覆化できない場合がある。軸力比が許容値を僅かに上回る場合は、高強度コンクリートに変更して軸力比を低下させる方法もあるが、Fcアップで得られる耐火時間の増分は僅かで、大きな効果は期待できない。

CFT造柱の部材角は、部材の熱膨張と剛性低下を考慮した弾塑性熱応力解析で算定できるが、簡便には、各階の水平抵抗要素から定まる剛心と対象とする柱との距離、及び、この間の梁温度からCFT造柱の柱頭変位を求め、導くことができる。部材角が $1/50$ を超えるCFT造柱は、適用範囲外となり耐火被覆が必要になるが、梁の耐火被覆を増厚して梁温度を低下させ、部材角を制限値に留める対策も多用されている。

長時間の火熱を受け、終局状態に近づくと、無被覆CFT造柱の柱頭・柱脚はヒンジ化し、曲げモーメントが負担できなくなる。加えて、柱の部材角によるP-δ効果で、新たな荷重も発生する。この結果、応力再配分の行える骨組が少ない最上階や、CFT造柱の軸力が大きい階では、非火災区画の骨組が損傷するケースも発生する。これらの階では、火災室の無被覆CFT造柱の柱頭・柱脚をピン仮定した解析モデルにP-δ効果による荷重を付加し、構造安定性を確認することが必要になる。その他にも留意点があり、以下に列記する。

- ① 接合部や上階柱における鋼管からコンクリートへの荷重伝達機構（付着or支圧）で、火災区画内の梁荷重が充填コンクリートに確実に伝達できることを確認すること
- ② 火災中のコンクリートの爆裂を防ぐため、柱頭・柱脚には、直径

20mmの蒸気抜き孔を設けること
③ 2次部材等を介して、無被覆化した筒身部に有害な水平力が発生しないことを確認すること

以上の検討で、問題が生じないことが確認できた場合は、FR鋼と同様に、表1の個別認定工程で承認を得ることになる。

但し、全ての室の等価火災時間が2時間以下に留まる建物で、無被覆CFT造柱以外に特殊な構造が存在しない建物では、ANUHTが、より簡略化した安全性検証法を体系化して、認定を得ており、これを用いた場合は、確認検査機関のみで審査が行える。検査方法は、同会発行の「CFT造耐火設計指針」に記されているが、ANUHTでは、指針の誤用が生じないよう、独自の適合審査を行った上、認定事項の利用許諾を行っている（表3）。

表3. ANUHTのCFT認定に基づく認可工程

	1週目	2週目	3週目	4週目
設計者	耐火設計		資料補強 修正	技術指導書 受領 建築確認 申請
	事前 相談	申込		
新都市 ハウジング 協会	対面 アドバイス		適合審査	
確認検査 機関				建築確認

10階建て程度の建物では、この簡略化された方法でも、柱の無被覆化に大きな影響は生じない。尚、FR立駐と同様に、当該認定でも、等価火災時間が1～2時間の室の壁は、旧2時間耐火壁を利用して安全性を確保する仕組が認められている。

（4）終わりに

以上、簡単だが、FR鋼やCFT造を用いた無被覆化の方法を紹介した。今後、さらに優れた無被覆化法が開発され、鉄骨造がより利用し易くなることを切に願っており、自らも尽力したいと考えている。

となっている。

今後、これらの免震装置を対象とした耐火被覆材が大臣認定を取得するためには、まずこれらの免震装置が何度までその性能を保持できるかを示す性能担保温度が設定されることが必要で、まだしばらく時間がかかるものと思われる。

メーカー 製品名	ニチアス メンシングガード	エーアンドエマテリアル 護免火
製品概要		
耐火時間	3時間	3時間
認定取得 予定期	評定審議完了(8月) 10月中に認定取得予定	耐火試験完了(9月) 年内に認定取得予定



耐火塗料の最新情報

日本ペイント株式会社

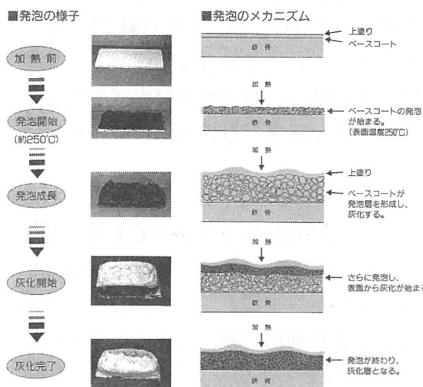
永田 順一郎

1. はじめに

近年、アトリウム、スポーツ施設、展示場、駅ビル等で、鉄骨の骨組そのものを建築デザインに取り入れたいとのニーズが強くなっている。耐火構造を要求されるする建物では耐火被覆を使用すると20~40mmと厚く、鉄骨の骨組を建築デザインには生かせなかった。建築基準法が改定され、耐火塗料も新法で、一般的な耐火被覆材と同様な1時間耐火の材料認定を取得したので、報告を行う。

2. 耐火塗料とは

耐火塗料の構成要素は発泡剤、炭化剤、結合剤、反応触媒、顔料からなる有機系の塗料である。通常は1~3mmの塗膜であるが、250~300°Cで反応触媒が分解し、炭化層を形成する。並行して発泡剤が分解し、炭化層を初期膜厚の20~50倍に膨らませ断熱層を形成し、鉄骨を倒壊から守り、鉄骨意匠を生かした設計ができる。発泡過程を写真1に示す。



3. 認定条件

耐火塗料は旧法38条特別認定では暴露試験体の現地設置や5年毎の耐久性試験を要求され、用途限定もされていたが、建築基準法の改定に伴い、一般的な耐火被覆材と同様に全ての領域に使用できるようになり、維持管理も非常に容易になり、使いやすくなっている。

膜厚設計に関しては旧法の読み替えで、鋼材のサイズ毎に膜厚が変わる。一般的に鋼材が厚くなると耐火塗料の膜厚を薄く設計することができ、鋼材を厚くする方が塗膜外観も良好で、施工期間も短縮できトータルコストは安くなる。

表1 タイカリットS100 認可膜厚例 (mm)

規格	鋼材寸法		t							
	A	B	6.0	8.0	9.0	12.0	14.0	16.0	19.0	22.0
	200	200	3.00	2.75	2.50	2.00	1.75	1.50	1.00	
	250	250	3.00	2.75	2.50	2.00	1.75	1.50	1.00	
B	300	300	3.00	2.75	2.50	2.00	1.75	1.25	1.00	0.75
C	350	350			2.50	2.00	1.75	1.25	1.00	0.75
R	400	400			2.50	2.00	1.50	1.25	1.00	0.75
	450	450			2.50	2.00	1.50	1.25	0.75	
	500	500			2.00	1.50	1.25	0.75	0.75	
規格	鋼材寸法		t							
	A	B	16.0	19.0	22.0	25.0	28.0	32.0	36.0	38.0
	400	400	1.00	0.75	0.75					
	450	450	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75			
	500	500	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75			
	550	550	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	600	600	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	650	650	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	700	700	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
P	750	750			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	800	800			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	850	850			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	900	900			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	950	950			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	###	###			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

4. 耐火塗料の施工

耐火塗料は、錆止め、耐火層、上塗層から構成される。

4.1 素地調整

素地調整は、長期の防食性を期待するので、グリッドブラスト、サンドブラストによる1種ケレン (SIS Sa 2.5) 以上に除錆することが望ましい。

4.2 錆止め

鉄骨ブラスト後に鉄骨製作工場で、無機あるいは有機のジンクリッヂプライマーが塗装され、工場あるいは現場で2液のエポキシ系プライマーが塗装される。

近年は耐火塗料の屋外での使用例が多く、溶融亜鉛メッキ下地でも別途塗装系を組めば、施工が出来る。

4.3 耐火層（耐火塗料）

耐火層の塗料は、粘度が高く、美観を保持しながら厚膜に塗装しなければならないので、特殊なエアレス塗装機を用いて塗装を行う。

4.4 上塗層

耐火層を塗装し、所定の乾燥期間を置いた後、上塗層を塗装する。上塗層は、耐火層を保護する塗膜であり、耐水性、耐候性、耐薬品性が、意匠性の点から幅広い色相と光沢が要求される。

タイカリットS100（屋外用）の塗装仕様を表2に示す。

表2 タイカリットS100（屋外用）塗装仕様

工程	塗 料 名 (一般名称)	標準塗布量 (kg/m ² /回) 標準塗膜厚 (mm/回)	塗装回数	塗り重ね 乾燥時間 (20°C)
素地調整	ブラスト SSSPC SP-10 (ISO Sa 2.5)まで除錆	0.20 (2.75mm ² /回)	1	16時間以上 6ヶ月以内
工場	ショット ニッペジギー8000メタルグレー （有機ジクリッヂプライマー）	0.20 (2.75mm ² /回)	1	16時間以上 6ヶ月以内
現場	下塗 ハイポン20ロング （インターV（低湿形）エポキシ樹脂塗料下塗）	0.23 (2.75mm ² /回)	1	16時間以上 12ヶ月以内
	樹脂密着剤 樹脂密着剤を噴き、接着剤を接着剤で電動工具でSPC SP-3 (ISO Sa 2.5)まで除錆 接着剤を噴き、接着剤で電動工具でSPC SP-3 (ISO Sa 2.5)まで除錆	0.20 (2.75mm ² /回)	1	1日以上 10日以内
	鋼面露出 ハイポン20テクロ (变形エポキシ樹脂塗料下塗)	0.20 (2.75mm ² /回)	2	1日以上 10日以内
	耐火層 タイカリットS-100ベースコート (特殊アクリル樹脂塗料)	0.15 (1.5mm ² /回)	2	2時間以上 10日以内
	中塗 タイカリット中塗 (2液エポキシ樹脂塗料)	0.15 (1.5mm ² /回)	2	2時間以上 10日以内
	上塗 ニッペタライラック上塗 (2液ウレタン樹脂塗料)	0.15 (1.5mm ² /回)	2	1日以上 10日以内

要点:・耐火層は認可された耐火性能・鋼材形状により塗装回数が決まります

5. 耐火塗料の膜厚管理

発泡型耐火塗料は建築物に耐火性能を付与させる為、通常の塗膜と異なり高度な膜厚管理を要求される。

膜厚管理は、塗装時は、櫛型ウエットゲージで管理し、乾燥後は、電磁式膜厚計で、詳細な膜厚測定を行い、測定結果を建設会社に提出しなければならない。

6. 維持管理

耐火塗料の耐久年数は建築物全体の耐久年数より短いので、適切な維持保全が必要である。そこで施工業者が建物所有者に提出する維持管理計画書に基づいて建物所有者の責任で維持管理を実施するのが原則である。

点検は日常点検、定期点検、臨時点検よりなり、外観検査その結果を建物所有者が保管する。外観検査は、日本塗料検査協会が規定する検査基準に準じる。

7. 施工実績

日本でもガラスと鉄骨を組み合わせた建築物が多数設計されるようになり、耐火塗料の使用が非常に増加してきている。施工例を写真2に示す。

耐火塗料は現在は1時間耐火の性能しか認められていながら、建物の全階に対して火災性状予測を行い、公的機関の評定を受けて、要求耐火時間が1時間以内で有れば階数制限を受けずに耐火塗料が使用できる。大型建築物では耐火被覆等の軽減を含めて大都市の建築物では多用され始めている。施工例を写真3に示す。

写真2 六本木ヒルズメトロハット

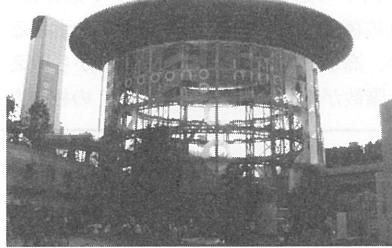


写真3 コウヅキキャピタルウェストビル





現場見学記
**「D'グラフォート
三宮新築工事」**
(株)日建設計シビル
須藤 英司

■ はじめに

6月8日に竹中工務店殿のお世話で「D'グラフォート三宮」の見学会に参加しました。見学対象の建物は竣工時点での日本一の高さの超高層免震マンションとなることです。日常、マンションに生活しているにもかかわらず、業務ではマンション設計の機会がなかった私にとって興味深い見学会となりました。ご多忙の中、設計・施工の内容を案内頂いた竹中工務店の方々にお礼申し上げます。以下に概要を報告します。

■ 構造計画上特筆すべき点

住戸階（6階以上）はプレース、耐震壁のない純ラーメン構造である。柱は6.5mスパンの5×5グリッドに配置されている。外周柱はRC（X形配筋）で、水平力を分担し、内柱はS（極厚H形鋼）で、鉛直力を分担する思想で設計されている。内柱は耐火被覆込みで650□と寸法が小であり、さまざまな住戸間取りを計画する上で有利である。

■ 建築計画上特筆すべき点

従来式の住戸毎のパイプスペース（E P, P S）配置をやめ、また、スリムな内柱を採用することにより将来の模様替えを

自由度の高いものとする。このため、階の中央のエレベータシャフト周りはスラブ上端を160mm下げ、排水管を含め横引き配管してエレベータシャフト近くの共同たてシャフトに接続している。

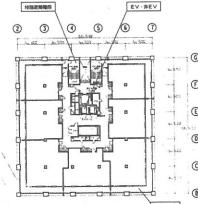
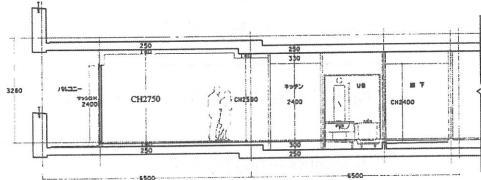
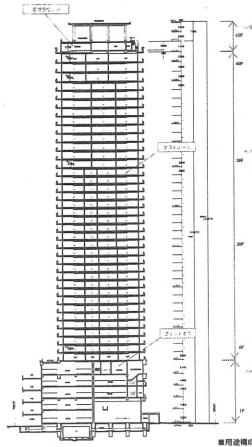
■ 感想

1. 内柱は鉛直力、外周柱は水平力とシンプルに割り切って構造設計するという姿勢に美しささえ感じる。しかし、鉄骨柱とRC柱は見るからに断面積の差があり、軸縮みの差による鉛直方向強制変位に対して、フラットスラブは大丈夫だろうか？
2. 住戸排水管の7～8mの横引きはやはり気になる。
3. 当建物は完成すれば、神戸市庁舎を見下すことになるという。市庁舎の建設当時は、この高さの建物がコンクリートで建設されるなど、想像に難しかっただろう。昨今、社会の変革はめまぐるしいが、構造技術も例外ではないことを身にしみて感じた見学会でした。

以上

■ 建物概要

建物名	D'グラフォート三宮
用途	分譲集合住宅
建築地	神戸市中央区八幡通り
	4丁目321
建築主	大和ハウス工業株式会社
建築構造	S・RC混合構造43階塔屋2階（一部SRC）1階床下免震
最高高さ	151.97m
延べ床面積	40581m ²
工期	2003年1月～2005年3月



いる技術であり、また、多くの実建物がその技術を利用して建設されており、そういう技術が表彰されていることは、喜ばしく、またいつかは自分もこのような大きな賞に選ばれるような技術を開発してみたいという意欲を持つことができました。

パネルディスカッションは、初日の『地震動予測地図』の建築物の耐震設計・評価への活用に参加しました。内容は「全国を概観する地震動予測地図」の、耐震設計への活用方法と有効性を討議し、また2004年度版荷重指針との接点についての紹介となっていました。感想としては、実用に当たってはいろいろ困難な点もあるようであるが、地震動の評価は性能設計を考える上で非常に重要な項目であり、非常に有意義なPDと思われました。その他では、RC構造の発表を主に拝聴したのですが、100N/mm²～200N/mm²クラスの超高強度コンクリートに関連したRC

構造の発表が多くされました。これは、大都市での超高層集合住宅の建設が、今の建設界の牽引力となっていることを示していると感じました。

また、会場を移動していく感じたのですが、数年前に比べて女性の参加者が増えていることに驚きました。私が学生のころは、特に構造系で女性の発表者はあまりいなかったように覚えているのですが、今回は以前に比べ女性の発表者が目に付きました。これも時代の流れかもしれませんのが、これから建築分野の活性化につながるのではとの期待が持てました。

最後となりましたが、台風16号が正に直撃しようとしていた雨中にもかかわらず、会場の運営に尽力されていた関係者の方々（特に雨に打たれながら参加者の誘導を行ってくださった方々）に多いに感謝の意を表させていただき、以上を報告とさせていただきます。



**2004年度日本建築学会
大会に参加して**

**(株)大林組
福本 義之**

本年度の日本建築学会が、北海道大学で8月26日から28日までの3日間にわたって開催されました。

業務の都合上、非常に限られた時間内での参加となりましたが、以下にその概要と感想を、簡単にご報告いたします。

最初に、学会賞受賞作品展を拝見したのですが、技術部門での受賞作である「超高層免震技術の開発と実現」と業績部門での受賞作である「スーパーRCフレーム構法による超高層フリープランハウジングに関する一連の開発」に大いに関心がそそられました。2作とも、一般的なゼネコンの実務技術者がその開発にかかわって

震災 10 年事業企画委員会からの お知らせ

震災 10 年事業企画委員会 委員長 辻 幸二

この秋、記録的な自然災害が日本列島を襲っています。この記事を書いている 9 月 9 日（重陽の節句）時点で、上陸した台風の数は観測史上最多の 7 個になり、日本各地で被害が多発しています。他方、9 月 5 日の午後 7 時と 12 時に紀伊半島沖を震源とするマグニチュード 6.8 と 7.3 の地震が相次いで近畿一円を襲い、最大震度 5 弱の長い揺れに、東南海地震が勃発したと思った人も多かったのではないかでしょうか。この秋の台風と地震は、改めて自然の脅威を我々に認識させたように思います。震災 10 年を迎える被災地の構造技術者として、将来起こるであろう東南海・南海地震等の大地震にどのように備えるのかを社会に啓蒙することを目的に、この一年一所懸命準備を進めてまいりましたが、いよいよ実行の時が目前に迫っています。

前号で、お知らせしましたように、震災 10 年事業として以下の二つの事業を、JSCA とサンケイ新聞の共催で開催します。

事務局だより

1. 技術委員会

7/9 (金)

震災 10 年事業企画に関する JSCA 関西ホームページの運営について

2. 広報委員会

7/14 (水)、10/13 (水)

3. 震災 10 年事業企画委員会

7/15 (木)、8/3 (火)、8/18 (水)

震災 10 年事業企画について

・実行 WG

6/2 (水)、6/29 (火)、7/22 (木)

8/26 (木)

4. 危機管理委員会

5/26 (水)、6/15 (火)、7/29 (木)

関西支部危機管理マニュアルについて

5. 見学会

現場見学会「D'ディグラフオート三宮」

6/8 (火) 15:00 ~ 17:00

参加者 42 名

6. 技術委員会各分科会

(「震災 10 年事業の作業内容について」の議題は各分科会共通のため省略)

・地盤系分科会

6/9 (水)、9/2 (木)

1. 構造展の開催

テーマ「震災を越えて、あの時、今、そして明日へ」

阪神淡路大震災を経験した被災地神戸だけではなく、より多くの市民の方々に認識を深めてもらうために、大阪、神戸、京都、奈良の 4 会場で「構造展」を実施します。併せて構造技術者の存在を PR し、JSCA 関西支部の活性化を図ることを目的ともしていますので、各サテライトの会員の皆様は、展示の協力をはじめ、関係者や近所の皆さんをお誘いの上、会場に脚を運んで頂きたいと思います。

2. シンポジウムの開催

テーマ 1 「安全・安心な成熟社会の創造に向けて」

テーマ 2 「震災前後で構造技術はどう変わったか」

と題して、二日間に渡りシンポジウムを開催します。テーマ 1 は、柳田邦夫氏の基調講演と、安藤雅孝・目黒公郎・鈴木祥之先生のパネルディスカッションです。テーマ 2 は、JSCA 関西支部技術委員会の各分科会から、この 1 年間の検証成果を報告します。また、同じ会場で構造展も同時開催します。会場の中ノ島中央公会堂は十分な広さがありますし、免震改修

の実物も見学できますので、シンポジウム、構造展合わせてご参加くださいますようお願いします。

会場及びスケジュール

	日付	場所	会場
構造展	12/10,11	京都	学芸出版社
構造展	12/18,19	奈良	奈良マーチャントシードセンター
構造展	1/11,12	兵庫	兵庫県民会館
構造展	1/16,17	大阪	中ノ島中央公会堂 3 F 会議室
シンポジウム (テーマ 1)	1/16	大阪	中ノ島中央公会堂 大ホール
シンポジウム (テーマ 2)	1/17	大阪	中ノ島中央公会堂 大ホール
国連防災会議	1/18 ~ 22	兵庫	神戸国際展示場

1 月 16、17 日のスケジュール

場所	中ノ島中央公会堂		
	日付	1 月 16 日(日)	1 月 17 日(日)
テーマ	「(仮)安全・安心な成熟社会の構造に向けて」	「(仮)震災後構造技術はどう変わったか」	16, 17 日
9:00		●未定	
12:00			免震レトロフィット見学会
13:00	準備		
14:00			構造展
15:00	●講演会	●シンポジウム (技術委員会分科会)	
16:00			
16:30			
17:00	●パネルディスカッション		
17:30			
18:00			
19:00			
20:00			
21:00			

場所打ち杭の鉄筋籠の溶接問題について

本部地盤系部会の報告

・R C 分科会

6/18 (金)、8/24 (火)

R C 分科会の基本方針

・鉄骨系分科会

7/6 (火)

鉄骨関連資格制度について

鉄骨造のコスト適正化について

・情報システム分科会

7/1 (木)、8/19 (木)

・耐震設計分科会

7/6 (火)

・工業化・P C 分科会

6/8 (火)、8/23 (月)

P C 建物の設計・施工例の紹介

・構造計画分科会

7/30 (水)

「難波再開発 A-1 地区開発計画」の紹介

・木構造分科会

6/2 (水)、7/14 (水)、8/4 (水)

JSCA 関西定例研究会の報告

木造建物の耐震設計レビュー要項

木造軸組の耐震性能評価の為の振動実験見学

限界耐力計算の実務講習会の打ち合わせ

神戸大学 河村教授による「性能設計と無線 IC タグユビキタス社会を超えて」講演

・法制分科会

6/3 (木)

トピックスの紹介

改正建築基準法案の成立

性能規定運用状況調査結果報告

7. 建築構造用語事典・出版・初刷完売

記念パーティー

9 月 3 日 (金) 18:00 ~ 20:00

参加者 43 名

8. 支部報

Structure Kansai No. 82 号発行

(編集担当 黒木、藤井)

発行 (社) 日本建築構造技術者協会
関西支部事務局

〒550-0003

大阪市西区京町堀 1-8-31 (安田ビル 3F)

Tel 6446-6223

Fax 6446-6224

Mail Jscaweb@kansai.email.ne.jp