

2019 基礎指針へ—その7:最初の耐震規定設計震度0.1についての再考

(一社) 基礎構造研究会代表理事 杉村義広

いしづえ通信第31号では、この国の耐震規定の最初として関東地震(1923)の翌年に設計震度を0.1とする内容が記載されたことについて述べた時に、部材の許容応力度は安全率3程度を持っていると考えられるから破壊までには震度0.3程度は保有しているであろうとの考え方に基づいていること、一方において震災予防調査会から震度0.4以上にすべきとの意見書が提出されていたことを示したが、これらについてはもう少し考察を広げる必要がありそうなので、今回は「2019 基礎指針へ—その7」として「設計震度0.1」について新たな文献に出会ったりしたことを含めて述べてみたい。

まず、今村明恒ら識者としての提案「震度0.4以上」に呼応すると思われる文献があったので、それについて追記する。かつて古書店で見つけたことのある「中村左衛門太郎:地震、文化生活研究会、大正13.4.8発行」を読んでいたら以下のような文章に出会ったのである(同書の184ページ)。

「…関東大地震の時東京の山の手では総振幅(振幅の二倍)大凡四寸[12.1cm]と云はれて居るが、震源に近い小田原附近等では一尺[30.3cm]以上に及んだであらう。然し普通に人にやっと感ずる程度のもは一ミリメートルの十分の一位のものである。/地震で被害を起こすのはこの振幅ではなく、同じ振幅でも週期の長いものは弱く感ずるのであって、普通に地震の強さを示すに最大加速度と云ふものを考へて居る。/これは振幅を週期の自乗で割ったものゝ約四十倍である。その単位は振幅をミリメートルで示し週期を秒で示してある場合が多い。これを又九千八百で割って示す事もある。即ち建築家等が最大加速度0.1とか0.2等と云ふのはこれである。先づ大地震でも最大加速度が0.5を越すやうな事は希であらう。…」

中村左衛門太郎は今村明恒と同時代の地震学者で、関東地震の際にも被害の調査をしたことが多かったようであり、この最後の「先づ大地震でも最大加速度が0.5を越すやうな事は希であらう」が今村らの提案「震度0.4以上」に呼応していると確信させられた内容である。感覚的ではあるが、「最大の震度は0.3よりはもう少し大きく、かといって0.5には届かない程度であらう[したがって大雑把な話ではあるが0.4くらいが妥当であるのではないかとの見方が隠されている]」との受け取り方が当時の識者の間には共通的な認識として流れていたのではないかと思われるからである。

この書の冒頭では地震についての本を書いてみたいと思い準備をかさねていたが、地震[1923年の関東地震を指す]に次ぐ大火災で一介の灰と化してしまつて参考にするべきものは全く失ってしまった、とか、結語には「大正13年2月3日夜 下大崎の避難所に於て」との記述があるので、中村自身が被災者の一人になってしまつていたのか、とも思われる。関東地震は中村にとつても非常に重い経験であつたことが読み取れるこの書は、市街地建築物施

行規則の 0.1 [許容応力度が安全率 3 程度はあるから破壊までには震度 0.3 程度の耐力はあるとの考え方] に対して、震災予防調査会によって提出された 0.4 以上とするべきとの意見 [すなわち当時の識者側の考え] の裏付け資料の 1 つとして位置づけられる。

ここでは上記 0.3 と 0.4 の震度の差が生じることになった背景についてさらに迫ってみたいと思う。文献を調べて見ると、その裏話的な内容までに立ち入れるものとしては北沢五郎の「震度談」というものがあるようである。筆者がそのことを知ったのは、大橋雄二の論文 [大橋雄二：建築基準法の構造計算規定及びその荷重組合せと長期・短期概念の成立過程、日本建築学会構造系論文報告集、第 424 号、pp.1~10、1991.6] が最初である。大橋は夭逝してしまったが、建設本省 (当時) の指導課課長補佐を務めた後、建築構造史の研究をしたいとの希望をもって建研に入所し、筆者が基礎研究室長の時代に構造研究室の研究員として同僚であった人物である。その関係で建築構造規定の変遷について聴く機会も多かったのであるが、その中に「震度談」も含まれており、論文では久田俊彦の書 [久田俊彦：地震と建築、鹿島出版会、1974.9] に紹介されているものを引用している。しかし、筆者は竹山の論説 [竹山謙三郎：高さ 100 尺制限と震度 0.1 はどうして決まったか、建築雑誌第 75 号、pp.323~324、1960] の方を引用してみたい。久田も竹山も建研の所長経験者であるが (久田は筆者が建研入所時の所長であった)、竹山の方がさらに先輩であり古い時代にも精通していること、そして何よりも論説の表題に見られるように興味深い内容であるからに他ならない。前半の高さ制限が規定された背景について耐震は寧ろ副次的であり、採光・通風や火災・風災など都市災害が対象とされていたなど、興味深く参考になることが示されているので是非一度読んで頂きたいと思うほどである。ただ、ここでは主題である震度の内容に一足飛びに進むことにする。

竹山は設計震度 0.1 の規定が加えられたのは大正 12 年 12 月 [竹山は原案が作成された時期を指して言ったのであろうか] のことであるとして、“当時の事情については復興院の建築局長であった故佐野利器先生の下で、この方の担当をしておられた北沢五郎博士が、彰国社出版「建築学大系」の月報 15 号に書かれた随筆「震度談」に一番良く伝えられているので、これをそのまま掲載させていただくこととしよう”として引用している (以下北沢五郎による文章)。

“建築法規で震度の規定を定めたのは大正 12 年の震災の後である。その後米国その他でも規定したから、地震国日本がその範を示したともいえる。後藤新平さんが総裁となって、復興院ができ、佐野利器先生が、大学教授現職のまま建築局長となられて、復興の大綱を決定されたが、その一部として建築法規の改正をされ、震度法規を定められた。私は法規改正の係であり、先生の御指示により震度 0.1 という条文を書き上げた。”

以上から後藤新平、佐野利器 [愛称的に「りき」と読むことが多いが、「としかた」が正しい]、北沢五郎の関係がわかる。

“当時今村博士が地震学教室におられ、その調査の結果が、大震災の震度は東京下町で 0.3 であったということがいわれていたと記憶する。佐野先生がそれによられたか、どうかは知らぬが、法規には 0.1 と規定し許容強度 [今風には「許容応力度」] をとり、そして震度 0.3 で計算をして、破壊強度以内で収るかどうかを調べろといわれた。つまり先生のお考を付度するに、耐震計算としては、下町の震度を 0.3 として、破壊の一步手前にあるようにするには、

0.1 で計算して許容強度を採ればよいという御考えであったかと思う。”

ここに“佐野先生がそれによられたか、どうかは知らぬが、…”とはあるが、東京下町での震度0.3 [あくまで推定ではあるが] に基づいて設計震度0.1 と許容応力度の安全率3 を組み合わせて震度0.3 に耐えることの震度法規としての考え方が確認出来る。

“さて左様に法規原案を作り、震災予防調査会へ行かれ、その案を諮問せられた。私はお供をした。調査会々員は、工学物理学の大家で地震の今村 [明恒] 博士、物理の寺田 [寅彦] ・長岡 [半太郎] ・田中館 [愛橋] 博士、地震研究所を創められた末広 [恭二] 博士その他であった。”

“震度0.3の地震に耐えられるように震度0.1を採ると説明されると、造船の末広博士が [前出の末広とは別人か?]、船のほうでも、暴風その他の場合に処する計算は同様の考えでやっているといわれた。しかし、将来東京・横浜に起りうる地震の震度は、どの程度かという推定については各委員も困られたようであったが、結局今村 [明恒] ・中村 [左衛門太郎] 両博士の予想を求めることになり、両博士はそれに対する返答を躊躇された。”

“どなたであったか、両博士に向って、御両人とも専門なのだから、そのぐらいのことはいえるだろうと発言された。私は聞いていてひどいことをいう人もあるものだと感じたことを覚えている。両博士も仕方なく、相談を始められたが、これが相当の時間を要した。最後に両博士から出た案は東京0.3、横浜0.35ということであり、佐野先生の御提案に調査会が同意したことになった。”

ここでは、横浜0.35という数字が出ているのに東京下町を重視させるためか“調査会が同意したことになった”との表現には「あれ!」と思わされ、むしろ不審に近い念を抱かされる。

“しかし少時経過して、震災予防調査会から復興院に対して意見書が出てきた。それは震度は0.3とし強度を破壊強度以内として計算するよ^うに^という^こと^とあ^った。これは現行の長期短期のゆき方と同様なものである。しかし当事者といってもわれわれ若輩は計算の手数を理由に原案で押しとおしたが、年を経過していまの方法について変わったのである。”

[傍点筆者]

今村らは震災地を調査して飛び回り、確かに東京下町辺りでは0.3程度と推定していたようであるが、横浜辺りでは0.35など、それより大きな値と推定できる地域もあることに気づいてそれらのうち最大の値として0.4以上を提案していたのであるが、傍点を施した表現では北沢は震災予防調査会自体が0.3を提案したとの記憶違いをしていたのか、あるいは0.4でも0.3でもそう変わらないという考えがあつて意見書があたかも0.3を提案したかのような意識的記述をしたのかを思わせる。最後の“原案で押しとおした”の表現も何か官僚論理というか、どちらかと言えば上から目線の表現を思わせる点が気に掛かるのである。

北沢の表現では震災予防調査会、したがって識者の意見と行政側の提案とが一致したかのような内容となっているが、実際には両者の間に微妙ではあるが明らかな差が生じていたというのが筆者の感想である。今村が当時どのような心境にあったかを類推するために改めて今村の著書を調べてみると、「地震講話、岩波書店、大正13年4月」なる書があることがわ

かった。この書には「附録大地震調査日記」が収められていて地震被害について方々を調査して各地における震度を推定している様子が詳しく述べられているので、具体的な数値が推定されている例をいくつか拾い挙げてみたい。

“東京の下町にて地盤の特に弱き場處に於る震力は、重力の四分の一に達したであらう。(9月8日)”

“子安神奈川あたりは、その震力恐らく重力の四分の一程度に達したものであらう倒壊家屋の數なども可なりに増したやうに見うけた。…亦磯子方面に焼け残つてゐる木造家屋の破損状態から見ても、震力は重力の三分の一程度にも達したらうかと推測した。(9月20日)”

“市内の低地たる茗荷谷白金邊を調査した、一部脆弱な地盤もある、板橋方面は・して好し。王子町は北部近郊に於て震度最も強き部分であつたらう、潰れ家屋多く、特に柳町邊にては一塊に數十軒潰れに潰れた處もある、それから荒川を沿へる尾久の一區は震度一層強く、三河島に於ては尾久に及ばざるも、震度相當に大きかつたやうである。(9月28日)”

ここの記述では具体的な数値は書かれていないが、前後の各地の推定震度が示された記述から今村がこの辺りでは0.3前後の数値を思い浮かべながら言っているように類推出来る。

“横濱の山の手、特に根岸方面の調査に行った。競馬場に行く途中、震度は重力加速度の二割乃至二割五分もあつたらしく思はれたが、競馬場附近では稱々輕かつたやうに思はれる。(10月4日)”

この間に、関東地震で最も被害を拡大させた火事の象徴的な本所被服廠跡を寺田〔寅彦〕らと視察し旋風研究を行っているが(9月27日)、ここでの主題である震度に関しては最も重要な10月25日の記述へ急ぐことにしたい。

“十月二十五日/ 震災豫防調査會特別委員會が催された。中村左衛門太郎博士に震災後始めて會つた。種々調査上の打合わせを行った。…湘南一帯の震力は鎌倉小田原等の砂地の軟弱なる地盤に於て、重力の加速度の四割であつたなど、稱するの、彈性波剛性波(寧ろ後者)に基く分子力に因るものであつて、右の外、地盤の隆起に伴へる衝動を、別に顧慮すべき必要があるやうである。”

すなわち、鎌倉小田原などの軟弱地盤では震度0.4と推定されることが明記されている。さらに続く10月29日の記述は震災予防調査會意見書の提案について今村自身がとくに重要視することについて述べている点で重要である。

“十月二十九日/ この日震災豫防調査會の委員會が開かれた。午後二時から九時迄かゝつた。委員調査の状況を報告し、一々質問注意などあつて、極めて有益なる會合であつた。…後で都市復興計畫に對する参考事項が議了せられ、後日其筋へ提出せられた。此中特に自分が加へて貰つたのは「耐震若しくは耐震火たるを要する建築土木工事等は、其場處に於て將來起り得べしと推測せらるゝ地震破壊力の最大限に耐ふる様築造すべきこと」「耐震たるを要する地下埋設物工事に就いては、柔軟なる土地の揺り下り、異質の土地震動不同等に歸因する影響等を専ら顧慮すること」などであつた。”

この日記は10月31日の大森房吉の動勳調査を命じられたとの象徴的な記述で終わっていることにも惹かれるが、今後の耐震問題における視点からは最大の関心事として10月25日

や10月29日の震度0.4に耐える建築物を造るという願いを今村が強く持っていたと伝わって来ることである。

一方、佐野利器がこの件について心中を吐露している文献は殆ど見つけられなかった中で、古書店で偶然に出会い喜び勇んで買い求めた書がある〔佐野利器：佐野博士追想録（非売品）、佐野博士追想録編集委員会、昭和32年11月〕。その書のpp.1～38に「述懐」と題する回顧録が収録されており（と言っても「あとがき」に昭和29年頃、故人の体具合の好い時、週1回、夜故人の宅で、その思い出話を書きとめたものであるとの注が付けられている）、「(3) 関東大震災の頃、耐震構造の進歩」という項目があつて当時の様子が述べられているので、以下に要点を拾い読みしてみよう。

“…家屋の被害率では鎌倉が一番ひどかった。地震のエネルギーとしても相当大きなもので近県何れにも大被害は及んだが、中でも東京、横浜は大きな被害を受け、建築、橋梁、上下水道、鉄道、港湾等あらゆる工作物は災を被った。…〔p.22〕”

ここでは震度の推定値が示されていないのが残念であるが、「鎌倉が一番ひどかった」の表現から東京下町ばかりでなく、鎌倉辺りの様子にも目を配っており、数値も0.3以上の相当大きいものを佐野が思い浮かべていたことは想像できる。

“…東京、横浜の主として自治体の復興のため、帝都復興院なるものをつくることになり23日その管制が出来、私はその理事に任ぜられ建築局長となった。…後藤さんの家に行ったら、今度復興の機関として復興院が出来ることになるから、理事、建築局長、となってやって呉れとの話だった。…建築局の技術課長に笠原敏郎氏、庶務課長に武部六蔵氏、技師に伊部貞吉、北沢五郎、莊原信一、尾崎久助の諸氏其他を迎えた。街路等の計画は計画局でやることになって、局長は池田宏氏、技術課長は山田博愛氏（土木）であった。此顔ぶれでは不充分だと思ったので、計画局内に第2技術課をつくってもらい笠原氏以下私の局の技師の半分はこの兼任となってそして先以て都市計画に力を集中しようとして、区画整理を第一に提案した。之には伊部氏しか適任者がなかった。伊部氏は内務省で火災跡の整理をやった経験がある。かくして第2技術課は主要街路と区整との研究に専念した。一方局内にあつては北沢氏等が本来の建築物復興の研究に励み一同土曜、日曜もなく昼夜兼行で仕事をやった。12月の臨時議会ですったもんだの結果予算成立、計画関係では主要街路、区画整理等は曲がりなりにも通過、建築法規の上に0.1の震度の規定が此時決められた。…〔p.23〕”

この内容から当時の復興院の慌ただしさの様子が見える。東京、横浜の復興が第一に考えられていたことが読み取れ、耐震だけでなく区画整理など都市計画の問題にも忙殺されていたことが理解出来る〔注1参照〕。しかし、最後の“すったもんだの結果予算成立…建築法規の上に0.1の震度の規定が此時決められた”は、耐震上最大の問題なのに何か人ごとで簡単すぎる（場合によっては投げやりにも聞こえる）表現であることが気にかかる。震度0.3を確保すれば大丈夫だとの強い意志や確信が感じられない気がするからである。もう少し大きい震度であるべきだったかとの不安を感じていたのではないか、とさえ思える記述のような気がするのである。

その点を確認する上でも、佐野の設計震度に関する研究論文〔佐野利器：家屋耐震構造要概、建築雑誌第341号、pp.12-17、大正5年（1916）〕を再読してみる。

“…私が耐震構造の上で震度と稱へる數は加速度の一の變形でありまして、最大加速度の (a) 量と重力の加速度の量 (g) との比 (a/g) であります、多くはkといふ字を以て之を表はして居ります、即ち此kを名けて震度と稱へて居るのであります、…震力は我が震度と物體の重量との積であると言へるのであります、即ちmaは震力の量である事は前に述べましたが此のmに代ゆるにw/g (wは物件の重量) を以てし更に a /g をkと書き直すと震力 ma はkwと記されるのでありまして震力は物體の重量と震度との積を以て言ひ表はす事が出来るのであります、…”

これが有名な佐野の設計震度の基本的な考え方であるのは言うまでもない。

“此定義を以て既往の大震を律しますると、二十四年の濃尾の地震の場合に、岐阜とか大垣とかいふやうな烈しい所の震度は大凡0.3と言へる、名古屋附近に於ては大凡0.25と言へる、二十七年の東京の此地震の時の本所深川邊下町の所では0.16と言へる、本郷臺麴町等の山の手では0.04と言へる、四十二年にありました江州の地震の範囲は小さいが、或場所では非常な烈しさを有して居りまして尊勝寺村といふ小さな村では0.4と観測せられ長浜邊りでは0.2位に当たる、こんな具合に一の小數を以て其震度は表はせるのであります、…”

ここでは0.4という数値に触れられていることを記憶しておきたい。

“…例へば東京では安政の大地震に鑑みたならば下町に於ては0.3の震度を豫期する必要があると思ふ山の手に於ても恐らく0.15位の震度を豫期しなければなるまい、大阪のやうな大地震の歴史を有して居って土地の軟弱な所では少なくとも0.35位の震度は豫期するが至當と思ふ、名古屋に於ても0.3以下を豫期することは宜しくない、…”

ここでは、東京下町では安政江戸地震 (安政2年すなわち1855) でも0.3程度の震度であったことを挙げており、また、大阪での0.35の数値を示していること、名古屋も0.3以下ではないことを言っているなどの点に注目しておきたい。

“…其震度の數を以て其家屋の耐震強度と名づくことが出来ると思ふ、例へば或家屋が0.3の震度で辛うじて倒れたならば、其家屋は0.3の耐震強度を持ったものであると言へるだらうと思ふ。”

ここにおいて、後に法規で提案する設計震度0.1に繋がる耐震強度0.3への言及が見られる。

以上に挙げて来た諸点の総合的なまとめとして、筆者の想像であるが私的感想を述べてみたい。

1) 関東地震の被害様相として佐野は0.35とか0.4とか、0.3を超える震度 (佐野の言う耐震強度) の事例を自分でも見てきているし、委員会の席などで今村などから最大震度は0.4程度であることを聴いてもいた筈であるが、法規定としては耐震強度0.3に通じる0.1を提案せざるを得なかったのではないか?

2) その理由として、東京下町での莫大な数の被害例を重視したこと (行政担当者としては大多数の実例への対応を第一義的に考えるという点は歴史的慣習でもある)、場合によっては経済性を気にする政治的圧力があつたのか、あるいはその勢力への忖度があつたのかとも思われる。

3) 結果的に、今村ら識者の感覚 (0.4) と法規 (0.3) の差が生じることになり、設計震度0.13程度としておけば [細かすぎる数値ではあるが許容応力度の3倍とすれば0.39となり、今村らの提案の0.4にほぼ同等ということになるので] 両者が合意出来たところを0.1としてしまったことが惜しまれ

る。この3割程度の差は、一度法規定が出来てしまい、それに対応する設計のコスト面（経済的視点）から見れば馬鹿にならない大きさであるが、最初に規定を作るという技術面から見れば、2倍とか3倍とかとは次元が違う差であるので何とかならなかったのであろうかとの感想が生まれるからである。今更ながら残念な気持ちにさせられる思いである。建設官僚が言う“基準法は最低基準”と、“基準法を守っていれば安全である”と受け取っている市民感情のずれ、すなわち、何か割り切れない曖昧性・不合理性が今日まで続いている現状を考えると、その乖離は最初からであったということになるのであろう。

〔注1〕佐野利器が“12月の臨時議会ですったもんだの結果予算成立”と書いた経緯について、インターネットで以下の2つの文献を探し出す事が出来た。

1) 第47回帝国議会衆議院帝都復興計画法外二件特別委員会議事録5回分（大正12年12月の15、16、17、20、23日）、貴族院帝都復興計画法外二件委員会議事速記録第1号（大正12年12月22日）

2) 東京市政調査會編：帝都復興秘録、寶文館、昭和五年三月

帝国議会衆議院の議事録については、第1回に帝都復興計画として土地区画整理の件が提案されている。約7億円の予算で「大風呂敷」と呼ばれた後藤新平の最初の構想からは規模を縮小したものであったが、それでも議会からはいかなる必要があつてこうした大々的な計画と組織がなされたのか、との質問が出され、さらに縮小を求める議論が第2回以降にも続けられている。政府委員として佐野の名前が出ているのは第3回の委員会であり、東京の地震に対する歴史と事実を承っておきたいとの質問に答えて安政の地震、元禄の地震など歴史地震の経験と、今度の震災を受けて約千箇所のボーリング調査をすること、耐震構造の研究が必要なことなどを述べているが、震度0.1など細かい中味は全く出ていないことが確認できた。第4回の委員会では予算の修正案が議題とされ、12間（21m）以上の幹線道路は政府が施行するが、それ以下で6間（10m）以上の道路は公共団体、さらに狭い道路は土地区画整理組合が行うなど、国家予算は大幅に縮小されることになった。その後、貴族院特別委員会でその修正案について審議され、原案の復興計画案に戻すべきであるとの意見が多かったが、最終的には金がないとの事情によって仕方なく修正案に同調するとの結論になったことが読み取れる。その翌日の衆議院第5回委員会は郡部の復興が中心的に審議されている。

以上が大正12年12月に行われた臨時議会の概要であるが、全体として金に関わる事項に終始し、計画も大幅に縮小された経緯が認められる。内容は区画整理など都市計画に関するもので建築法規としての震度0.1は全く議論された形跡はない。委員会委員には専門的すぎて頭の中に現れることはなかったのが実態のようで、何か議論されたのではないかと期待していた筆者としては失望の限りである。

「帝都復興秘録」は関係者の回顧談をまとめた内容で、一般論として復興の状況を知る上では参考となるものが多い。佐野利器の発言はpp.271-276に収録されているが、ここでの関心事である震度0.1に関しては上記議事録と余り変わるものではなく、したがって専門的で細かい内容には議論された形跡はないことが追認された。