

第 17 回 防災カフェを開催しました。



『建造物の耐震設計とは』

ゲスト：伊津野 和行 氏

(立命館大学 理工学部 都市システム工学科 教授)

日時：2017年10月26日(木) 18:30~20:30

場所：滋賀県危機管理センター1階 エントランスホール

ファシリテータ：深川 良一 氏

(立命館大学 防災フロンティア研究センター長)

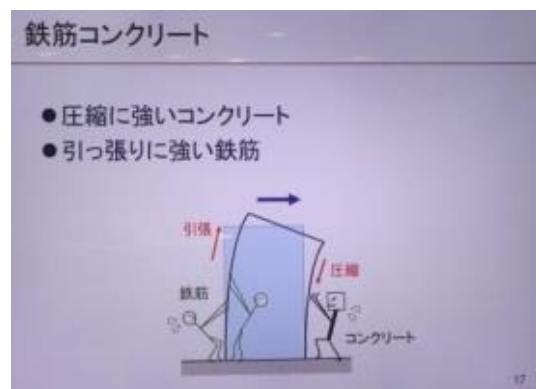
建物や橋などを造る時には耐震設計をしますが、大地震は5年に1度程度で、しかも耐震の歴史は100年程度なので、まだまだ完全なものではないということです。耐震設計の基本的な考え方を、たった一つの数式を使ってわかりやすく教えていただきました。その上で、私たちが防災をする上で大切なことをみんなで考えました。



ゲスト：伊津野 和行 さん

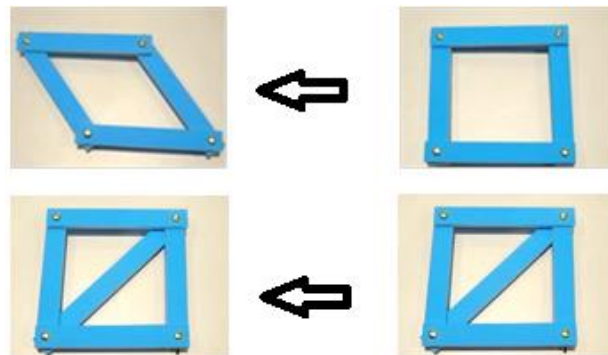
耐震補強の技術や材料の開発は日進月歩ですが、その考え方の元になるものの一つに、あのニュートンが考えた $f=m \times a$ (力学の第2法則といいます) があります。 f は物に働く力、 m は物の質量、 a は加速度(速さの変化の度合い)です。難しそうな式ですが、同じ速さで動いている m が 60kg と 200kg の人を同じ時間で止めよう(a が同じ) とすると m の大きい方が大きな f が必要です。また、同じ速さ同じ m でも短時間で止めようとする(a が大きい) 方が大きな f が必要だということを表しています。地震では左右に激しく揺れるので a が大変大きく同じ m でも大きな f が働きます。その f よりも建造物が耐えられる力(P)を大きくするのが耐震です。 $P > f = m \times a \Rightarrow$ 耐震 OK

P を大きくするには、丈夫な材料の使用や壁を増やす方法がありますが m も大きくなります。例えば、木造を鉄筋コンクリート造(圧縮に強く引張に弱いコンクリートと逆の性質の鉄筋が補い合って全体として



鉄筋とコンクリートの良いところを利用

強い)にするものです。他にも例えばトラス構造(三角形は変形しにくい性質を持つ)を利用して(すじかいなど) P を大きくする方法があります。カフェでは実際にキットをつかってトラス構造の強さを体験しました。



トラス(下)は変形しにくい [カフェで作成]

m を小さくした耐震の例として、京都の東本願寺御影堂の耐震改修(2015年に完了)があります。地震が起きると屋根に重たい瓦が乗っている寺社仏閣に大きな被害がみられますが、この改修では内部の耐震補強とともに屋根を700t軽量化して2,300tにしたそうです。

a を小さくすると同じ m でも f が小さくなり、小さな P でよくなります。大地震の速く小刻みな揺れ(大きな a)を装置を使ってゆっくりした揺れ(小さな a)に変えるのが免震です。滋賀県危機管理センターの地下には積層ゴムによる免震装置がありますが、ゴムの板と鋼の板を積み重ねたもので、力が働いた時、横方向にだけゆっくり揺れます。



鎌倉の大仏は免震構造

歴史的な建造物にみられる免震構造として有名なものに五重の塔がありますが、鎌倉の大仏も関東大震災の震源に近かったのに20数cm動いて被害がありませんでした。土台と大仏が固定されていなかったのです。普通、頭部が大きい大仏は地震で首の部分が折れることが多く、750年に完成した奈良の大仏は855年の地震で頭部が落ちた記録が残っています。鎌倉の大仏

は、昭和の大改修で下にステンレス板が敷かれ首の部分が内部から補強されました。

耐震については、これ以外に厄介な共振という現象があります。普通、構造物は地震の揺れと同じように揺れますが、その構造物の揺れの特徴(固有周期)と地震の揺れの特徴(周期)が一致すると大きく揺れ、これを共振といいます。固有周期は構造物の重さと硬さで決まりますが、地震の揺れの周期は地震の性質や地震波を伝える地面の性質などで異なるために決めにくく、共振を避けるのは難しいということでした。そこで共振による大きな揺れを止めるために制震をします。制震には硬い鋼製のバネ(建物の下に付けて揺れを抑える)やダンパー(揺れが速いと抵抗する大きな力が働く)という装置などを使います。

『災害は進化する』と言われます。これは災害後にそれを踏まえて対策しても、1960年代は液状化、1970年代はライフライン被災、2011年の東日本大震災では津波、2016年の熊本地震では震度7が2回というように新しい型の災害がでてくるというものです。

『防災のパラドックス』というものもあります。寺田寅彦は昭和9年に『天災と国防』で「文明が進めば進むほど天然の暴威による災害がその劇烈の度を増すという事実である。」としています。堅固な災害対策をしたあとに災害が起きると被害が非常に大きくなるというものです。もう一つの問題は、意識の高い人の防災の知識がどんどん増えるのに、そうでない人の知識は増えないので、ギャップが大きくなっていくというものです。

防災のキーワードとして「想像力」と「コミュニケーション」があるということでした。

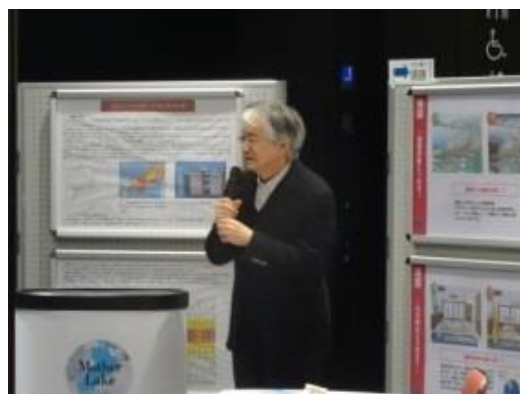
自然は防災の弱い所を突いてくるので、次にどんな被害が起きるのかを想像する力が大切です。また、ニュースやネットで災害の状況を観たり、自分の住んでいる所の災害のハザードマップを見たとき、自分が被災者になり得ることを想像する力も大切です。多くの人が傍観者になっているのが現状です。もう一つは、災害対応は一人ではできないということです。地震で自分の家が大丈夫でも水が出なくなったり、店に食料品がなくなるなどが起きたとき一人では解決できません。そんな時に頼りになるのは近隣の人達です。日ごろからコミュニケーションを取っておくことが大切だということでした。

参加者からは多くの質問がありました。その一部を紹介します。

問：マンションでの近隣住民間のコミュニケーション活性化の良い方法はありますか？

答：防災だけを表に出すとうまくいかないと聞きます。

防災はマイナスをゼロにする技術なので、なにかプラスになることをしないと人が集まらず、成功していません。一見無駄に見えることのようなことも取り入れて、その中に防災の要素を入れるなどの工夫をしている例もあります。いろいろな催しで人が集まる中で、家具の転倒の防止などの防災意識を高めることも可能です。



ファシリテータ：深川良一 さん

伊津野さん、深川さん、参加者のみなさん、ありがとうございました。