

建物の強度と耐震対策

矢野 むつみ

大阪府立四條畷高校 3 年

1. 目的

地震大国である日本は、過去に関東大震災や東日本大震災などの大規模な地震が多く発生し、被害も甚大で、多くの人々が犠牲となるとともに、その後の生活や経済に影響を与えてきた。このような地震による被害から人命や財産、生活や経済の活動を守るためには、今の私たちは耐震工学について学び、建物を強くする方法や振動を制御する方法を知ること、地震に強い建物を建てることことができる。また、今の私たちが学んだことを後世に伝え、より安心で安全な社会につながっていく。

ここでは、私は建物を強くするため、強度の高いコンクリートとはどのようなものか、また、地震の振動から建物を守るため、振動を抑える構造について、学ぶことにした。

2. コンクリートの強度テスト

(1) 実験条件

コンクリートの強度を調べるために、同じ大きさ（直径 $R=10\text{ cm}$ 、高さ $l=20\text{ cm}$ ）の3種類のコンクリート供試体を用意した。

A：普通コンクリート

B：高強度コンクリート

C：高強度鉄筋コンクリート

(2) 実験方法

それぞれの供試体を下の図のように圧縮機にセットし、上から徐々に圧力をかけ、どこまでの圧力まで耐えられるかを計測した。

計測した最大値 $P_{\max}$ (kN) を次式①に代入し、それぞれの供試体の圧縮強度 f_c (N/mm²) を算出した。

$$f_c = 4P_{\max}/\pi R^2 \cdots \cdots \text{①}$$

(3) 結果・考察

3種類の圧縮強度は次のとおりとなった。

A：30.8 (N/mm²) $\cdots \cdots$ 写真1

B：80.1 (N/mm²) $\cdots \cdots$ 写真2

C：89.3 (N/mm²) $\cdots \cdots$ 写真3

高強度コンクリートの圧縮強度は、普通コンクリートの2.6倍であるが、高強度鉄筋コンクリートの圧縮強度は、鉄筋がない高強度コンクリートより大きいものの、約1.1倍と差が小さい。このことから、地震により建物に圧縮側の力が掛かる部分には、高強度コンクリートを用いることが有効であることがわかる。高強度鉄筋コンクリートも同様に圧縮側の力が掛かる部分に用いることが有効であるが、高強度コンクリートと比べて大きな差がないことから、コンクリートが引張り側の力に弱いという性質を補うために鉄筋が有効であることがわかる。

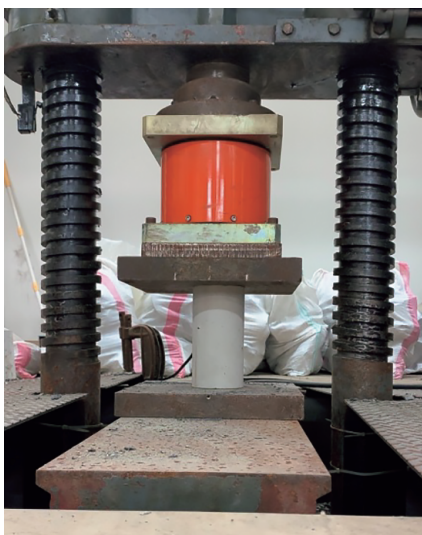


写真1 普通コンクリート



写真2 高強度コンクリート



写真3 高強度鉄筋コンクリート

3. 建物の振動テスト

(1) 実験条件

棒に建物に見立て、棒に振動を与えたときの揺れ方とその振動数の関係性を調べる。同じ材質の4種類（長さ 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm）の鉄製の棒を用意する。

(2) 実験方法

＜実験Ⅰ＞振動数を変えることができる台の上に4種類の棒を置き、振動数を変えながら棒の変化を見る。

＜実験Ⅱ＞台の上に建物の模型を置き、台を振動させたまま、模型の屋上部分に重りをつけて、模型の揺れの変化を見る。

(3) 結果・考察

実験Ⅰでは、台の振動数を大きくしていくと、40 cm, 30 cm, 20 cm, 10 cmの順に棒が大きく振動する。建物はそれぞれ固有振動数を持っており、固有振動数は振動体が自由に振動する時の長さ、質量、弾性などの物理的性質で決まる。そのため、台の振動数と棒の固有振動数が一致したとき、棒は大きく振動する。棒が同じ材質の場合は、長さが短いほど固有振動数は大きくなるといえる。

また、実験Ⅱでは、一定の振動数で建物の模型を大きく振動させた状態を保ったまま、屋上部分に重りをつけると、模型の揺れが小さくなった。これは模型の固有振動数が変化したためと考えられる。

4. 結論

地震に強い建物を作るためには、地震発生時に建物に対して圧縮と引張りの両方の力が加わる部分には、高強度鉄筋コンクリートを使用することが有効である。また、地震発生時に建物に加わる力を抑えるために、建物の固有振動数を地震の振動数よりはるかに小さくすることにより、建物の固有振動数と地震の振動数が一致しにくくなり、建物の倒壊を防ぐことができる。また、建物に重りを付けることにより、建物の固有振動数を変えることができ、建物が強く振動することを抑制することも有効である。これは、新しい建物を作るときだけでなく、既に建築された建物を地震に強くするためにも有効であるといえる。

地震大国である日本だけでなく世界中で、これらの技術を活かし、より地震に強い建物を作るとともに、今ある建物を地震に強いものに変えていくことで、人命や財産、生活活動や経済活動を守ることができる。

5. キーワード

耐震、コンクリートの圧縮強度、固有振動数

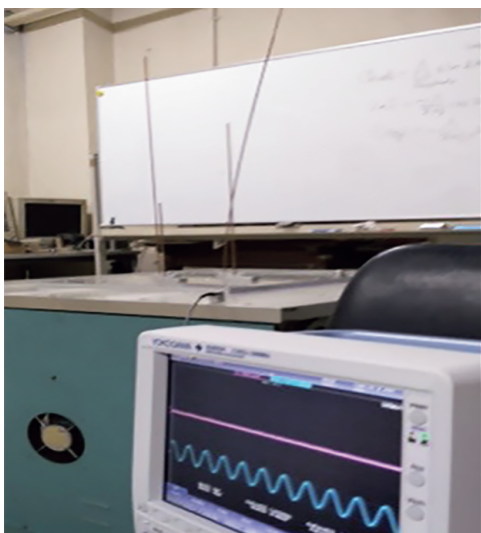


写真4 棒の振動の測定状況



写真5 模型の振動状況（重りあり）