

4 産学・高大連携による生命を守る建物の開発と研究

北海道札幌工業高等学校 建築科 教諭 池原 智宏
を育む。

- (2) アイディアの実現、専門的な知識の応用、探求心の向上。
- (3) 取り組みを通じて専門への職業感の育成。
- (4) 研究成果を通して知的財産権に関する興味を生徒に持たせる。

4 取り組み状況

- (1) 1年目（平成23年度）の取り組み

1) テーマ：災害時に建物が原形を留める。

津波によって粉々になった家とそのままの形を維持している家とがあり、住人が助かる可能性があるのは、形を維持している家であることは言うまでもない。

津波の衝撃で粉々にならない工夫をみんなで話し合うことから始めた。高断熱・高气密の北海道型住宅の特長を生かしたアイディアはないかと考え、そこで気密シート（室内側）と通気シート（外壁外側）を利用して、外部からの衝撃に耐える方法を考えた。

2) 実験方法

標準試験体とシート試験体による振動装置を使った実験を行った。この実験は、本校と平成20年に「連携教育に関する覚書」を結んだ北海道科学大学（旧北海道工業大学）に協力していただき実験を行った。建築学科准教授 千葉隆弘 先生のもとで実験を行いデータの収集を行った。

3) 研究成果

【振動実験から】

ア. 今回の実験結果から、地震時に制振性能を格段に向上する効果がある。

イ. 高価な制振金物を使用しないで、新築・リフォーム問わず施工が可能である。

【落下実験から】

ウ. 対衝撃に対する強度は、数値以上にあり、スケール換算25mからの落下を3度繰り返しても原形を留めた。

エ. 実験結果からもシートによる効果は絶大で「倒壊防止に極めて有効である。

- (2) 2年目（平成24年度）の取り組み

1) テーマ：命を守る設計

・地震時に揺れを吸収し、尚かつ揺れが止まったとき元の位置に戻ることができるシステム（市販品は高価）。

・津波や土砂崩れなど、大きな力が建物にかかった場合、スムーズに基礎から土台が、離脱でき、骨組みが倒壊しない。

1 はじめに

本校は、大正5年より続く、今年で99周年の伝統ある専門高校である。現在全日制は、機械科、電気科、建築科、土木科の4学科8間口である。定時制は、機械科、電気科、建築科の3学科3間口である。

校訓「重厚堅実」の基、教育目標の基礎的教養、科学的認識、文化の創造と発展に貢献する資質を育み、社会や技術の変化に対応できる工業人を目指して教育活動を行っている。

建築科では、専門の関心を高め、将来のスペシャリストになれるよう専門分野の充実を図っている。精度を競う高校生ものづくりコンテスト木材加工部門では、3年連続全国大会出場を果たしている。その他、各種設計競技（コンペ）への応募も積極的に取り組み成果を上げている。このような活発な教育活動の中、今回は「課題研究」において、第11回高校生技術・アイディアコンテスト全国大会にて最優秀賞を受賞することが出来た取り組みを報告する。

2 課題設定の主旨

「課題研究」は、問題解決型の学習形態を重視した総合的科目である。本校建築科では、研究を通じて共同作業、協力・研鑽がなされ、生徒は実体験を通して問題解決へ向けての様々な学習方法や学習態度を身につける。この研究は、平成23年3月11日に発生した東日本大震災後の3年生の課題研究から取り組みをはじめ、3年間で研究の完結を向かえた。本校の課題研究は3年生時2単位で実施している。生徒の班分けについては、2年生の終わりにアンケート調査を実施し、さらに必要な生徒には面談をした後、班の決定をしている。班の選択は、自らの進路を意識して行われる。この研究のスタートは、平成23年度の3年生「課題研究」の班からであるが、4つある班の中で施工班において今回の研究がはじまった。例年この施工班は、調査や実験・研究を行う班で、この年に起こった東日本大震災で、津波と地震による建物への甚大な被害に対して、木造建築における生命を守る建物はどうかにかつての話し合いからこのテーマが決まり、研究がはじまった。

3 研究のねらい

- (1) 問題解決に際しての楽しさや苦しさ、感動を通して、思いやり、強調、奉仕等の精神

以上「命を守る設計」の研究・開発を行う。

2) 実験方法

今回の試験体は8分の1スケールの住宅模型で、アンカーボルトと土台の間に隙間を設けて可動するようにし、その動きを防振ゴムが吸収するものとした。この実験は、加振装置で地震の揺れを再現し、1階と2階の加速度の違いを計測するものである。この実験には、北海道職業能力開発大学校 建築施工システム技術科教授 平野直樹先生の協力の下で行った。また、アンカーボルトの引き抜き試験も本校のアムスラー試験機で実験を行った。

3) 研究成果

基礎と土台(アンカーボルト)については、(案1) 土台空隙に防振ゴムを挿入した試験体では、2倍程度の免震効果はあった。(案2) 土台空隙を残し土台上部に防振ゴムをセットした試験体では案1の2倍となった。「命を守る」設計→「基礎からの離脱」と「耐震構造」との共有+「免震・制振」が可能となる。

(3) 3年目(平成25年度)の取り組み

1) テーマ: 木造建築における「ルーフ制振システム」の開発と研究

地震に耐える設計について更に深く学ぶために、免震装置を備える本社社屋を持つ札幌市内の「丸彦渡辺建設(株)」にお願いをして、免震・制振に関する講義と、積層ゴム・鉛ダンパー・鋼棒ダンパー装置で免震されたビルの見学を実施した。これまで2年間研究開発してきた成果から、3年目の課題は、「制振設計」をメインテーマとし、ルーフに注目した。



制振の方法としては、「パッシブ型」の制振システムを採用し、木造建築に於いて初めての試みとなる屋根全体を重りと考え、屋根(重り)の動きで揺れを抑制するシンプルで安価な制振システムを考えた。

2) 実験方法

8分の1スケールの住宅模型を製作して、加振装置を使い、何通りもの実験から得られたデータを元に、最適なスプリングの堅さ、14.7kgの屋根荷重を導き出し、4-15ヘルツ、200-300ガルのスイープ波の振動を加えて、頂部・2階梁・土台の揺れの大きさを計測した。

この実験には、昨年に引き続き北海道職業能力

開発大学校の平野直樹教授、小菅孝一准教授にお手伝いをいただいた。この加振装置は新たに導入された最新のもので、上下左右本物の地震波を再現できる装置である。



最新の加振装置での実験風景

3) 研究成果

フーリエ変換による周波数解析の結果を見ると15Hz~20Hz帯で「ルーフ制振」のない試験体は共振により1,200galの加速度を示しているが、「ルーフ制振」を稼働すると400galと1/3の加速度を示し、「ルーフ制振」装置の有効性が表れている。

3. 取り組み成果

この課題研究のねらいについてその成果を考察する。

- (1) 課題の検討は、試作・実験が繰り返された中、一つの目標に向かう団結感や、思うようにいかない辛さ、絶望感、問題解決を達成した時の喜び、充実感を育むことができ、当初の目的は十分に達成された。
- (2) 専門知識を更に深めた中で、生徒達のアイデアの実現がなされた。実験の中から良い結果を得ようという探求心も育まれた。
- (3) この研究に参加した生徒達は、更なる探求心や建築の専門への興味関心が深まり、そのほとんどが建築関係の就職と建築関係の進学をした。建築科全体の専門へ進む割合より高いものとなった。
- (4) 木造の制振システムの研究で、これまで実用化されていない分野に触れることが出来、特許への興味が深まり、知的財産権の内容について学ぶ機会が得られた。ただ、実際に申請するところまでいかなかったのが残念である。

4. 最後に

3年間にわたる研究の結果、H26年度第32回北海道高等学校工業クラブ大会課題研究発表大会の部で「発明大賞」を頂き、第11回高校生技術アイデアコンテスト全国大会では「最優秀賞」受賞と、生徒達にとって大きな財産を残すことができた。この間多くの方々(北海道科学大学、北海道職業能力開発大学校、丸彦渡辺建設(株)など)の協力を頂いた事に深く感謝し、この場をお借りして御礼申し上げます。