

■構造系教員

建築学教室では、2015年11月に「平成27年度特別経費(プロジェクト分)－大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実－」に工学研究科と都市安全研究センターを主体として申請された、「安全と共生の減災型都市環境実現のための高機能ハイブリッド構造物の創出－リアルタイム・ハイブリッド実験に基づくレジリエントな次世代高機能耐震構造の創出－」プロジェクトの設備の一部として、建築構造物の動的挙動と極限性能を解明することを目的として、高出力の動的加力実験装置である油圧アクチュエータシステムが、建築防災実験室に設置されました。

上記プロジェクトは、安全安心でロバスト性の高い持続的成長可能な社会の構築のために、巨大地震に対しても機能維持可能な構造物を創造しうる性能基盤型設計法を提案するもので、レジリエントな構造インフラと高機能な構造システムによるロバスト性の高い構造物を創造するという極めて重要な問題を対象としており、神戸大学の強みに基づく安全安心な減災都市づくりの推進とともに、国際研究ネットワークの新たな研究基盤形成となることを目指しています。

プロジェクトの一部として、リアルタイム・ハイブリッド実験システムを構築することにより、次世代構造インフラの技術開発と高度化した次世代構造システムの開発のための技術研究を推進し、レジリエントでサステイナブルな次世代耐震構造物の性能基盤型高機能耐震構造設計法を



写真1 アクチュエータ



写真2 油圧源

創出しようとしています。

導入された油圧アクチュエータシステムの構成は、油圧アクチュエータ:1台、油圧源:1基、アキュмуレータ:4基、制御装置、冷却装置(クーリングタワー)からなっています。アクチュエータの最大載荷能力は、静的荷重で±600kN、動的荷重で±400kNで、最大ピストンストロークは±100mmです。動的載荷能力は、載荷力400kN負荷時において、最大変位振幅が±3.5mmで5Hzの連続定常載荷、5Hzの最大変位振幅±5.5mmで3サイクルの載荷が可能です。載荷力100kN負荷時においては、5Hzの最大変位振幅±6.5mmで3サイクルの載荷が可能です。油圧源は定格最大圧力21MPa、吐出量162l/min、タンク容量590lで、上記アクチュエータ性能を満たすため、油圧源に加えてアキュムレータを4台備えています。油圧源とアキュムレータは建築防災実験室の地下ピットに、クーリングタワーは屋外に設置されており、年末の大掃除にはクーリングタワーの清掃作業が加わることになりました。

アクチュエータによって、動的実験はもちろんありますが、現時点で導入されている制御システムで、外部からの変化する変位目標信号により、アクチュエータの変位を目標変位に追従する擬似動的実験(pseudo dynamic実験)を行うことが可能となっています。将来的には、制御装置およびシステムに追加機能を加えることによって、リアルタイム・ハイブリッド実験が可能となるシステムですので、2014年3月に建築システム実験室に設置された振動台と連動させたハイブリッド実験も行える可能性があります。

今回の高出力の油圧アクチュエータシステムの導入によって、巨大地震等による動的外乱に対して安全・安心かつ次世代の高度な要求に応える構造物を創生する研究、構造物の動的極限性能に基づき資源を有効利用する設計法に関する研究が可能となりました。学生の教育においても、地震力をはじめとする様々な動的作用を受ける構造物のダイナミックな損傷・破壊プロセスの再現と、それらの現象把握や解明等の動力学の教育(体験的な構造物の破壊制御と安全性に対する認識の向上)が可能となりました。

今後、本システムを活用して有意義な研究・研究成果を積み重ねて行きたいと考えています。



写真3 アキュムレータ

■中嶋麻起子（助教）
環境工学（熱・空気環境計画）

私たちの身の周りの建物をよく観察すると、建物外壁の一部あるいは全体が黒色～緑色に変色している現象が多く見られます。これらは、例えば屋上近くの外壁面から流れ落ちる形の変色や、壁面全体の変色として現れます。このような変色は藻類などの微生物の壁面への付着・生育が原因となっています。一般的に藻類とはワカメや昆布のように水中に生育しているものと思われていますが、空気中や土壤中、ときには水上・温泉の中、さらに植物や動物の表面のように様々な環境下で生育している種も存在します。数年前に動物園のシロクマが緑色に変色したというニュースが流れ、ストロー状の体毛中にラン藻類が生育していることが原因であったと報告されました。そもそも藻類とは一体何なのでしょうか。生物学的分類によると、藻類とは酸素発生型光合成を行う生物のうち、コケ植物、シダ植物、種子植物を除いた残りすべての生物と定義されています。多くの藻類は海水・淡水中に生育していますが、上で述べたようにその生育の場は多様であり、地球上のあらゆる場所に分布しているといつても過言ではありません。そのうち、陸上の岩や樹皮、コンクリート塀の表面など大気中で生育しているものは気生藻類(Aerial algae, Airborne algae)と呼ばれています。気生藻類は強い耐乾性をもち、低湿度の環境下においては休眠状態となって生存していますが、高温にさらされた場合は数分～数十分で死滅してしまうと報告されています。外壁面での藻類の生育メカニズムについては未解明な点が多く、どのような場所に生育し、どのような条件下で増殖・死滅するのかを明らかにすることは、外壁汚れへの対応策として重要となります。

このような外壁面での藻類生育について、現在までに汚れの発生状況の実態調査、外壁の熱水分性状解析に基づく藻類生育可能性についての検討、実際に外壁面に藻類が生育している建物での環境測定、藻類の増殖・死滅モデルの作成を行ってきました。実態調査では、京都市内

の435棟の建物について外壁汚れの発生状況の調査を行い、外壁の方位・材料などと汚れの発生状況との関連について検討しました。約半数の230棟で汚れの発生が確認され、北向き外壁での汚れ発生が最も多くなっています。また、調査対象の建物のうちの数箇所で汚れの採取・観察を行い、すべての部位での藻類の細胞を観察しました。外壁面での藻類生育について、これまで降雨水による水分供給が鍵になっていると考えられてきましたが、この調査の結果、軒下外壁のように降雨が直接当たりにくい部位でも藻類の生育が確認されました。このような部位では、藻類は生育に必要な水分をどこから得ているのでしょうか。本研究では大気中の水蒸気や壁体内部の水分が供給源となっていると考え、解析と測定の両面から外壁表面での藻類生育について考察しています。現時点において、軒下のように雨水が直接当たりにくい部位での藻類の増殖・死滅のメカニズムについて以下のように仮定しています。藻類の付着はあらゆる外壁で発生しますが、日射が当たりやすく低湿度・高温になりやすい部位では、付着した藻類が死滅しやすいため目視により判別できるような汚れは発生せず、逆に日射が当たりにくく低湿度・高温が発生しにくい部位では藻類が増殖し、やがて目視により判別できる程度の汚れが生じます。このメカニズムに基づいた簡易モデルを作成し、外壁面での藻類の個体数を求めたところ、その増殖・死滅傾向についてよく再現することができました。

外壁面への藻類の付着・生育について研究すべき点は多くあります。降雨などにより液水が供給される部位での生育条件の定量化、付着した藻類の乾燥・剥離や藻類自身の水分吸収・保持による材料表面への影響についての検討も必要とされています。今後も外壁面での藻類を含む様々な生物の発生について研究を続けていきたいと思っています。



壁面に付着している藻類



藻類の顕微鏡写真



外壁面汚れの様子(流れ落ちる形・ひび割れ周辺)



外壁面汚れの様子(流れ落ちる形・ひび割れ周辺)