

鉄道施設の合理的な耐震対策に関する研究

鉄道システムは土木・建築構造物、軌道、電車線、車両など様々な施設、要素によって構成されています。1995年の兵庫県南部地震や2004年の新潟県中越地震が発生して以降、様々な地震対策、脱線対策が活発に推進されていますが、これらの地震対策はそれぞれ独立に実施されているという現状があります。そのため各施設が保有している耐震性能が異なっている可能性が考えられます。

鉄道システム全体の地震時の安全性向上を目標とした場合には、各施設の耐震性能、耐震対策効果を共通の指標で評価する必要があります。また、限られた予算の中で効果的な耐震対策を実施するには、補強の優先順位や工法の選択について合理的な方針を決定する必要があると考えられます。こうした中で、各鉄道システムの地震リスクを算定し、この地震リスクから評価されるライフサイクルコストという共通の指標に基づいた耐震対策優先度判定法の提案を行いました(図1)。

まず、近年の活発な地震活動や活断層調査が実施された結果、対象地点で想定される地震動を確率論的に評価することが可能となりました。この発生確率を持った地震動と対象地点の地盤条件を用いて地盤の動的解析を実施することで、地表面位置での地震動を評価することが出来ます。さらにこの地表面位置での地震動を各種施設に入力することで、各施設の地震時損傷確率を算定することができます。得られた損傷確率と復旧に要するコストを掛け合わせることで、地震時補修コストの期待値を求めます。この補修コストと地震対策を行った場合の補強コスト、列車が停止した場合の営業損失を算定することにより、地震発生を想定した場合のライフサイクルコストを算定します。そしてこのライフサイクルコストを耐震対策前後の各条件に対して算定し、耐震対策前後のライフサイクルコストの差分をDLCCと定義することで、耐震対策効果を評価します。各種耐震対策箇所、耐震対策工法毎にDLCCを算定することで、各種対策効果の優劣を定量的に判定することが可能となります。

図2は、提案手法を用いた耐震対策優先度判定のイメージを表現しています。対策箇所として、A、B、Cの3箇所(例えば盛土、高架橋、電車線柱の3箇所)を想定し、それぞれに対してDLCCを算定します。今回の図では、箇所Bに対策をすることでDLCCが最大となることが分かりますの

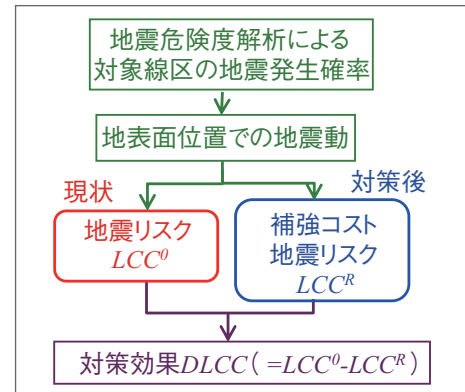


図1 耐震対策効果(DLCC)の算定フロー

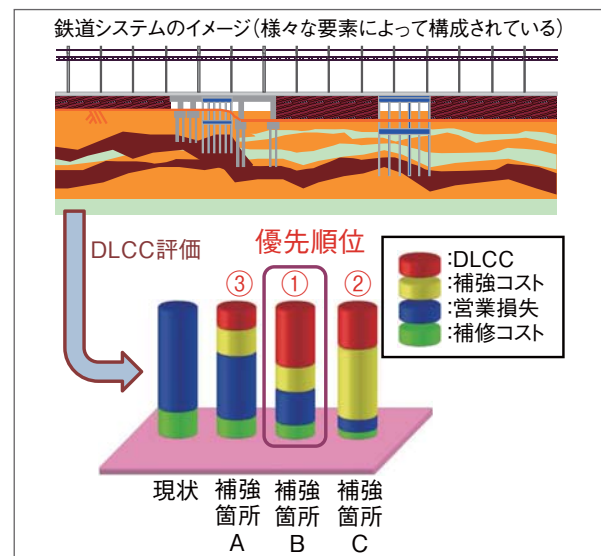


図2 耐震対策優先度の判定イメージ

で、対象路線において優先的に実施すべき対策として箇所Bを選定することが出来ました。

さらに提案手法をサンプル路線に適用し、耐震対策優先度判定の試算を実施した結果、路線の地震環境(断層の有無、各断層の規模、発生確率)の違いによって最適な対策優先度が変わることが明らかになりました。つまり提案手法を用いることで、地点の地震活動度、地盤条件、構造条件、輸送量などを考慮した上で、対象とする路線毎に適切な耐震対策を選択することが可能となります。

また本手法は各路線間の対策優先度を判定する場合においても適用可能であり、耐震対策の優先順位を考える幅広い機会に活用されることが期待されます。

(構造物技術研究部 耐震構造 坂井公俊)