

橋梁劣化に対する施工年代と環境の影響評価について

岐阜大学工学部 正会員 ○張 青
岐阜大学工学部 正会員 森本 博昭

1. はじめに

岐阜県が管理する橋梁は、大部分が施工時期で言えば昭和初期から現在まで、また、地域的な広がりで言えば温暖な地域から山間部寒冷地までが含まれる。コンクリート構造物の劣化はこれら構造物をとりまく種々の諸要因の影響を大きく受ける。構造物の長寿化のための設計、施工法を検討するために、橋梁劣化に対する施工年代と使用環境の影響の分析が必要である。

本研究では、橋梁点検データに基づいて劣化の機構を推定する際、推定精度を向上させるための施工年代、環境因子に関わる劣化機構発生 of 潜在的リスクを評価する手法を提案する。さらに実橋を対象として、目視点検、現場調査を実施し、劣化機構と潜在的リスクとの関連についての検証を行なった。

2 岐阜県下コンクリート橋梁の劣化の現状と特徴

本研究では、岐阜県の11地区における、昭和10年から昭和60年代までに建設された392橋に対して、健全度調査を実施した。調査の結果、対象とした392橋の中に197橋(50.3%)に劣化対策が必要と判断された。橋梁劣化は供用年数に加えて、地域環境(気象と地理)とも密接な関係がある。岐阜県は、山岳部が多く冬季には厳しい自然環境にさらされる地域が多く存在する。本研究では、昭和30年代の橋梁を取り上げて地域と劣化との関連を分析した。岐阜県各地域において対策が必要と判断された橋梁の割合は、飛騨(古川, 高山, 萩原)は50.7%, 中濃(八幡, 美濃, 加茂)は31.7%, 西濃(大垣, 揖斐)は26.3%, 岐阜24.6%, 東濃(恵那, 多治見)は24.3%であった。岐阜県全体では31.5%であり、中濃と飛騨地方では平均より高く、特に飛騨地方は50.7%に達した。岐阜県の気象資料によると、冬季0℃以下の日数100日以上、そして積雪がある地域は八幡, 萩原, 高山, 古川であり、環境因子などが損傷、劣化に大きく影響することが確認できた。

3 劣化に対する施工年代、環境因子との関連

3. 1 施工年代との関連

本研究では、ある時代に施工されたコンクリート構造物は、それぞれの施工時期によって異なる劣化リスクを持つことに着目した。施工時期に関連する劣化機構発生 of 潜在的なリスク要因は以下のようなものが考えられる。

① 高度成長期(1970-1980年): 生コン加水の問題があった頃。② 現場練り時期(1960年以前): 最初の生コン供給は1951年頃。③ 塩分量の規制前(1989年以前): 1987年から塩化物総量規制を開始。④ アルカリ量の規制前(1991年以前): 1989年に建設省総プロにてASR抑制対策開始。⑤ RC床版の配力筋不足(1970年以前): 1967年から主鉄筋の70%。⑥ RC床版厚の不足(1971年以前): 1968年から $3L+11 \geq 16$ に規定。⑦ 床版防水工未施工(1988年以前): 1987年に床版防水工指針。劣化機構と潜在的発生リスク要因①～⑦との関連性は、塩害が①、②、③、中性化が①、②、凍害が①、②、ASRが①、②、④、そして、疲労が①、②、⑤、⑥、⑦と考えられる。

3. 2 環境因子との関連

本研究では、高山地区の環境データを基づいて、環境の厳しさに応じて、厳、大、中、少4段階にランク分けを行った。環境因子に関連する劣化機構発生 of 潜在的なリスク要因は主に ① 年間降水量。② 年間降雪量。③ 最低気温。④ 日交通量。⑤ 日大型車交通量。⑥ 融雪剤の散布量。⑦ 路面排水および道路幅員構成などが考えられる。劣化機構と潜在的発生リスク要因①～⑦との関連性は、塩害が①、②、⑥、⑦、中性化が④、⑤、凍害が①、②、③、⑦、ASRが①、②、⑦、そして、疲労が①、②、⑤、⑦と考えられる。

4 調査対象

本研究で提案する橋梁の劣化機構を推定精度を向上させるための施工年代、環境因子に関わる劣化機構発生 of 潜在的リスクの評価手法の実用性を検証するため、岐阜県高山地区において、1958年に完成した0橋のRC床版の劣化の調査ならびに劣化リスクの検討を行なった。0橋は竣工して46年間を経ているが、損傷、劣化は部分的に重篤な状態にある。この橋梁の点検結果に基づき、本研究で提案した施工年代、使用環境の影響により、0橋

の劣化機構を総合的に推定した。さらに、推定結果の適用性を検証するために、目視点検などの現場調査を行った。

4. 1 劣化機構に対する施工年代と環境因子の影響

橋梁の劣化機構は施工年代、地域環境と密接な関係がある。1960 年以前は現場練り時期であること、1970 年以前 RC 床版の配力筋不足、1971 年以前 RC 床版厚の不足であること、塩化物総量規制は 1987 年の開始であること、1988 年以前は床版防水工の未施工であること、そして 1989 年になり建設省総プロにて ASR 抑制対策が開始されたことを勘案すると、1958 年に完成した 0 橋は床版の疲労現象を発生しやすいし、防水、塩害、ASR に対して本格的な対策はとられていなかったと考えられる。表—1 は 0 橋において、各劣化機構に該当する施工年代に関する劣化要因を示したものである。表から、0 橋においては疲労、塩害、ASR による損傷劣化のリスクが高いことがわかる。また、0 橋は岐阜北部の山間部にあるため、年間降水量、降雪量は大きいし、冬は最低気温 -4.9°C となり、橋面部の凍結を防ぐために融雪剤の散布量が多い。表—2 では、使用環境に関する該当劣化要因を示したものである、表から、環境因子に関わる潜在的リスクの影響度では疲労、塩害が最も高いことがわかる。

4. 2 目視点検

点検は岐阜県橋梁健全度調査の点検マニュアルに従って行い、損傷状況の把握および劣化機構の推定を行った。0 橋の RC 床版の損傷では、コンクリートの一方向、二方向のひび割れ、遊離石灰、鉄筋の錆汁が認められた。図—1、2に示すように、コンクリート二方向のひび割れ、遊離石灰などの現象があるので、疲労が発生していると判断される。また、コンクリート一方向のひび割れ、鉄筋の錆汁の現象があるので、塩害が発生も考えられる。以上の結果は前述の施工年代と使用環境による潜在的劣化リスクの推定結果とほぼ一致することが確認できた。

5 あとがき

本研究では、橋梁点検データに基づいて、劣化の機構を推定する際、推定精度を向上させるための施工年代、環境に関わる因子の各劣化機構発生に対する潜在的リスクを評価する手法を提案した。本研究で提案した劣化リスク評価手法による劣化リスクを目視点検により確認することができた。劣化リスク評価精度をさらに向上させるためには、施工時期および環境に関わる因子の重み付け（影響度）および要因間の連関などを分析、検討していく必要がある。

表-1 施工年代に起因するリスク

		塩害	中性化	凍害	ASR	疲労
① 高度成長期	1970-1980年					
② 現場練り時期	1960年以前	○	○	○	○	○
③ 塩分量の規制前	1989年以前	○				
④ アルカリ量の規制前	1991年以前				○	
⑤ RC床版の配力筋不足	1970年以前					○
⑥ RC床版厚の不足	1971年以前					○
⑦ 床版防水工未施工	1988年以前					○

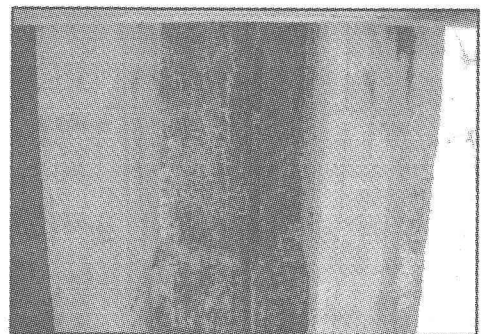


図-1 ひび割れ・遊離石灰状況(床版 1)

表-2 使用環境に起因するリスク

	数値	塩害	中性化	凍害	ASR	疲労
① 年間降水量 mm	2411	大		大	大	大
② 年間降雪量 mm	178	大		大	大	大
③ 最低気温 $^{\circ}\text{C}$	-4.9			小		
④ 日交通量 台/日	4253		中			
⑤ 大型車交通量 台/日	760					中
⑥ 融雪剤散布量 t/km	4.89	大				
⑦ 道路幅員構成	狭い	大				大

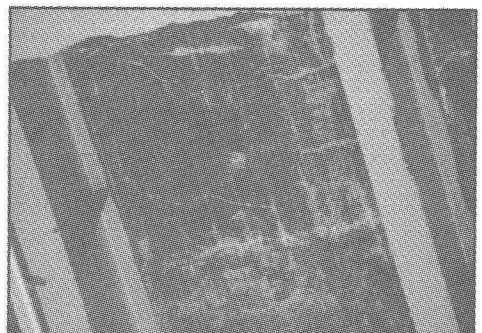


図-2 ひび割れ・遊離石灰状況(床版 2)