道路橋の点検データに基づく部材の損傷発生頻度のマクロ分析事例

（独）土木研究所　正会員　○加藤　隆雄
（独）土木研究所　関　慎一郎
（独）土木研究所　正会員　石田　雅博
（株）建設技術研究所　正会員　塚田　祥久

１．はじめに

高度経済成長期に建設された膨大な道路橋ストックの高齢化が急速に進むため，落橋等の重大な事故を防ぐ保全の重要性が一段と高まっている．損傷発生頻度が高い部材（以下，「高リスク部材」）の抽出は，効率的な保全に寄与する．そこで，8 つの地方整備局が管理する約 2 万 1 千橋の道路橋の定期点検データのマクロ分析に基づき，高リスク部材の抽出を試みた．その結果について報告する．

２．分析の手法

橋梁定期点検要領（案）[1)]（以下，「点検要領」）に基づいて実施された点検のデータ，および橋梁管理カルテデータ（設計基準，補修履歴など）を分析に用いた．点検要領では，26 種類の損傷に着目して，損傷の程度，対策区分が判定される．本検討では，鋼部材の亀裂，コンクリートのひびわれなどの主要な損傷（**表−1**）を対象に分析した．高リスク部材の抽出だけでなく，その部材と「道路橋示方書・同解説」（以下，「道示」）をはじめとする技術基準の変遷，施工年代などとの関連性を分析した．

３．分析結果

技術基準の変遷，施工年代との関連性があると考えられる高リスク部材の例を以下に示す．損傷発生頻度は，対策区分 C「速やかに補修等を行う必要がある」の部材数を対象全部材数で割った値（%）とした。

鈑桁の疲労亀裂：たわみの許容値に着目した技術基準の変遷を**表−2** に示す．この変遷と損傷発生頻度の関係を**図−1** に示す．損傷発生頻度は，年代 3 は年代 2（0.6%）の約 3 倍の 1.8%となり，年代 4 になると 0.8%に減少する．たわみの許容値が大きい年代 3（1964-1971）の設計基準の部材が高リスクであることが分かる．

RC 床版のひびわれ：RC 床版については，既にひびわれの補修が行われた橋梁が多い．補修履歴のある橋梁において，どの部材（径間）が補修されたかは不明である．ここでは，全部材について補修が行われたと仮定した．最小全厚等の仕様に着目した技術基準の変遷を**表−3** に示す．この変遷と損傷発生頻度の関係を**図−2** に示す．年代 2 および年代 3 では，部材数の 30%以上が補修されている．補修未実施橋梁について，損傷発生頻度は，年代

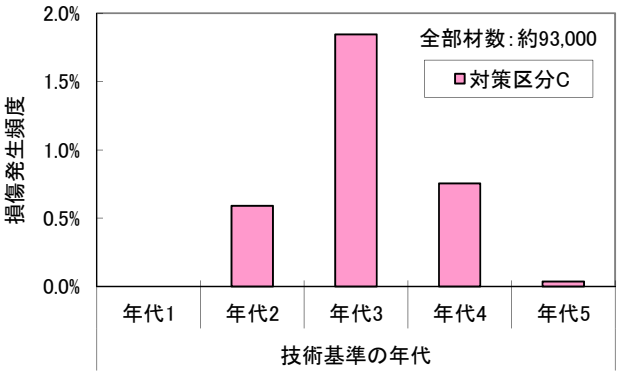
表−1　分析した損傷

部材	損傷	原因
鈑桁	亀裂	疲労
鋼床版	亀裂	疲労
RC 床版	ひびわれ	疲労
上部工（RC+PC）	ひびわれ，鉄筋露出	塩害
下部工（RC）	ひびわれ，鉄筋露出	塩害
下部工（RC）	ひびわれ，鉄筋露出	ASR
ポステン PCT 桁	ひびわれ，鉄筋露出	グラウト不良

表−2　鈑桁のたわみ許容値の変遷

技術基準の年代			たわみの許容値（m）*
1	1955 以前	S14 鋼道示	死荷重および等分布荷重に対し L/600
2	1956-1963	S31 鋼道示	活荷重に対し L/600
3	1964-1971	S39 鋼道示	活荷重に対し L/500
4	1972-1993	S47 道示	活荷重に対し L/(20,000/L)
5	1994 以降	H6 道示	同　上

* L：支間長（m），年代 4 は 10<L≦40
　年代 4 と 5 は活荷重が異なる



図−1　鈑桁の疲労亀裂発生頻度

キーワード　道路橋，損傷，保全，点検，データベース
連絡先　〒305-8516　茨城県つくば市南原 1-6　(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センター　TEL 029-879-6773

表-3　RC 床版の最小全厚等仕様の変遷

技術基準の年代			最小全厚等仕様*
1	1955 以前	S14 鋼道示	許容応力度 130N/mm^2
2	1956-1963	S31 鋼道示	配力筋 25%，最小全厚 14cm
3	1964-1967	S39 鋼道示	許容応力度 140N/mm^2
4	1968-1977	S43 鋼道路橋床版設計暫定基準	配力筋 70%, 最小全厚 16cm
5	1978 以降	S53 道路橋 RC 床版設計施工指針	許容応力度に対し 20N/mm^2 程度の余裕を持たせる

＊ 許容応力度は鉄筋，配力筋量は主鉄筋量に対する割合

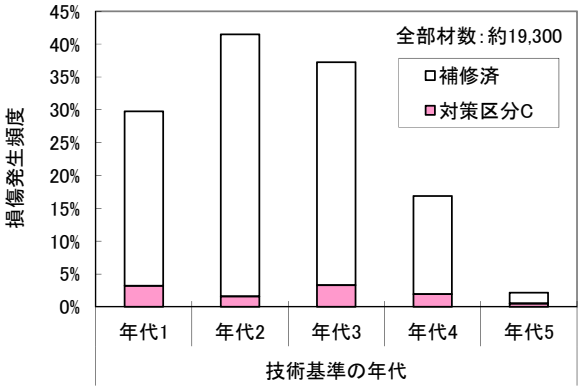


図-2　RC 床版のひびわれ発生頻度

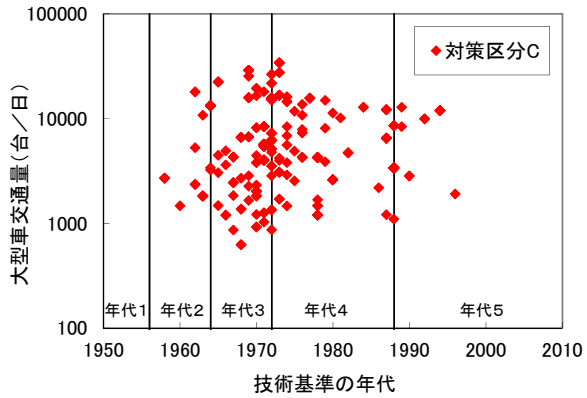


図-3　大型車交通量と RC 床版のひびわれ発生

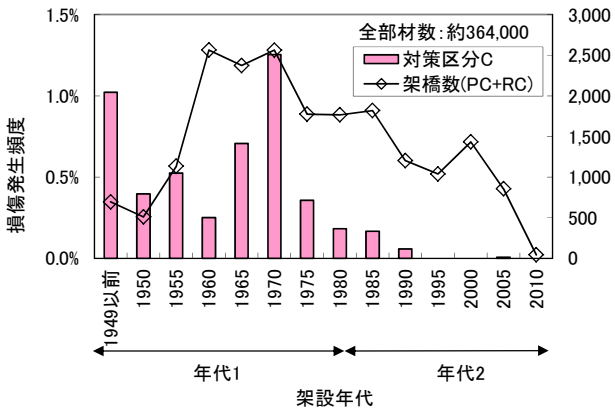


図-4　上部工の塩害発生頻度

3 は年代 2（1.6%）の約 2 倍の 3.3%となり，年代 4 になると 1.9%に減少する．年代 3 は，年代 2 に比べて補修済み部材割合は減少しているが，損傷発生頻度が増加している．桁のたわみの許容値が緩和されたこと（前述），および鉄筋の許容応力度が大きくなったことが要因として考えられる．年代 1 から 4（1977 年以前）の設計基準の部材が高リスク部材であることが分かる．

大型車交通量と損傷発生（対策区分 C）の関係を**図-3** に示す．大型車交通量が大きくなるほど，損傷が増加するという関係には明確になっていないことが分かる．

コンクリート上部工の塩害：コンクリートの塩害に関する技術基準の年代は，「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説」（日本道路協会，昭和 59 年）が出版される前の年代 1 と以降の年代 2 に分ける．コンクリート（RC および PC）の上部工について，原因が塩害とされるひびわれ，もしくは剥離・鉄筋露出を分析対象の損傷とした．損傷発生頻度と架設年（5 年単位）の関係を**図-4** に示す．1970-1974 の損傷発生頻度が最も大きく 1.3%であり，次が 1965-1969 の 0.7%である．1975-1979 では 0.4%に減少する．年代 1 のなかでこのような傾向を示している要因として，1960-1974 は高度経済成長期で架設数がピークであり，熟練工が不足したこと，また，1965 頃よりポンプ圧送が普及し，単位水量の多い低品質のコンクリートが使われることが多かったこと，が考えられる．年代 2 の初期の 1985-1989 は，損傷発生頻度は 0.2%である．1965-1974 に架設された部材が高リスク部材であることが分かる．

4．まとめ

鈑桁の疲労亀裂，RC 床版のひびわれ，コンクリート上部工の塩害について，損傷発生頻度が高い部材（高リスク部材）を約 2 万 1 千橋の道路橋の定期点検データのマクロ分析に基づき抽出することができた．また，これらの損傷に関する技術基準改定の効果をマクロ的に確認できた．検討が行えたことは，点検データベースの有用性を示しているともいえる．今後の課題として，損傷の部位によっては落橋や重大損傷など，橋全体系の安全性に重大な影響を及ぼす可能性があるため，高リスク部材について，構造のディテール等，より細かな要因についての分析を行い，構造物の状態を適切に調査・診断するための技術を確立していくことが必要である．

参考文献　1) 国土交通省道路局：橋梁定期点検要領（案），2004.