アルカリ骨材反応の影響で劣化したRC床版の耐荷性能について

パシフィックコンサルタンツ株式会社　正会員　鈴木　剛
パシフィックコンサルタンツ株式会社　正会員　荒木　誠司
パシフィックコンサルタンツ株式会社　○佐藤　喬

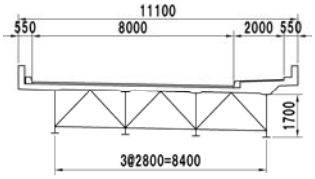
1．はじめに

わが国では,1970 年代の高度経済成長期をピークに多くの橋梁が施工された．しかし，更新の目安とされる竣工後 50 年を迎える橋梁の増加とともに，これら橋梁の老朽化による維持管理費の増大が懸念される．

本稿で取り上げる橋梁は，1980 年に供用開始された重交通路線（53,000 台/日）に架かる橋梁である．当該路線は交通量が多く，近傍に迂回路のない路線である．そのため，床版打ち換えによる抜本的な対策は，交通規制上の制約も多く，多大な費用が必要となることが予想された．そこで，アルカリ骨材反応により劣化した床版の利用可能性について，FEM 解析に基づき，その床版の耐荷性能を評価した．

2．橋梁諸元

対象橋梁は，下記のような構造諸元を有する橋長 542.4m，全幅員 11.1m の橋梁である（**図 1** 参照）．その中で，P12-13 径間部の鋼単純鈑桁(L=23.1m)において，アルカリ骨材反応の影響による床版の劣化が確認された．



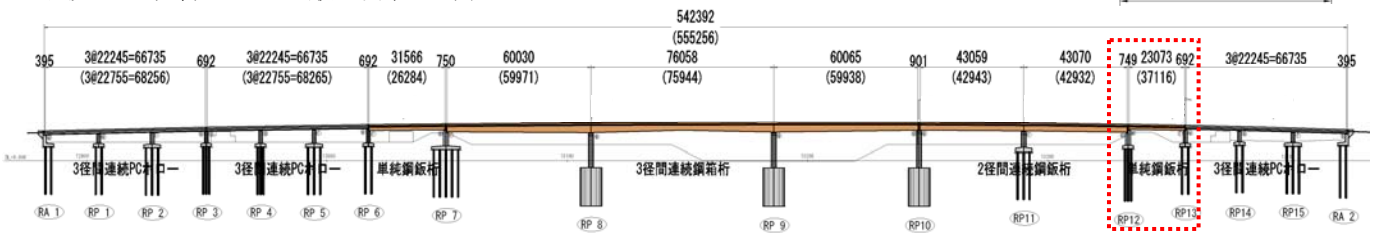


図 1　橋梁諸元

3．床版の性状調査結果

(1) コア性状および微細ひび割れ観察

採取したコアの目視および微細ひび割れ観察の結果，水平ひび割れが床版上面から 5cm 付近において視認された．また，アルカリ骨材反応の特徴である粗骨材を貫通するひび割れも確認された（**写真 1** 参照）．

(2) 有害鉱物判定（偏光顕微鏡観察試験）

粗骨材に，アルカリ骨材反応の主原因となる有害鉱物であるトリディマイトを 10%程度含有していることが確認された（**写真 2** 参照）．

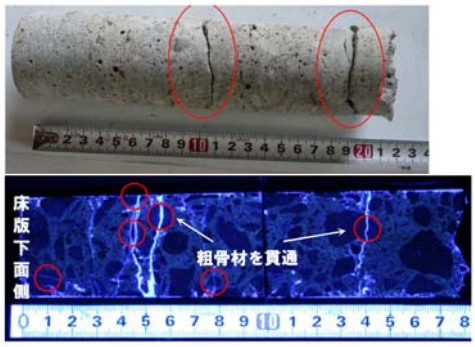


写真 1　コア性状写真

(3) 圧縮強度・静弾性係数試験

圧縮強度および静弾性係数試験の結果，雨水の浸入等による水の供給が多い桁端部や地覆付近では，コンクリートの静弾性係数は 8.0kN/mm^2，圧縮強度は 31.0 N/mm^2 を示しており，骨材膨張が進行していることが伺える．その一方，床版中間部では，コンクリートの静弾性係数は 19.7kN/mm^2，圧縮強度は33.9 N/mm^{2}を示しており,比較的健全な状態であると考えられる．

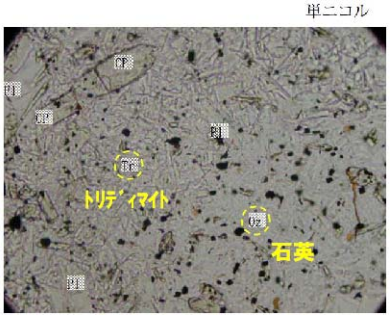


写真 2　偏光顕微鏡写真

(4) 残存膨張量試験

床版張り出し部から採取したコアにて残存膨張量試験を実施したが，今後有害な影響を与える骨材膨張は認められなかった．しかし，骨材にアルカリ骨材反応性の鉱物が確認され，静弾性係数の低下や粗骨材を貫通する微細ひび割れも観測された．このことから床版は，アルカリ骨材反応による影響を受けたものの，骨材膨張は収束しつつある状態にあると考えられる．

キーワード：アルカリ骨材反応，鋼単純鈑桁，RC 床版，FEM 解析，橋梁補修設計
連絡先　　：〒060-0807 札幌市北区北 7 条西 1-2-6 パシフィックコンサルタンツ(株)北海道支社　TEL011-700-5224 FAX 011-700-5221

4．FEM 解析

(1)解析モデル

解析モデルは，**図 2** に示す二次元モデルとした．コンクリート構成則は等価 1 軸則に基づき，引張軟化則は指数型軟化則（Hordjik），圧縮軟化則は応力が零まで低下した時の塑性変位量を規定した破壊力学による軟化則を用いた．鉄筋構成則は，降伏後の降伏強度のまま応力が増加しない完全弾塑性モデルを用いた．また，鉄筋とコンクリートとの付着は完全と仮定した．更に，床版に発生した水平ひび割れを考慮するため，ひび割れ位置である床版表層から 5cm の位置にインターフェース要素を設け，床版の剥離・横ずれを考慮できるモデルとした．

(2)解析ケース

FEM 解析は，**表 1** に示す 3 ケースを行った．Case．1 は床版の健全時をモデル化したものであり，Case．2，Case．3 は床版の劣化を考慮したモデルである．また**図 2** に示すように，床版上に B 活荷重相当の集中荷重（T 荷重）を載荷し，作用応力の大きくなる断面①～断面③に発生する応力を算出した．

表 1　解析ケース

CASE	弾性係数 [kN/mm²]	圧縮強度 [N/mm²]	床版 水平ひび割れ
1	19.7	33.9	なし
2	8.0	31.0	なし
3	8.0	31.0	あり

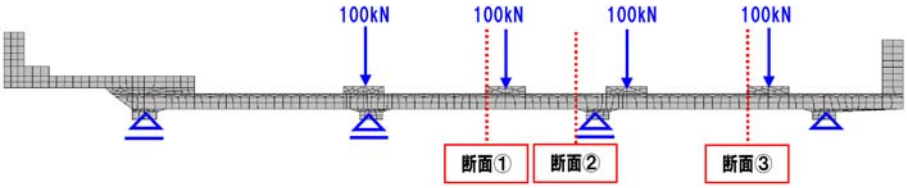


図 2　検討断面と作用応力

(3)解析結果

1) 静弾性係数の低下による影響

圧縮側は，静弾性係数の低下により，コンクリートに応力が入りにくくなるため，鉄筋の負担する応力が増加する傾向にある．

基本的には引張側も，断面①のように傾向は圧縮側と変わらない．ただし，断面②，断面③において，静弾性係数の低下により，中立軸が引張側に移行するため，鉄筋の負担応力が低下することと，静弾性係数の低下によってひび割れの発生が抑制されるため，コンクリートの負担する応力の増加が見られる（**表 2** 参照）．

表 2　解析結果一覧表

			断面①			断面②			断面③		
			Case．1	Case．2	Case．3	Case．1	Case．2	Case．3	Case．1	Case．2	Case．3
上面	σc	N/mm²	-3．81	-3．21	-3．69	1．15	1．44	1．40	-7．26	-5．39	-6．19
	σs	N/mm²	-19．41	-38．20	-39．89	80．63	75．64	81．10	-34．92	-62．80	-64．39
下面	σc	N/mm²	1．70	1．24	1．20	-2．84	-2．32	-2．34	0．51	1．91	1．85
	σs	N/mm²	17．38	31．36	30．11	-27．11	-56．31	-56．28	68．98	48．27	46．52

引張側を＋，圧縮側をーで表記する。

2) 床版上面の水平ひび割れの影響

Case.2 と Case.3 の比較では，応力状態に大きな差異は認められない．水平ひび割れ発生部は，主に圧縮応力が作用しているため，ひび割れが発生しても，重ね梁のような一体的な挙動をすることにより，水平ひび割れによる影響が少なかったと考えられる．

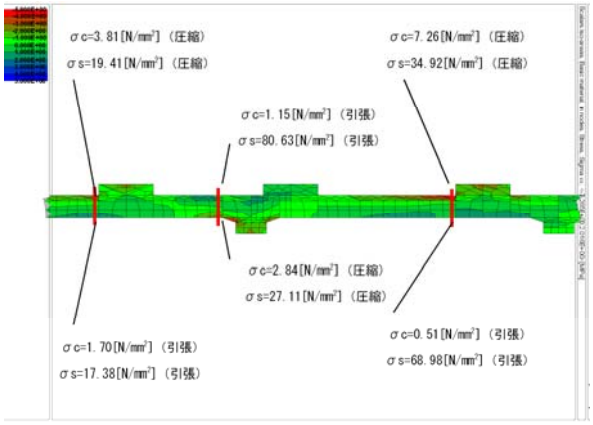


図 3　発生応力図（Case．1）

5．おわりに

アルカリ骨材反応に起因したコンクリートの物性値の低下や水平方向ひび割れは，床版の耐荷性能に及ぼす影響が小さいことが確認できた．このことから，アルカリ骨材反応の影響を受けた床版であっても，長期的な利用可能性を否定するものとはならないと考えられる．しかし，ひび割れが床版上面に発生する場合，舗装との付着が不十分となるため，舗装の劣化を助長する要因となることが懸念される．そのため，アルカリ骨材反応により劣化した床版の利用可能性については，アルカリ骨材反応以外の劣化因子も含め，床版や舗装の耐久性を検証することが必要である．あわせて，道路に求める機能や路線における維持管理の考え方を勘案し，路線としての最良な対策案を選定していくことが重要であると考える．

参考文献

（社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，2002．3