

鋼板接着 RC 床版における下段鉄筋付近の水平ひび割れに関する原因推定

内外構造(株)正会員○中谷 文哉

内外構造(株)正会員前川 敬彦

阪神高速技術(株)篠宮 拓

1. はじめに

阪神高速道路の鋼板接着補強した RC 床版（以下，鋼板接着 RC 床版という）では，水平ひび割れの大半が下段鉄筋付近で確認されている¹⁾．鋼板接着 RC 床版は，床版上面の床版防水工や床版下面の鋼板接着補強が比較的早い時期から順次実施されており，疲労劣化や劣化因子の侵入の影響は考えにくい．しかし，高架下に街路を有していることから，車両の排気ガス等に起因する劣化が補強前に進展していた可能性は否定できない．本稿では，文献 1) の塩分量測定結果や床版下面の中性化深さ測定結果から下段鉄筋付近の水平ひび割れ（以下，下段ひび割れという）の発生原因を推定したので報告する．

2. 調査数量

試料となるコンクリートコアは車線ごとに 1 本採取した．採取位置はパネル（主桁と対傾構間で挟まれた鋼板接着 RC 床版）単位で実施した水平ひび割れの調査箇所と一致しないため，同一車線内に位置するパネルは全て同じ測定値と仮定した．塩分量測定は 1,624 パネル（124 径間 342 車線）を対象とし，床版上面付近，上段鉄筋付近，床版中央付近および下段鉄筋付近の 4 深度で塩化物イオン濃度を分析した．また，床版下面の中性化深さは 1,624 パネルのうち床版貫通した 1,100 パネル（90 径間 233 車線）を対象とした．

3. 塩分量測定

塩分量は蛍光 X 線分析装置で測定した．深度別の塩化物イオン濃度を図-1 に示す．図中では，腐食発生限界塩化物イオン濃度²⁾1.8kg/m³（W/C = 50%，普通セメント使用で算出．以下，閾値という）に着目した．閾値以上のパネル比率は，床版上面付近が 29%と最も高く，次いで下段鉄筋付近の 14%であった．床版上面から床版中央付近までの濃度分布からすると，下段鉄筋付近の塩化物イオン濃度は上面からの侵入とは別の要因が影響したと推測される．

次に，塩化物イオン濃度と水平ひび割れの関係を図-2 に示す．床版上面～上段鉄筋付近の 2 深度は水平ひび割れの発生率が 1%以下で，塩化物イオン濃度の大小による有意差も認められない．一方，下段鉄筋付近は水平ひび割れの発生率が 5～13%と他深度より高い．また，水平ひび割れの有無で塩化物イオン濃度の大小に有意差が認められることから，下段ひび割れの発生に塩害が影響している可能性がある．

4. 床版下面の中性化深さ測定

中性化深さは JIS A 1152 に準じて測定した．下段ひび割れの有無と下面中性化深さの関係を図-3 に示す．図中では，設計かぶりの 1/2 に相当する 15mm および純かぶり 22mm に着目した．中性化は下段ひび割れありのパネルで進行する傾向

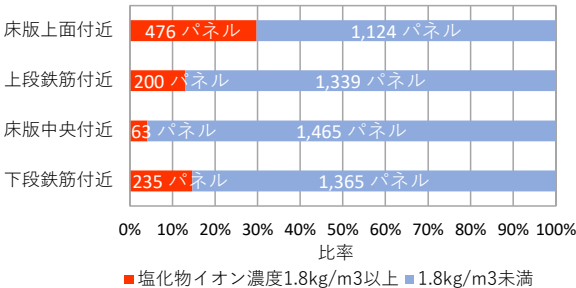


図-1 深度別の塩化物イオン濃度

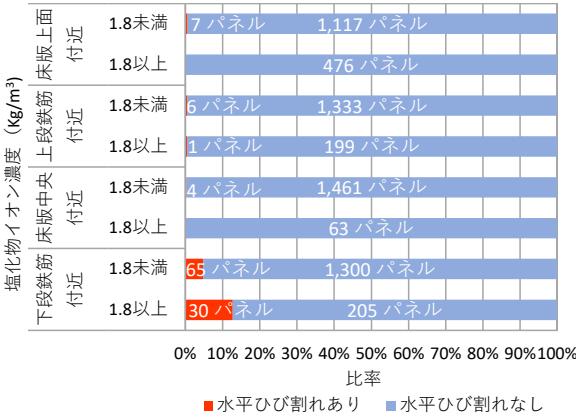


図-2 塩化物イオン濃度と水平ひび割れの関係

キーワード 鋼板接着 RC 床版，水平ひび割れ，塩害，中性化，複合劣化

連絡先 〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町 2 - 5 - 7

内外構造(株) TEL06-6484-7110

が見られる．しかし，中性化深さが 22mm 以上のパネル比率は 4～6%とわずかである．また，下段ひび割れの有無による有意差も認められないため，中性化は下段ひび割れの主な原因でないとは推定される．

5．下段ひび割れ発生原因の推定

下面中性化深さと下段鉄筋付近の塩化物イオン濃度の関係を図-4 に示す．塩化物イオン濃度が閾値以上のパネル比率は，中性化深さが 15～22mm 未満のパネルで最も高くなっており，下段ひび割れありのパネルで 56%，下段ひび割れなしのパネルで 22%であった．下段ひび割れの有無による明確な有意差が認められ，かつ床版下面から 15～22mm 未満が下段鉄筋手前に位置することを考慮すると，中性化による塩分濃縮，すなわち中性化と塩害の複合劣化が原因と推定される．これは，下段鉄筋が腐食し，その腐食膨張圧でひび割れが発生したことを意味している．現時点では下段鉄筋の腐食状況が把握できていないが，著者らは過去に阪神高速道路の切り出し床版において下面の中性化，下段ひび割れおよび下段鉄筋の腐食(写真-1～2)を確認している．この切り出し床版では塩分量測定が実施されていないが，下面中性化や下段ひび割れの状況が本調査結果と概ね一致していることから，本調査で下段ひび割れを確認したパネルについても下段鉄筋が腐食している可能性が高いと考えられる．

ここで，鋼板接着補強は，当初は損傷度の高いパネルが対象であったが，その後は予防保全的に実施されており，補強までの経過年数がパネルごとに異なっている．そこで，補強までの経過年数と下面中性化深さの関係を図-5 に整理した．中性化は，補強までの経過年数が長くなるほど進行する傾向にあり，早いものでは竣工後 5～10 年経過した時点で下段鉄筋に達している．このように，床版下面は中性化が進行しやすい環境下であり，早期の鋼板接着補強が中性化の進行抑制に寄与していることがわかる．

6．おわりに

本調査では，下段ひび割れの発生に中性化と塩害の複合劣化が原因と推定した．今後は，下段鉄筋の腐食状況を確認したいと考えている．

参考文献

1) 永井伴英ほか：阪神高速道路における鋼板接着 RC 床版詳細調査報告，土木学会第 12 回道路橋床版シンポジウム論文報告集，令和 4 年 10 月．
2) 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕，pp. 121，2018

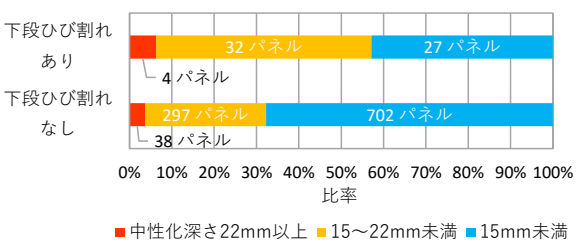


図-3 下段ひび割れの有無と下面中性化深さの関係

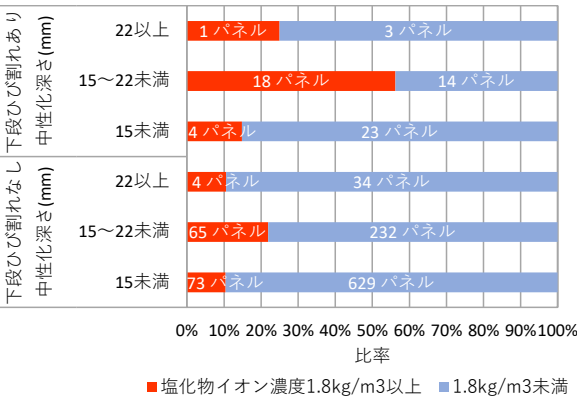


図-4 下面中性化深さと下段鉄筋付近の塩化物イオン濃度の関係

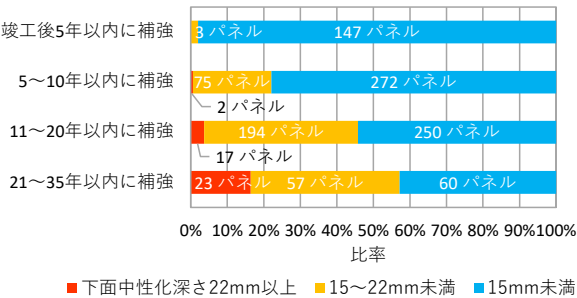


図-5 補強までの経過年数と下面中性化深さの関係



写真-1 床版下面中性化および下段ひび割れ状況



写真-2 下段鉄筋の腐食状況