

PS I - 3

床版損傷に対する水の振舞い

大阪大学工学部 正員 松井 繁之

1. まえがき

道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷に関して輪荷重走行試験機による疲労実験からほぼその疲労破壊機構が解明でき、得られたS-N曲線から床版の疲労寿命推定、疲労設計が可能となった^{1)~3)}。しかし、既存の損傷事例には実験より推定したものよりもはるかに速く破壊に至ったものが多い。そのような事例ではある特有の現象が共通に見られる。例えば、陥没した事例の写真を見ると上面のコンクリートには骨材が目立つこと、また、舗装のひびわれおよび床版下面に遊離石灰の沈着が激しく、打ち換えざるをえない床版において、舗装をはぐると床版上面に多量の土砂が堆積していることなどである。さらに、筆者は非常に興味ある事例を観察した。すなわち、写真-1のように舗装に亀甲状のひびわれが発生していて、舗装を除去すると写真-2のように床版上面が骨材と泥に変化していた。この事例の道路は山間部にあるが、ダンプ街道で非常に過酷な荷重条件に晒されていた。建設後間もないのにこのように陥没寸前になっていたのである。



写真1 舗装のひびわれ状況

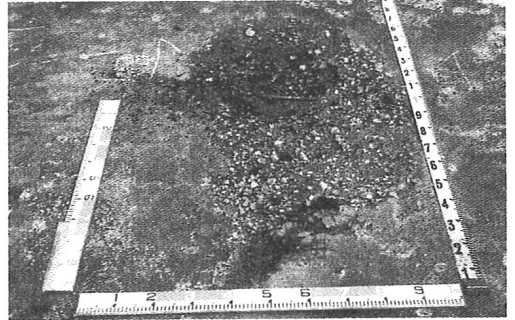


写真2 舗装下の骨材化現象

以上の観察から、床版の疲労損傷には水が大いに関与していることがほぼ間違いないと判断した。そこで、水の関与程度を定性的に評価するため、やはり輪荷重走行試験機を用いて、床版上面に水を張って疲労実験した。その結果を述べるとともに、損傷に及ぼす水の役割について考察した。

2. 床版の水張り疲労実験 供試体は昭和39年示方書で設計したもの2体(W0-1,2)、現行示方書で設計したもの4体(N-1,2,W-1,2)、現行示方書で設計したものから上側鉄筋を省略したもの2体(Ws-1,2)の計8体である。床版厚、配筋等の条件は表1のとおりである。N-1,2は乾燥状態で、残りの供試体はすべて図1に示す範囲でプールを作り、水深5mm~1cmの水を張って実験した。

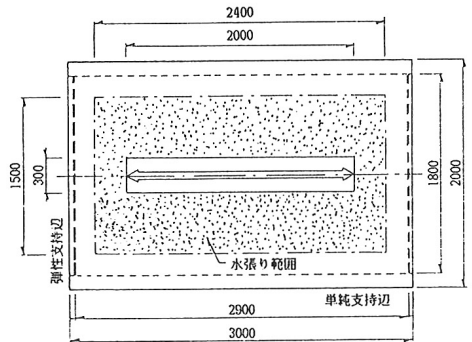


図1 供試体

3. 実験結果と考察 乾燥状態で実験した供試体は従来のものと同様にはり状化した後、主鉄筋断面のせん断疲労破壊を呈した。S-N結果も従来のS-N曲線上に乗った。

水張り実験では、貫通ひびわれが形成されると漏水するが、水圧によって貫通ひびわれの形成は乾燥状態に比べて非常に早い。また、漏水範囲の広がりもはやい。漏水中にはセメント分や細砂が多量に含まれており、ひび

表1 供試体の断面諸元、材料強度、耐荷力

供試体	床版厚(t)	鉄筋の配置(mm)	σ_{yk} (kg/cm ²)	静的耐荷力(L)	数荷重(L)
N-1	18	主 下016@100, 上016@200	542	71.6	21.18
N-2		配 下016@125, 上016@250	545	70.5	18.24
W-1			551	73.9	14.31
W-2			540	72.6	17.25
WS-1	18	主 下016@100	518	73.7	17.25
WS-2		配 下016@125	500	74.3	14.31
W0-1	19	主 下016@ 90, 上016@180	331	55.7	15.30
W0-2		配 下013@250, 上013@400	331	57.1	10.88

われ面のこすり合わせによる摩耗が激しいが想像できる。また、角落ち現象が激しく、最大5cm程度のものが落下した。乾燥状態下ではこのような現象は見られない。一見、水によってコンクリートが膨張しているようであった。床版上面でもひびわれ直上に車輪がくると、ひびわれから水が噴出した。この結果、上面にもコンクリート粉が排出された。この観察から、実橋で見られた舗装と床版の間に堆積していた泥は水の影響による疲労現象であることが裏付けられた。

実験終了後、軌道をはずし、その下の状況を見ると、最初に漏水したひびわれ付近の約60～80cmの範囲で、写真3、4に示したようにコンクリートは骨材化していた。これは実橋の骨材化がやはり水環境下での疲労現象であることを立証していると言えるであろう。

図2は最終結果であるS-N図である。水張り状態下の疲労寿命は乾燥下のものから大幅に低下したことが認められる。現行示方書で設計した配力鉄筋比80%のものは約1/40に、配力鉄筋比20%では実に1/300以下に低下した。単鉄筋床版は複鉄筋のもの約5倍の寿命があることが伺える。疲労に関して単鉄筋断面の方が有利であると推察できる。

4. 床版の疲労損傷と水の関係 乾燥状態下でもひびわれ面相互のこすり合わせがあるが、摩耗によってできたコンクリート粉に水が入ると、これらが表面活性剤的な役割を果たし、劣化が促進されるようである。また、浸入した水は輪荷重による動水圧を受けてくさびの効果を発現してさらに促進させる。ただし、その影響範囲は骨材化の深さから深さで約5cm程度と思われる。この水平方向の水圧と輪荷重による鉛直方向の動圧によって骨材は3次元の繰返し力を受け、分離したと推定できる。

今回の実験は最も悪い環境条件を想定したものである。しかし、わが国では降雨日数が多いこと、および、舗装の透水性、保水性を考慮するとかならずしも極端とは言えない。本実験からRC床版には防水工の必要性を痛感した。現在、床版用防水工について基礎的研究を行っている⁴⁾。なお、床版設計時にも水の影響を考慮する必要があるだろう。

「参考文献」 1)MATSUI,SONODA,OKAMURA and OKADA:Concepts for Deterioration of Highway Bridge Decks and Fatigue Studies, Intn. Sympo. at China Nanjing, Sept. 1986. 2)松井：移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について、コンクリート工学年次論文報告集 9-2、1987. 3)野村、松井、福本：道路橋RC床版の疲労寿命照査と疲労設計、本講演概要集-I. 4)松井、水本、福本、宇藤：床版防水工に関する基礎的研究、本講演概要集-I.

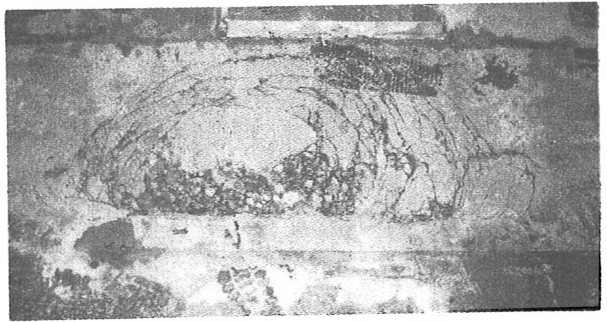


写真3 供試体W-1の骨材化の状況

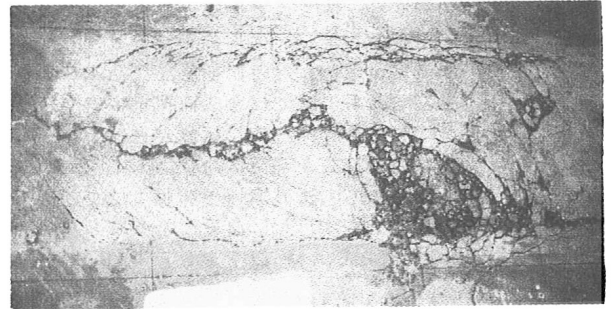


写真4 供試体WS-1の骨材化の状況

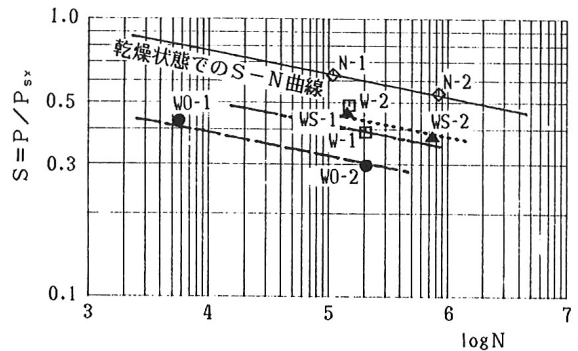


図2 S-N結果の比較