

16. 橋梁床版

とりまとめ：岩崎正二 (岩手大学)

論文題目：“合成床版合成桁の負曲げ部ひび割れ幅に関する実験と解析”

著者：上條崇，利根川太郎，湯川雅之，長井正嗣，工藤晃也
掲載：Vol. 58A, pp. 1098 - 1111, 2012年3月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

底鋼板の一部が鉄筋換算で残りが鋼桁換算という説明に違和感があります。底鋼板の一部が床版のひび割れ挙動に影響するということではないでしょうか。

◆回答：初期ひび割れ状態を考慮したひび割れ幅評価では、鉄筋コンクリート部分の鉄筋比がひび割れ幅の計算結果に大きく影響します。実験により底鋼板がひび割れ挙動に影響することを確認したので、初期ひび割れ状態および安定ひび割れ状態において、鉄筋比を求める際に底鋼板断面の一部を鉄筋断面とし、残りの部分を鋼桁フランジとして取り扱う方法を提案しました。また、この計算方法の妥当性を実験結果との比較により確認しました。

論文題目：“24年供用した鋼コンクリート合成床版の重錘落下たわみ法による評価”

著者：関口幹夫，橋吉宏
掲載：Vol. 58A, pp. 1123-1133, 2012年3月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

S60年載荷試験値と今回の実験値を比較するとどのような結果となっていますか。

◆回答：FEM解析によるG3桁側の縦目地の剛性評価結果の図-14と図-20で両者を比較するとS60竣工時は、今回に比べより縦目地のバネ値(k)は大きいと推定され、固定に近い状態にあったと考えられる。また、床版の剛性もたわみのFEM再現解析では、S60竣工時の方がたわみは小さく、コンクリートのヤング係数は今回に比べ同等かやや大きいと推定される。一方、リブ付き多層板解析による床版の剛性評価では、図-17と表-8および図-21で両者を比較するとコンクリートの換算ヤング係数は今回では28~32 kN/mm²、S60竣工時は換算ヤング係数を35 kN/mm²に仮定するとたわみはよく一致したとは言い難いが底鋼板、鉄筋およびコンクリート上面のひずみの計測値とは概ね一致している。

竣工時床版のヤング係数の推定値としては、今回の載荷試験時と同等かそれ以上と推定される。FEMおよびリブ付き多層板何れの再現解析結果においても、床版のたわみ計測値は、S60竣工時の方がやや小さく、床版コンクリートのヤング係数は同等かやや大きいと推定される。

以上の結果から、床版の健全性は24年経過後であっても竣工時と遜色のない健全な状態にあると評価しました。

論文題目：“衝撃振動試験および動たわみ測定による実橋RC床版の健全度評価”

著者：宮村正樹，岩崎正二，出戸秀明，加藤哲，早坂洋平
掲載：Vol. 58A, pp. 1134-1143, 2012年3月

◆討議 [関口幹夫 (東京都土木技術支援・人材育成センター)]

レーザードップラー振動計の精度はどのくらいですか。

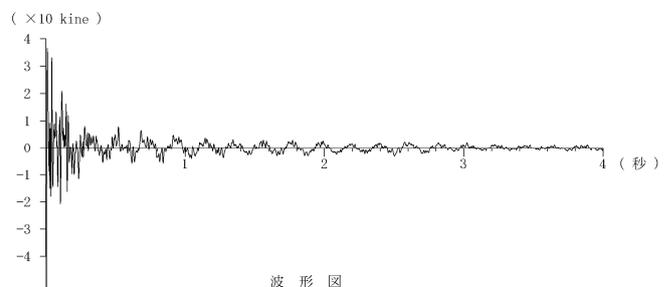
◆回答：本研究では、0.005mmの精度で計測を実施しています。なお、本研究に用いたレーザードップラー式振動計の応答周波数範囲は0.0~200kHz、測定速度範囲は2μm/sec~3m/secです。

◆討議 [小室雅人 (室蘭工業大学)]

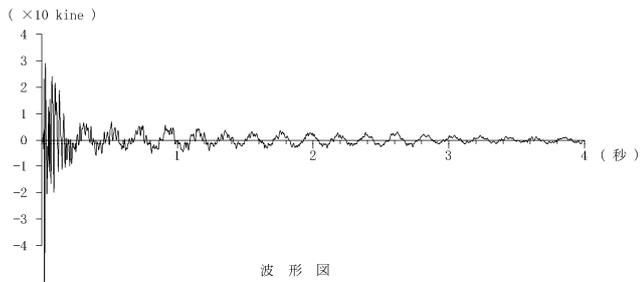
(1) 衝撃振動実験における各サーボ型速度計からの出力波形を示してほしい。

(2) また、測定可能範囲はどの程度でしょうか。

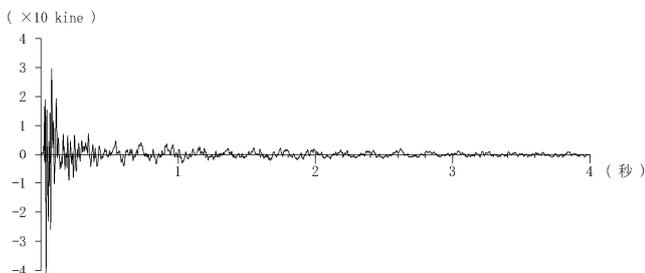
◆回答：(1) 衝撃振動試験での出力波形として、路肩側、支間1/4点打撃時における各測点での速度応答波形を以下に示します。



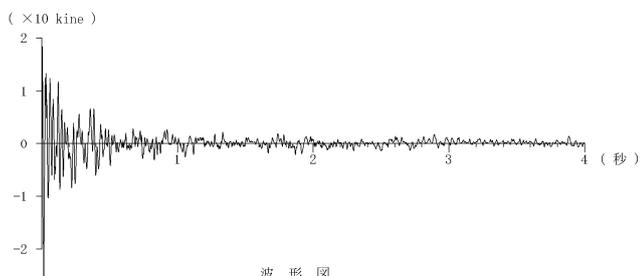
波形図
測点 (路肩側、支間1/4点)



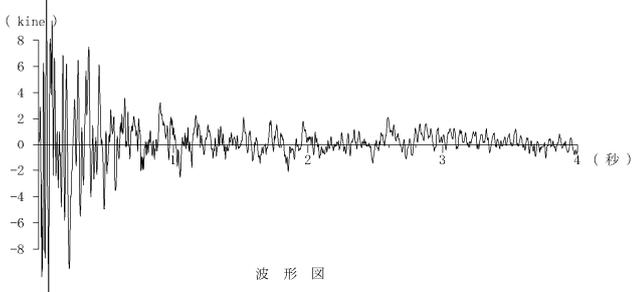
波形図
測点 (路肩側、支間 1/2 点)



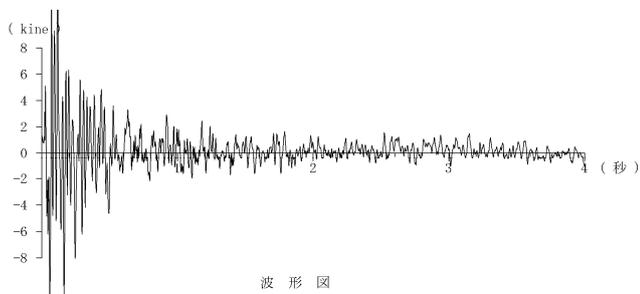
波形図
測点 (路肩側、支間 3/4 点)



波形図
測点 (走行車線側、支間 1/4 点)



波形図
測点 (走行車線側、支間 1/2 点)



波形図
測点 (走行車線側、支間 3/4 点)

(2) 衝撃振動試験における振動範囲については、今後研究を行う予定です。なお、本研究においては、床版部分系の固有振動数に着目した場合、重錘打撃を行った床版格間と隣接する床版格間においてもフーリエスペクトルの卓越が確認されています。

論文題目：“SFRC 上面増厚補強 RC 床版の輪荷重走行疲労実験による S-N 曲線式の提案”

著者：阿部忠，木田哲量，水口和彦，児玉孝喜
掲載：Vol. 58A, pp. 1156-1165, 2012 年 3 月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

実際の既設床版の上面増厚を行う場合、どの範囲まで床版を切削すればよいのでしょうか。

◆回答：既設床版の切削範囲ですが、耐荷力性能の向上のみの場合は、既設床版上面を 10mm 切削し、その上に 60mm 厚で SFRC を打ち込みします^{1), 2)}。すなわち 10mm は元の厚さまでし、50mm を増厚することになります。また、凍害劣化を受けた RC 床版においても基本的には上面を 10mm 切削しますが、スケーリングや砂利化により切削深さが異なります。基本的には脆弱部したコンクリートは全て除去しますので、この場合は上縁鉄筋付近までは切削することになります。また、劣化によりコンクリートの圧縮強度が設計基準強度を下まわっている範囲の脆弱したコンクリート層は全て除去する必要があります。実橋では上縁鉄筋の配置付近まで切削して、増厚されています。

参考文献

- 1) (社) 高速道路調査会：上面増厚工法設計施工マニュアル，(1995)。
- 2) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル，2012. 6

◆討議 [関口幹夫 (東京都土木技術支援・人材育成センター)]

乾燥状態と湿潤状態で大差ない結果となった理由は何でしょうか。

◆回答：凍害を受けた RC 床版は、上面コンクリートのスケーリングが上縁鉄筋付近まで生じており、通常の上増厚補強で使用する切削機のみでは脆弱したコンクリートの除去は困難であります。そこで、脆弱したコンクリートが上縁鉄筋の下縁まで及んでいる場合はウォータージェットを用いての切削・研掃が行われている。この場合は高水圧によりひび割れ部分や界面が湿潤状態となります。これを従来の乾燥状態まで待機した場合は 12 時間以上の通行止めが必要となります。

そこで、ウォータージェットで切削した状態の湿潤状態で接着剤を塗布した場合の補強効果を実験より実証したものである。そもそも、SFRCには5%程度の水分が含まれており、ウォータージェットにおいても10%程度であるので、乾燥状態と大差はないものと考えられる。

論文題目：“乾燥・湿潤状態で接着剤を塗布した SFRC 上面増厚補強法の耐疲労性の評価”

著者：伊藤清志，阿部忠，児玉孝喜，山下雄史，
一瀬八洋

掲載：Vol. 58A, pp. 1178-1188, 2012 年 3 月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

(1)接着剤を塗布する表面に水が 1～2 mm あっても接着剤をうまく塗布させることができるのでしょうか。

(2)また、凹凸のあるコンクリート面に接着剤を塗布するときの接着剤の厚さを管理することは難しいと思いますが、接着剤の厚さの管理やその影響はどうでしょうか。

◆回答：(1)接着剤を塗布できるためには、接着対象物である被着体の上に接着剤を塗り広げることができる、つまりは濡れる必要があります。接着接合の分野では、この性能を濡れ性として評価しています。接着剤が濡れる(塗布できる)ためには、液状として一体になろうとする接着剤の表面張力よりも、接着剤を水平方向に引っ張り広げさせようとする被着体である固体の表面張力が大きい必要があります。しかし、被着体上に 1 mm～2 mm の水膜が存在する場合は、被着体の表面張力は水の表面張力と同等となり、接着剤の表面張力は水の表面張力よりも大きいことから、濡れることができません。つまり塗布することが出来ません。

(2)本実験で使用した高耐久型接着剤は過酷な条件(夏季・鋼床版・被着体温度等設定)においても所定の性能を満足するように塗布量の最少厚さ 0.5mm と定められています。よって、必要な性能を確保するための最少厚さとして 0.5mm を設定(仕様化)されています。さらに、ご指摘のとおり厚さ管理するためには多少のバラツキが生じますので、施工性の観点より平均塗布厚さを 1 mm として施工されています。なお、厚さ 0.3 mm でも付着力とその耐久性は確保されています¹⁾。また、塗布量の管理については、鋼床版などの平滑面であるならばウェットゲージを用いて塗布量を直接確認できますが、ご指摘のように RC 床版上面の切削面は凹凸であることから、直接計測が出来ません。そこで凹凸のある付着界面に対しては、平均塗布厚が設計値の 1 mm になるように接着剤を均一に敷き広げ、使用数量と塗布面積から求めた平均塗布厚で管理値しています。

参考文献

1)児玉孝喜，西元央，鎌田修，福手勤：フレッシュコンクリートの接着接合における接着剤成分が耐久性に及ぼす影響に関する影響，セメント・コンクリート論文集，No. 63, 2009.