

## RC床版の補修工法施工時に与える影響に関する実験検討

### Experimental study on damage influence execution of repair for RC slabs

和田圭仙\*<sup>1</sup>, 稲葉尚文\*<sup>1</sup>, 本間淳史\*<sup>1</sup>, 佐野昌嗣\*<sup>2</sup>, 片桐良貴\*<sup>3</sup>  
Yoshinori Wada, Naofumi Inaba, Atsushi Homma, Masatsugu Sano, Yoshiki Katagiri

- \*<sup>1</sup>株式会社 高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究室 (〒194-8508, 町田市忠生 1-4-1)  
\*<sup>2</sup> 中日本高速道路株式会社 八王子支社 保全・サービス事業部 (〒192-8648, 八王子市宇津木町 231)  
\*<sup>3</sup> 中日本高速道路株式会社 八王子支社 松本 保全・サービスセンター (〒390-0852, 松本市大字島立 1347)

At NEXCO (East, Central and West Nippon Expressway Co.,Ltd.), upper slab thickness increasing method and/or partially removal of all thickness slab method are adopted to repair deteriorated RC slab according to its damage caused RC slab fatigue etc.

However some slabs are re-deteriorated at early-age after execution of repair. It is considered that existing RC slabs are damaged during its rehabilitation work. So experimental studies with real scale RC slab specimens are conducted focused on cracks by using scraping machine on upper slab thickness increasing method and focused on cracks by using breaker on partially removal of all thickness slab method.

As a result, damage influence execution of repair for RC slab is appeared at both repair method, and blast method or water-jet method are effective at these influence execution.

Key words: RC slab, Upper slab thickness increasing method, Partially removal of all thickness slab method

#### 1. はじめに

東, 中, 西日本高速道路(株) (以下 NEXCO という.) が管理する橋梁において, 年々増加する交通量と車両の大型化による繰返し荷重や, 老朽化等の要因により, 床版の損傷が発生してきている。

そのような床版の補修には種々の工法があるが, NEXCO では, 損傷が広範囲に及び局所的な補修工法では対処できない場合, 床版上面増厚工法が採用されている事例が多い。また, 本工法を塩害対策として橋面からの塩分の浸入を防止するために施工している事例もある。床版上面増厚工法は, 既設床版の上面を切削したのちに新たなコンクリートを打設して一体化する工法であり, 床版の耐力回復が期待できる。さらに, 橋梁下から床版下面の状態が目視確認できるため, 再劣化や損傷の進行が点検によって容易に把握できる利点がある。

しかし, 近年, 一部の橋梁において上面増厚工法で補修されたコンクリート床版に損傷を生じた橋梁も確認されている。その中で, 損傷度の進行にともない, 舗装のポットホールや旧コンクリートの砂利化さらに床版下面の剥落が発生している橋梁もある。

損傷の1原因として, 切削機による影響や下地処理の影響があると考えられる。コンクリートの除去方法には, 「人力によるプレーカーはつり工」, 「路面切削機による切削工 (写真-1)」, 「ウォータージェット (以下 WJ という) によるはつり工」などがあるが, はつり方法の違いによる既設床版へのマイクロクラックの影響を定量的に把握することが求められる。また上側鉄筋のかぶり不足の状態の場合, 路面切削機のビットが衝突することによる鉄筋の破損や, その時の衝撃に伴う鉄筋の付着切れが懸念される (写真-2)。

ここでは上記の影響因子を定量的に把握するため, 模擬床版の試験施工によって得られた知見を報告するものである。

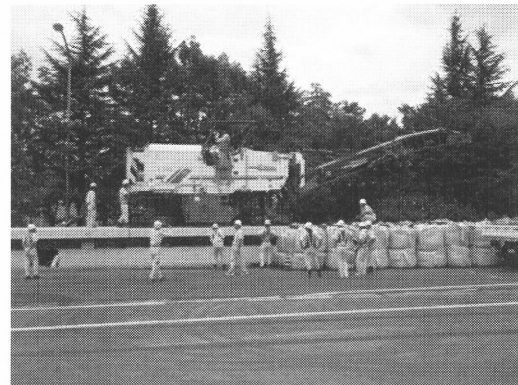


写真-1 路面切削機による施工状況



写真-2 路面切削機による上側鉄筋の損傷例

#### 2. 既設床版への影響把握

##### 2.1 目的および計測概要

切削方法の違いにより既設床版にどのような影響を

与えるかを定量的に把握することは、今後の補修対策を計画する上で重要であると考えられる。そこで切削方法をパラメータに、①無負荷、②ブレーカーによるはつり、③切削機によるハツリ（無処理）、④切削後研削処理、⑤WJ[R]処理<sup>1)</sup>における既設床版への影響を計測した。計測した項目を表-1に示す。

表-1 既設床版への影響を把握する試験項目

項目	試験概要
ひびわれ観察	切削面にひび割れ浸透接着剤を塗り、硬化後にコア採取を行いひび割れ浸透接着剤の有無を確認する。
建研式引張試験	切削面に治具を接着し、切削面と垂直方向に引き剥がすときの接着強度や破壊状態を確認する。

## 2.1 ひびわれ観察

ひびわれ観察は以下の手順で実施した。観察結果を表-2に示す。

- (1) 微細なひび割れを目視観察できるように、コンクリート表面から含浸性に優れたひび割れ浸透接着剤を10回に分けて重ね塗りする。その後、模擬床版からコア（φ75mm）を採取する。
- (2) 図-3のようにコア試験体を切断し、観察面が十分乾燥した後にブラックライト（紫外線）を照射し切断面をマイクروسコープにより観察する。
- (3) ひび割れ状況の写真記録を行う。

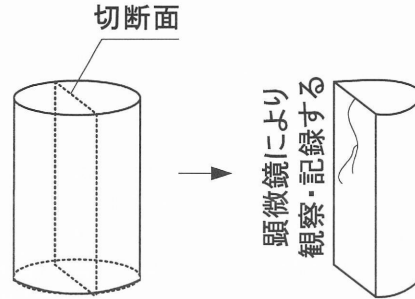
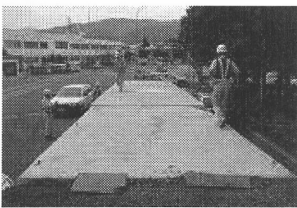
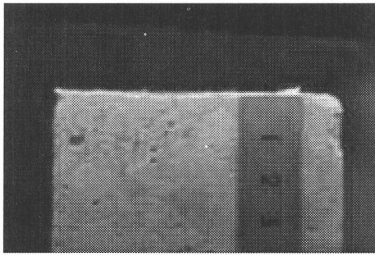
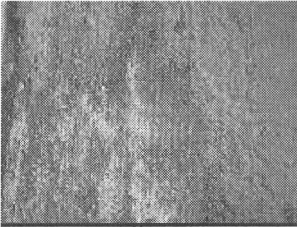
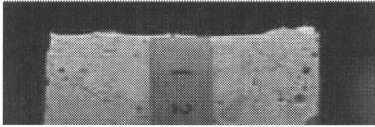

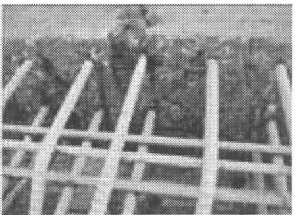
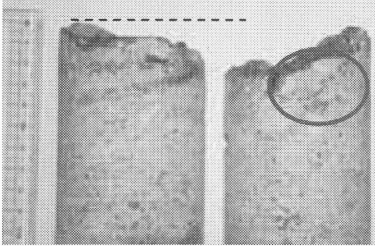
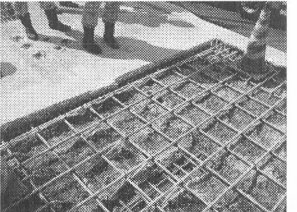
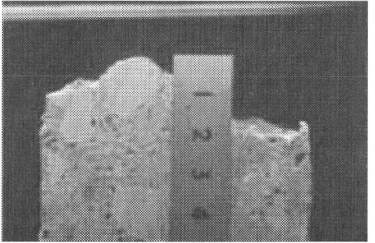


図-3 コア採取によるひび割れ観察

表-2 ひび割れ観察の結果

床版面の状況		ひび割れ観察面	備考
切削前に採取 			ひび割れ含浸剤は確認できなかった。
切削後無処理 	切削深 30mm		ひび割れ深さ：5mm
	切削深 50mm		ひび割れ深さ：10mm
ブレーカーによるはつり（打継部） 			ひび割れ深さ：50mm、幅：0.2mm
WJ工法による処理（打継部） 			ひび割れ含浸剤は確認できなかった。

## 2. 2 建研式引張試験

試験は以下の手順で実施した。結果を表-3 に示す。

- (1) 試験体の表面に鋼製接着板を接着剤で接着する。
- (2) 切りこみ 試験体を引張接着試験用に、コンクリート下地材まで 75mm 切込む(削孔径と 1 : 1 の深さ)。
- (3) 接着剤が十分に硬化するよう養生を行う。
- (4) 図 4 に示すとおり、油圧式引張試験装置に取り付けて、引張速度 300N/s で接着界面破壊か材料破壊するまで引張接着試験を行う。
- (5) 破壊したときの最大荷重を計測し、破壊状況を記録する。

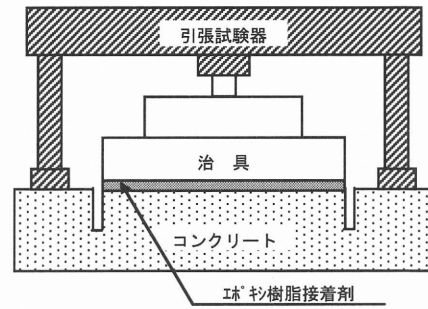

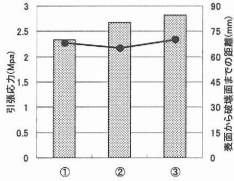
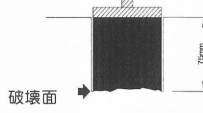
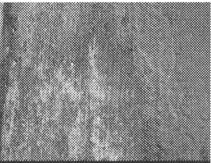
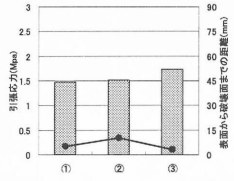
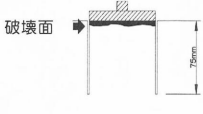
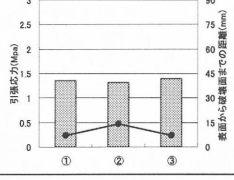
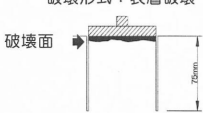
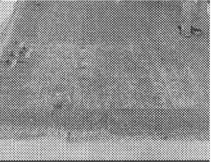
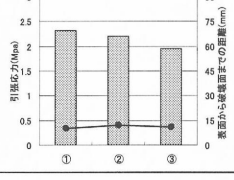
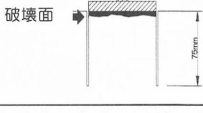
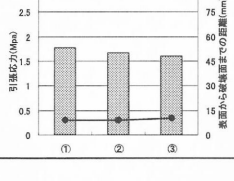
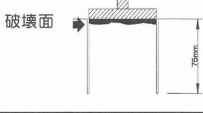

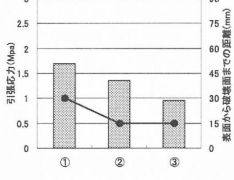
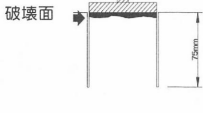
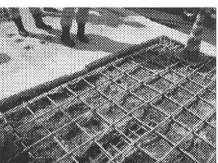
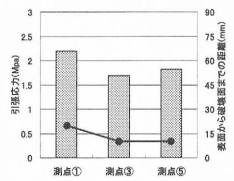
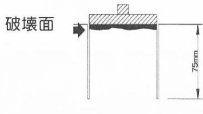


図-4 建研式引張試験

表-3 建研式引張試験の結果			
床版面の状況	引張試験結果	平均引張応力(MPa)	破壊面
切削前に採取 		2.61 (100%)	底部破壊 平均 68mm 破壊形式：底部破壊 
切削後無処理 	切削深 30 mm 	1.57 (60%)	表層破壊 平均 6mm 破壊形式：表層破壊 
	切削深 50 mm 	1.35 (52%)	表層破壊 平均 9mm 破壊形式：表層破壊 
切削後研削処理 	切削深 30 mm 	2.16 (83%)	表層破壊 平均 11mm 破壊形式：表層破壊 
	切削深 40 mm 	1.68 (64%)	表層破壊 平均 9mm 破壊形式：表層破壊 
ブレーカーによるはつり 		1.33 (51%)	表層破壊 平均 20mm 破壊形式：表層破壊 
WJ 工法による処理 		1.90 (73%)	表層破壊 平均 13mm 破壊形式：表層破壊 

### 3. 鉄筋損傷時の動的ひずみ計測

#### 3.1 目的および計測概要

上側鉄筋のかぶり不足の場合、床版の切削時に切削機ビットが上側鉄筋に衝突し、鉄筋を損傷する事例が現場などで確認されている。路面切削機により鉄筋が損傷することは望ましくないことは議論するまでもないが、これまでに既設床版へのダメージがどの程度であるか、定量的に把握したデータは少ない。上記のことから、路面切削機による鉄筋損傷の影響を把握する目的として、図-5の青線部に示すように上側鉄筋のかぶりを故意に不足（折り曲げ加工）させ、切削機ビットが鉄筋に衝突するよう配置した。

また切削工は、路面切削機を用いて2段階に分けて3mの幅を切削した。切削工（第一走行）は切削幅2m、深さ30mmとし、切削工（第二走行）は切削幅2m、深さ40mmとした。切削工の段階と目視による鉄筋の損傷状況を表-4、写真-3,4に示す。

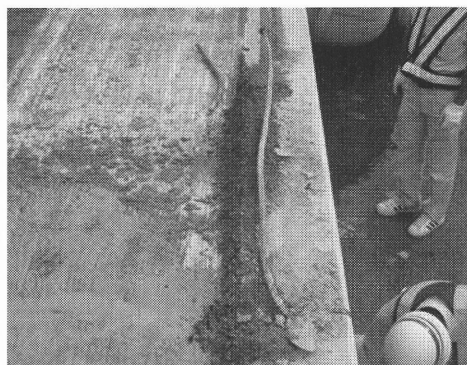


写真-4 鉄筋の損傷 (切削工2回目, 鉄筋②)

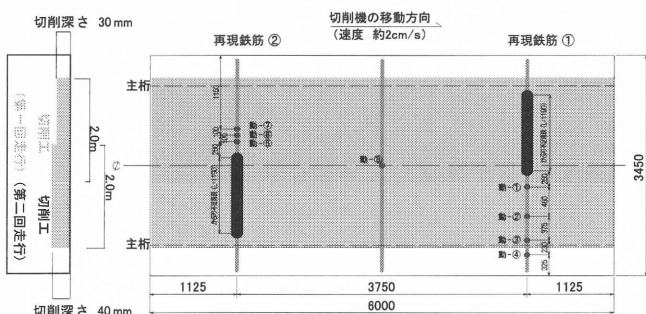


図-5 鉄筋の切断位置

表-4 切削作業による鉄筋損傷状況

切削作業	鉄筋損傷レベル	
	再現鉄筋①	再現鉄筋②
1回目 (2m幅切削)	小	小
2回目 (2m幅切削)	中	大

鉄筋損傷レベル	鉄筋状況	損傷断面イメージ
小	鉄筋の一部をかする程度	○
中	鉄筋断面の半分程度を損傷	◐
大	鉄筋切断	●

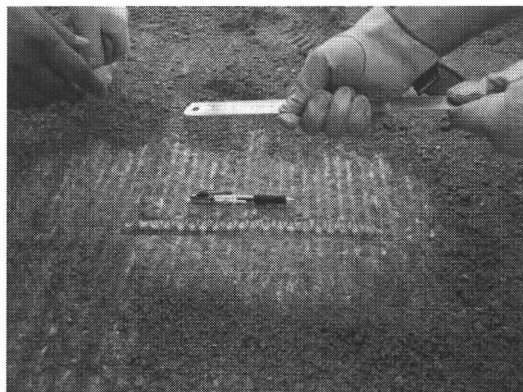


写真-3 鉄筋の損傷 (切削工1回目, 鉄筋①)

#### 3.2 動的ひずみ計測のデータ処理方法

動的ひずみ計測から得られる鉄筋ひずみ(原波形データ)は、①路面切削機の移動によるひずみ変動の成分、②路面切削機の振動によるひずみ変動の成分、③鉄筋の付着切れによるひずみ振動の成分が合成されて出力されている(図-6)。

このため、鉄筋の付着切れに直接的な影響がない下側鉄筋(動-⑧位置)の動的ひずみ結果をFFT解析し、卓越周波数についてフィルター処理(周波数領域の成分を除去)を行った(図-7)。

別途、上側鉄筋(動①~⑦位置)の動的ひずみ結果についても、鉄筋が切削機に接触する前(切断前の10秒間)の原波形を用いてFFT解析を行った。接触する前の卓越周波数は、下側鉄筋の卓越周波数と同じとなり、切削機が接触している時の卓越周波数は明らかに異なることを確認している。

表-5に動的ひずみ(原波形データ)の処理方法の手順を示す。

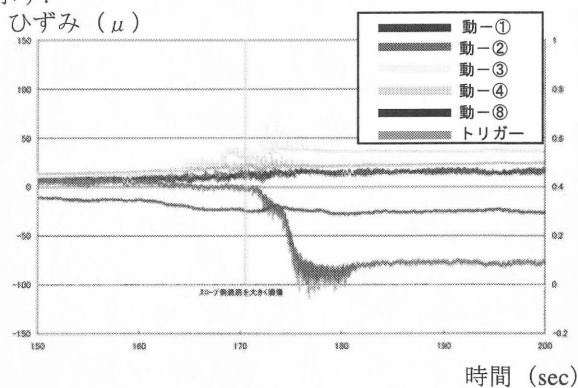


図-6 動的ひずみ計測(原波形データ)

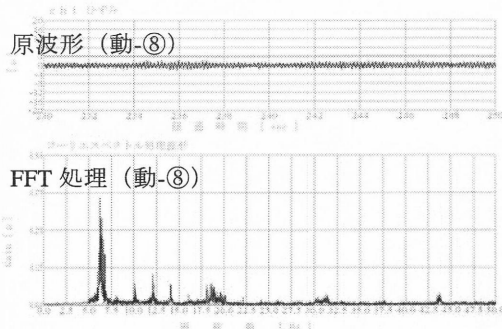
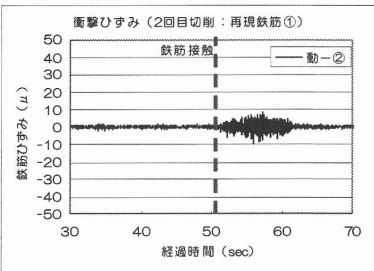
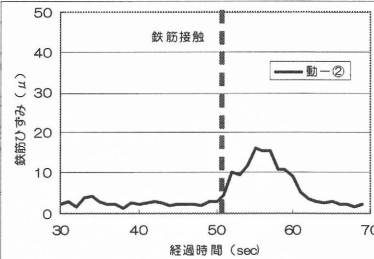


図-7 FFT解析結果(動-⑧)

表-5 動的ひずみ（原波形データ）の処理方法

	目的	処理方法	波形データ（イメージ）
処理1	路面切削機の通過の影響・路面切削機の振動による成分を除去する	原波形から低周波領域を除去。ならびに動-⑧のFFT解析結果より、卓越周波数領域を除去	
処理2	ひずみ変動量を視覚化する	サンプル間隔1秒間内の最大値・最小値の差を時系列表示した	

3.3 計測結果

図-8, 10 に切削位置と動ひずみ測定箇所を、写真-5, 6 に鉄筋の損傷状況を示す。また路面切削機が鉄筋に接触した際の鉄筋の動的ひずみ波形（波形処理済み）を図-9, 11 に示す。鉄筋ひずみの動的波形をみると、1回目の切削より2回目の方が、鉄筋の振動（ひずみ）が広範囲となっていることがわかる。この結果は、鉄筋の損傷レベルも一因として挙げられるが、かぶりが切削により減少したことも影響として考えられる。

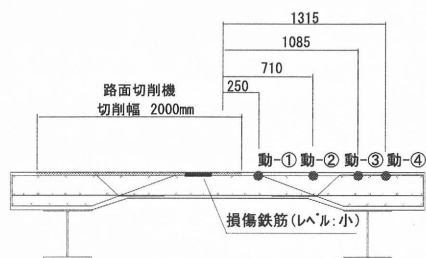



図-8 切削と計測位置

鉄筋損傷レベル	鉄筋状況	損傷断面イメージ
小	鉄筋の一部をかする	

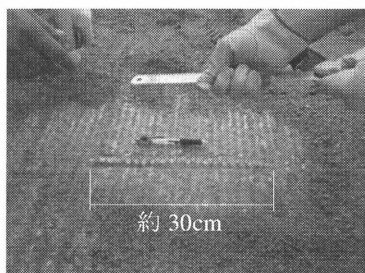


写真-5 鉄筋接触状況

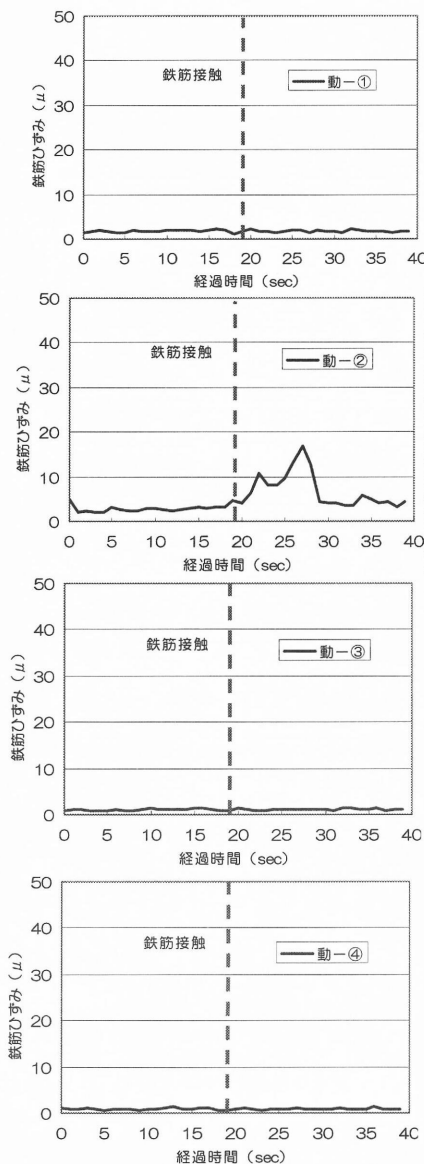


図-9 鉄筋の動ひずみ波形（1回目）

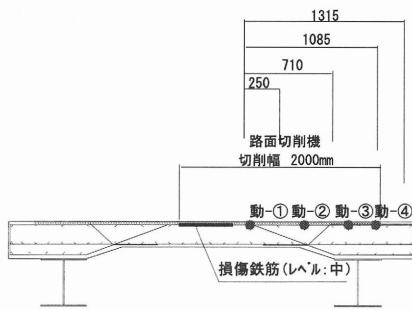


図-10 切削と計測位置

鉄筋損傷レベル	鉄筋状況	損傷断面イメージ
中	鉄筋断面の半分程度を損	

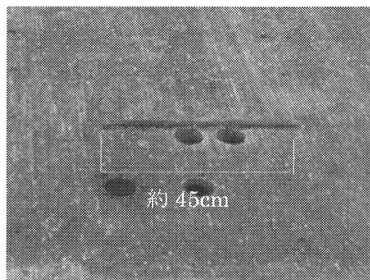


写真-6 鉄筋接触状況

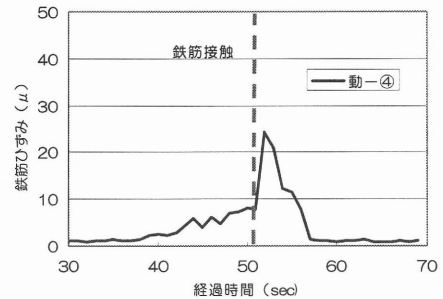
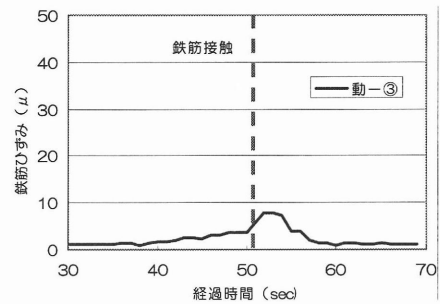
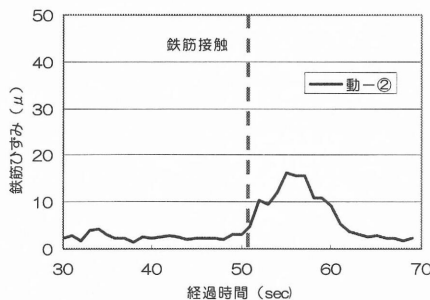
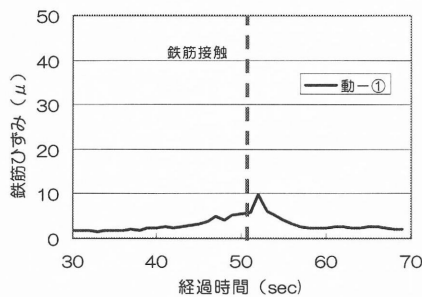


図-11 鉄筋の動ひずみ波形(2回目)

#### 4. まとめ

これらの実験結果より、以下の知見が得られた。

(1) 施工の要因を把握するため、模擬床版に実機を用いて切削の影響を計測した。計測結果から、ブレードによるはつりや、切削機により床版を直接切削した場合には既設床版に微細ひび割れが生じることが確認できた。ただし切削機により床版を直接切削した場合であっても、数ミリ程度のブラスト処理などを行えば、ある程度は微細ひび割れが除去できる結果となった。

(2) 上側鉄筋のかぶり不足の場合、床版の切削時に切削機ビットが上側鉄筋に衝突し、鉄筋を損傷する事例があるが、このような状況においては、鉄筋に影響を与えることは把握できた。しかしながら、その影響範囲については、かぶり量の条件や、ビットと鉄筋の接触範囲によっても異なることから明確にできなかった。

上記の結果から定量的な把握は難しいが、定性的には、切削により増厚コンクリートの付着に与える影響があり、ブラスト処理は妥当であることから、要領化を図って行きたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 道路橋床版の性能照査型設計指針(案), (社)土木学会, H16.11.