

多配列地中探査レーダによる中空床版橋ボイド上面かぶりの状況把握

西日本高速道路（株）
西日本高速道路エンジニアリング関西（株）
（株）富士技建

正会員
正会員
正会員

○加藤 寛之
上田 憲寿
徳永 賢児

1. はじめに

中空床版橋は、円筒型枠（以下、ボイドという）により桁内部の空洞化を図ることで自重を低減することから、経済性に優れているだけでなく、桁高を抑えられることから景観性にも優れた構造である。

西日本高速道路㈱（以下NEXCO西日本という）関西支社管内では、約300橋（橋梁延長約140km）と多くの中空床版橋を採用している。

近年、中空床版橋においてコンクリートの抜け落ち事例が発生しており、当該箇所の設計かぶり厚は150mm、計測かぶり厚は85mmであった。このことから、コンクリート打設時のボイド浮き上がりによるコンクリートのかぶり厚（以下、ボイドかぶり厚）の不足が原因であると考えられている。



写真-1 抜け落ち事例

そこで、関西支社管内の中空床版橋を対象としてかぶり厚の傾向を把握するための調査を行うこととした。

地中探査レーダ（GPR, Ground Penetrating Radar）によるかぶり厚調査が一般的であるが、対象数が多いことから効率性を考慮して本調査では多配列地中探査レーダ（以下、多配列GPR）を採用することとした。

2. 調査方法

ボイドかぶり厚の測定には、①広範囲にボイドかぶりが確認できる、②車線規制が不要である、③80km/h以上で調査が可能である、多配列 GPR を採用した。使用機器の概要を表-1 に示す。

アンテナ	幅	2.180m
	周波数帯域	200MHz～3GHz
	チャンネル数	25
	チャンネル間隔	75mm
	探査幅	1,875mm
	探査方式	ステップ 周波数方式
本体 コントロール部	分解能	0.1ns
	時間レンジ	0～250ns
	スキャンレート	2～10, 000scan/sec
	記録媒体	SSD ハードディスク

表-1 使用機器概要

写真-2 に示すようにアンテナをトレーラーに固定し、計測したボイドの横断位置を把握するために、左側外側線および中央破線を基準に計測を行った。

計測状況を写真-3 に示す。



写真-2 アンテナ固定状況



写真-3 計測状況

3. 調査計画

中空床版橋の施工では、ボイドの浮き上がりを防止するために、固定バンドを設置している。この固定バンドは、昭和 50 年に最大固定間隔が 2m から 1.5m に変更されている。固定バンドの設置間隔が広いと、固定バンド間においてボイドの浮き上がり量は大きくなることから、今回は対象数量を絞り込むためにボイド固定間隔が変更された昭和 50 年以前に供用を開始した橋梁を対象として調査を行うこととした。

なお、既に床版上面増厚コンクリートが施工されている橋梁については、増厚コンクリート中に鋼繊維が混入されており、GPR による探査は困難であることから除外した。

4. 調査結果

ボイドかぶり厚は、床版面から一定深さ毎に抽出した平面解析画像から推定を行った。平面解析画像では、図-2 に示すように、ボイド頂点付近では一本の線状に表されるが、それ以深では、ボイドを輪切りにした形で表される。これにより、平面解析画像から、ボイドかぶり厚の測定を行った。

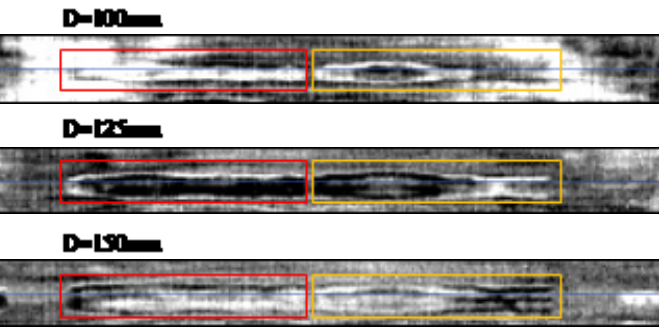


図-1 平面解析画像

設計かぶり厚・供用年度ごとのボイドかぶり厚の測定結果を表-2 および表-3 に示す。

表-2 かぶり状況（設計かぶり厚 100 mm）

供用年度	路線	設計かぶり	D<50mm	50mm≦ D<75mm	75mm≦ D<100mm	100mm≦ D
S38	A道	t=100	1.3%	36.9%	53.4%	8.4%

表-3 かぶり状況（設計かぶり厚 150 mm）

供用年度	路線	設計かぶり	D<50mm	D<100mm	100mm≦ D<150mm	150mm≦ D
S38	A道	t=150mm	0.0%	7.1%	64.3%	28.6%
S43	B道	t=150mm	1.0%	18.8%	59.5%	20.8%
S44	C道	t=150mm	0.4%	11.0%	49.9%	38.7%
S45	D道	t=150mm	0.0%	0.7%	48.6%	50.7%
S47	B道	t=150mm	0.2%	11.4%	70.5%	18.0%
S49	D道	t=150mm	0.2%	3.4%	51.9%	44.5%
S49	E道	t=150mm	0.1%	3.6%	70.9%	25.3%
S50	D道	t=150mm	0.0%	3.2%	29.0%	67.8%

なお、高速走行によるデータ取得の計測誤差と使用した多配列 GPR の精度誤差は考慮していない。

この結果から、ボイドの設計かぶり厚や供用年度・路線に関係なく、ボイドかぶり厚が 50mm 未満となるボイドが存在することが分かったが、どの箇所も舗装表面に顕著な変状を確認することはできなかった。供用後 40 年以上経過しているにも関わらず、コンクリートの抜け落ちや舗装の顕著な変状を確認できないことを踏まえると、ボイド部におけるコンクリートの抜け落ちの原因はかぶりの厚さだけでなく、水の浸透など別の要因と組み合わせることで発生したことが推測され、今後の維持管理にあたって留意すべき事項が明らかになったといえる。

また、本調査では多くの中空床版橋の中からボイドかぶり厚の薄い中空床版橋を特定することができたことから、効率的に床版上面増厚コンクリートの施工などの対策を計画的に立案するための根拠を得ることができたといえる。これは従来の地中探査レーダによる調査では非常に時間を要していたことが、多配列 GPR の採用により効率化できたものである。

5. 今後の課題

本調査を実施した路線の多くが供用後 40 年以上を経過しているが、ボイドかぶりが非常に小さい箇所においても抜け落ちに至っていないのが現状であることから、抜け落ち対策の優先度決定には、内在塩分量や中性化の進行度などボイドかぶり以外の要因について舗装の開削時などに詳細に調査する必要がある。

今回の調査は多くの対象物に対して効率よく傾向を把握することが目的であることから厳密な計測精度を求めることはないが、コンクリートの比誘電率はコンクリートの含水状態に大きく左右される¹⁾ことから今回の調査結果についても計測精度にばらつきが生じていると思われ、詳細調査では比誘電率の違いによる誤差についても検討する必要がある。

参考文献

1) 梶田 佳寛, 森濱 和正, 濱崎 仁: 電磁波レーダおよび電磁誘導による鉄筋探査の日本非破壊検査協会規格の制定, コンクリート工学, Vol.49, No.4 P15-21,2011