

電磁波レーダによる空港舗装体内部の劣化診断技術に関する一検討

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○安倍 隆二
 (独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 熊谷 政行

1. はじめに

寒冷地空港においては、舗装体に含まれている水分、層間剥離、外気温、およびアスファルト混合物の空隙等の影響によりプリスタリングが多数発生し、対策工法を実施した事例がある。プリスタリング対策工法の検討を行う際には、プリスタリング発生箇所の範囲や個数の把握、採取コアを用いた舗装体のマーシャル安定度試験による強度評価、舗装体に含まれる水分量、層間剥離の有無等を調査し、舗装体の健全度の調査を行う。プリスタリング発生箇所の範囲や個数の把握を行う方法として打音検査、赤外線サーモグラフィ、目視による調査による調査方法が行われている。ただし、現在利用されている調査方法は、舗装体内部の状況までは把握できる調査方法とはなっていない。本報告では電磁波レーダによる探査技術を用い、空港舗装体内部の劣化診断技術の一手法としての適用可能性を検討した。

2. 室内試験の方法

電磁波レーダによる空港舗装体内部の劣化診断技術の適用可能性を検討するために、室内試験を実施した。室内試験で使用した電磁波レーダの仕様は、ハンディタイプの測定機器であり、アンテナ周波数 2,600MHz の機種を使用した。図-1 に室内試験の試験方法を示す。プリスタリングの発生要因は層間剥離や水分の影響があるため、層間剥離や水分に着目した室内試験を実施した。室内試験では、最下面に比誘電率が∞である鉄製のプレートを敷き、プレートより下面の影響を排除した。表層は空港舗装で一般的に使用される密粒度アスコン 20F を用い、①～③の表層と基層間は、供試体を交換できるように層間が接着していない状態で試験を実施した。④～⑤の供試体は①～③と比較するため、表層と基層が接着した供試体を用い試験を実施した。室内試験の試験条件を表-1 に示す。試験番号 1-1～3-5 までは、舗装体に含まれる水分の影響を把握する目的で実施し、試験番号 4-1～4-3 は層間剥離の影響把握、試験番号 5-1～6-2 はクラックや空洞の影響を把握するために室内試験を実施した。

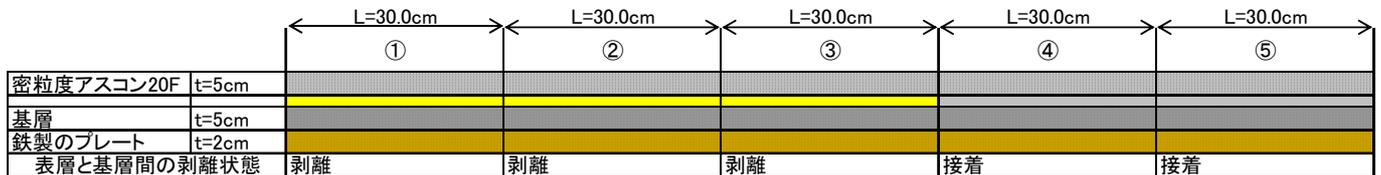


図-1 室内試験の試験方法

表-1 室内試験の試験条件

試験番号	試験条件		層間の剥離状況					水浸の条件
	①	②	③	④	⑤			
1-1	基層部の含水比	含水比(%)	剥離	剥離	剥離	接着	接着	粗粒: 水浸0分
1-2			0	0	0	0	0	粗粒: 水浸30分
1-3			0.2	0.2	0.2	0	0	粗粒: 水浸2日間
2-1			0.3	0.3	0.3	0	0	SMA: 水浸0分
2-2			0.0	0.0	0.0	0	0	SMA: 水浸30分
2-3			0.4	0.4	0.4	0	0	SMA: 水浸2日間
2-3			1.0	1.0	-	0	0	
3-1	基層部の含水比	含水比(%)	剥離	剥離	剥離	接着	接着	排水性: 水浸0分、供試体①は排水性と密粒の2層構造
3-2			0	0	0	0	0	排水性: 水浸30分
3-3			0.8	2.0	1.6	0	0	試験番号3-2に水50g注入
3-4			0.8%+水100g	1.0%+水100g	1.0%+水100g	0	0	試験番号3-2に水100g注入
3-5	0.8%+水150g	1.0%+水150g	1.0%+水150g	0	0	試験番号3-2に水150g注入		
4-1	表層と基層間の剥離	厚さ(mm)	剥離	剥離	剥離	接着	接着	粗粒: 水浸0分
4-2			1	1	1	0	0	粗粒: 水浸0分
4-3			2	2	2	0	0	粗粒: 水浸0分
4-3			3	3	3	0	0	粗粒: 水浸0分
5-1	基層部のクラック	クラック幅(mm)	剥離	剥離	剥離	接着	接着	粗粒: 水浸0分
5-2			1	2	3	無し	無し	クラック箇所の注水
6-1	基層部の空洞	縦(cm)×横(cm)×深さ(cm)	剥離	剥離	剥離	接着	接着	粗粒: 水浸0分
6-2			2×2	3×3	無し	無し	無し	空洞箇所の注水
6-2	基層部の空洞	縦(cm)×横(cm)×深さ(cm)	2×2×3	3×3×3	無し	無し	無し	空洞箇所の注水

キーワード：電磁波レーダ、空港舗装、プリスタリング、劣化診断技術

連絡先：〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 TEL：(011)841-1747 FAX：(011)841-9747

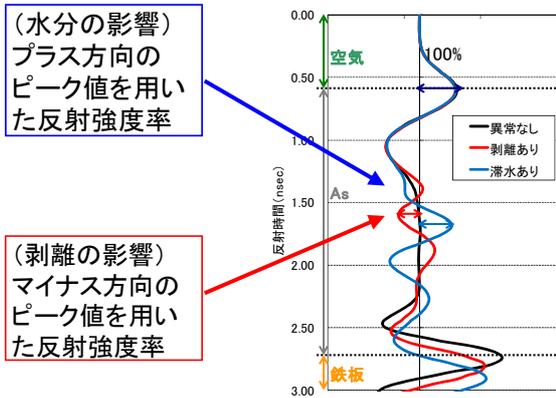


図-2 測定波形と反射強度率の設定

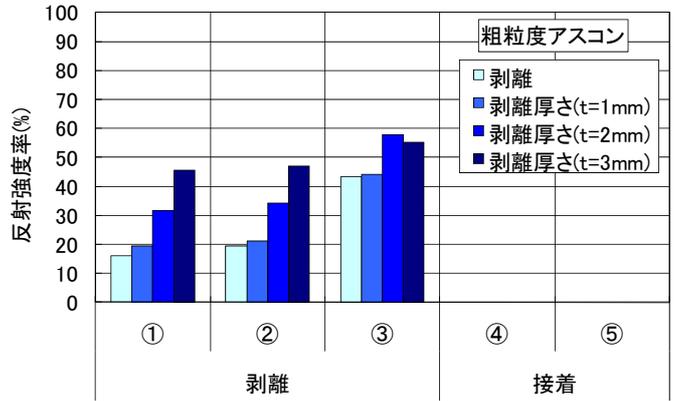


図-3 層間剥離に関する試験結果

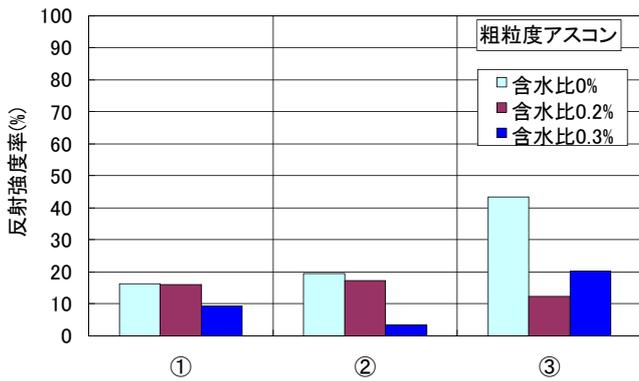


図-4 含水比に関する試験結果

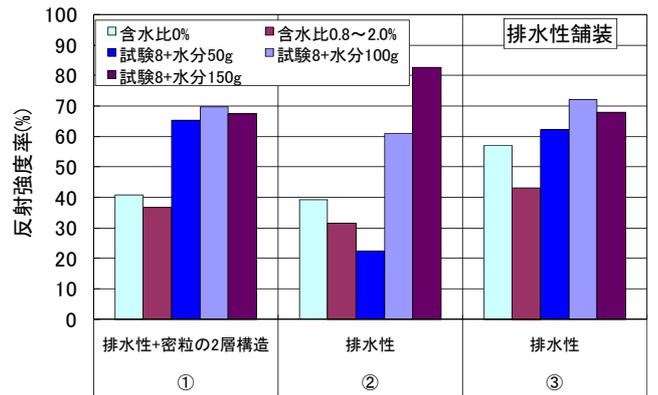


図-5 水分量に関する試験結果

3. 室内試験の結果

電磁波レーダから得られた測定波形の評価方法を図-2に示す。測定波形は空気と表層の境界で反射された表面波を100%とし、層間剥離、空洞、および水分による反射波の波形のピーク値との比率を反射強度率とした。層間剥離や空洞による反射波の波形のピーク値はマイナス方向、水分によるピーク値はプラス方向を採用した。

(1) 層間剥離の影響

図-3に層間剥離に関する試験結果を示す。①～③の供試体は表層と基層が接着していない試験条件、④～⑤は接着した試験条件である。剥離厚さ $t=1\sim 3\text{mm}$ については、プラスチックのプレート層間に挟み層間厚さを調整した。室内試験の結果、剥離厚さが厚くなるに従い、反射強度率が増加する傾向が見られた。また、④～⑤の接着した試験条件では、図-2に示すように反射波のピークが見られず、層間剥離した供試体と比較し、明らかに異なる反射波の傾向が見られた。

(2) 水分の影響

図-4に含水比に関する試験結果を示す。含水比0.2%の供試体は30分間水中に養生した粗粒度アスコンの供試体を用い、含水比0.3%の供試体は2日間水中養生した供試体を用いた。供試体の含水比0%と0.2%および0.3%を比較すると、0.2～0.3%程度の含水比では、反射強度率が低下する傾向が見られた。反射強度率が小さくなった原因として考えられることは、水分量が増加することにより空隙が小さくなり、空気とは逆の反射波を示す水分の波形が大きくなったことが原因と推察される。図-5に排水性舗装の供試体を用いた水分量に関する試験結果を示す。試験では排水性舗装と排水性舗装と密粒度アスコンが2層構造になった供試体を使用した。供試体の側面部や底面にガムテープを貼り、水分の流出を極力防止する供試体を用いた。室内試験の結果、含水比が0%から0.8～2.0%に増加するに伴い反射強度率は低下するが、更に水を注入すると反射強度率が増加する傾向を示した。以上の結果から、ある一定の含水比を境に、反射強度率が低下から増加の方向に変化することが確認された。

4. まとめ

電磁波レーダを用いた室内試験の結果、層間剥離を有する供試体や含水比の高い供試体の反射強度率は、表層と基層が接着した供試体や含水比0%の供試体と比較し高い反射強度率を示し、空港舗装体内部の劣化診断技術の一手法としての適用の可能性が確認された。