

土系舗装体の歩き心地と耐久性に関する研究

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一
福岡大学スポーツ科学部 川上 貢

福岡大学工学部 学生員〇三宅 秀和
大生デバント (株) 佐藤 雅治

1. 研究目的 土系舗装は、アスファルト舗装と異なり歩きやすく人にやさしい反面、磨耗しやすく、耐久性が望めない材料であるとされている。そこで、土系舗装の耐久性を検討するために、配合と種類の異なる土系舗装を含む 5 種類の簡易舗装とコンクリート舗装を施工した。また、現場施工試験を実施した場所において、加速度計を用いて歩行試験を行い、土系舗装体の歩き心地の検討を行った。一方、土系舗装体の長期的な耐久性については、磨耗量や舗装表面の弾力性の追跡調査を行っている。同時に、現場施工時に供試体を打設し、室内において耐久性の検討も行っている。

2. 実験概要

2-1 施工試験の概要 今回、図-1 に示すように福岡大学通学用人道に①～③の土系舗装と④⑤の簡易舗装及びコンクリート舗装の 6 種類の施工を行った。この通学用人道は、1 日当たり延べ約 2220 人が通行している。表-1 は、各施工区間における施工概要を示したものである。②区間は標準舗装の表面に磨耗を防ぐためにトップコートを塗布している。追跡調査としては、(1) 水準測量により舗装体の高低差から沈下量を算出する摩耗量調査及び (2) 舗装材料の弾力性の評価を行うゴルフボール (GB) 反発試験の 2 種類を行う。

2-2 歩行試験及び解析方法の概要 現場施工試験を実施した場所において、表-2 に示す条件のもと、被験者の足首上と膝上の 2 ヶ所に加速度計を付けて歩行試験を行った。ここで、靴は被験者が普段から履いている靴を使用するものとした。この加速度波形の解析と施工場所におけるアンケート調査により歩き心地の検討を行った。次に、解析方法のフローチャートを図-2 に示す。ここで、歩き心地の評価方法として次の 3 つを用いた。①最大衝撃：人体部位にかかる負担の大きさを表し、最大衝撃が大きいと足にかかる負担が大きいと考えた。②固有角周波数：1 秒間に何ラジアン回転しているかを表し、低くなると強い制動動作（制御する力）が必要になる。すなわち、大きな負荷がかかるようになると考えた。③減衰度：合成加速度の波形が 1 秒間にどのくらい減衰しているかを表し、大きいほど振幅の減衰はすみやかになるので、次の動作にすばやく移れる。すなわち、速い動作に適していると考えた。

3. 実験結果及び考察

3-1 現場施工試験 図-3 に水準測量による磨耗量調査の結果を、図-4 に GB 反発試験による弾力性調査の結果を示す。標準舗装はセメント添加量が他区間より少なくトップコートも塗られていない。このため、磨耗量も約 1cm と大きく、GB 反発高も一番低くなり、柔らかい舗装体であることがわかる。また、②区間はトップコートを塗ることにより磨耗が約半分に防止され、GB 反発高も高くなり剛性が増すことがわかった。また、

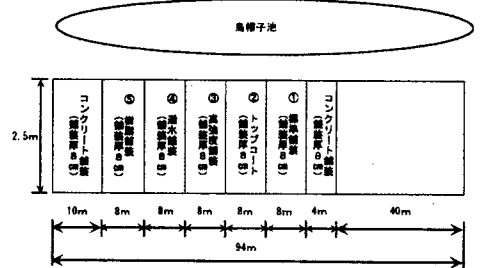


図-1 現場施工概要図

表-1 各施工区間における施工概要

	骨材	セメント 添加量 (kg/m ³)	長さ	幅	厚さ
①標準舗装	真砂土	160	8m	2.5m	8cm
②トップコート	真砂土	160	8m	2.5m	8cm
③高強度舗装	真砂土	200	8m	2.5m	8cm
④透水性舗装	粒調砂	200	8m	2.5m	8cm
⑤透水性樹脂 舗装	粒調砂 クリスタル ペース	—	8m	2.5m	8cm

表-2 歩行試験の条件

条件項目	条件
実験場所	現場施工試験を実施した場所
被験者	20代前半の男性3名、女性1名
被験者歩行状態	男性：裸足、靴 女性：ハイヒール
実験回数	各舗装において試走を3回
検足	右足
実験歩行速度	2m/sec±5%
サンプリングタイム	2msec

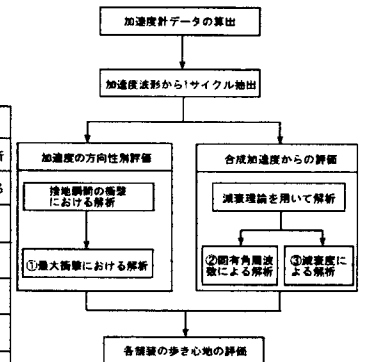


図-2 解析方法のフローチャート

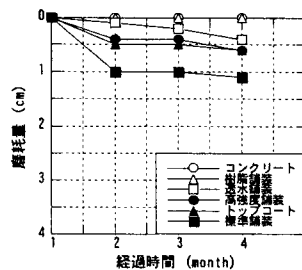


図-3 磨耗量調査結果

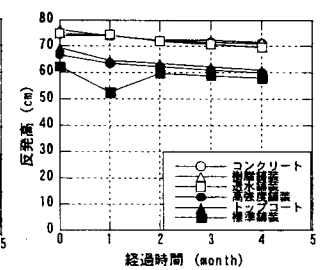


図-4 GB反発試験結果

コンクリート及び樹脂舗装はほとんど磨耗せず、GB反発高も高く剛性の高い舗装体であることがわかる。

3-2 材料特性 図-5 に標準舗装と高強度舗装における一軸圧縮強さと養生日数の関係を示す。養生日数が7～56日間は、セメント添加量が多くなるほど強度の伸びが大きく、56日を過ぎると標準及び高強度舗装とも強度増加が小さくなる。したがって、土系舗装材料は施工後2ヶ月程度でほぼ安定することがわかる。図-6 に91日気中養生を行った後、凍結融解（-10℃で15時間、20℃で9時間）及び乾湿繰返し（6h、24h周期）の耐久性試験を行った結果を示す。気中方法においては、強度増加が見られるが、凍結融解及び乾湿繰返しを行った供試体は強度が低下している。養生日数28日では、乾湿6h周期、24h周期の方が凍結融解よりも強度低下が見られた。また、養生日数28日程度では、乾湿繰返しの時間周期の影響による一軸圧縮強さの差はあまり見られなかった。

3-3 歩行試験 図-7、8 に最大衝撃の結果を示す。靴及び裸足の場合とも、最大衝撃値Gは、樹脂、透水及び高強度舗装がわずかに大きくなった。しかし、その大きさは、人体部位に負担がかかる大きさではないと思われる。図-9 に固有角周波数の結果を示す。靴の場合では、コンクリート舗装が一番強い制動動作が必要である。裸足の場合、コンクリート、樹脂及び標準舗装では、靴の時よりも強い制動動作が必要であることがわかる。図-10 に減衰度の結果を示す。靴の場合では、標準舗装が一番速い動作に適している。また、靴の方が裸足の場合より減衰度が高くなったので、靴を履いている方が速い動作に適しているということがいえる。これらの結果より、靴及び裸足の場合とも、コンクリート舗装は他の4つの舗装に比べると歩行にはあまり適していないといえる。また、土系舗装の標準及び高強度舗装は簡易舗装の透水及び樹脂舗装よりもわずかながら歩行に適しているといえる。次に、施工3ヵ月後に行ったアンケート結果を述べる。路面の硬さは樹脂及び透水舗装が柔らかいと感じ、高強度舗装は硬いと感じている。足触りは樹脂及び透水舗装が心地良いと感じ、標準舗装は心地良くないと感じている。滑りやすさは標準、トップコート及び高強度舗装は磨耗していることもあり滑りやすいと感じている。色合いは各区分とも「良い」から「普通」となっている。また、図-11 に示す歩き心地の良い舗装に対するアンケート結果からは、樹脂舗装が一番歩き心地が良いという結果を得た。しかし、土系舗装は磨耗が進んでいることもあり評判はあまりよくなかった。歩行試験とアンケート結果より樹脂舗装が一番歩き心地が良いことが示された。また、歩行試験から土系舗装は簡易舗装に比べわずかながら歩行に適しているという結果を示した。しかし、アンケート結果からは土系舗装はあまり歩き心地が良くないという評価を得た。

4. まとめ ①土系舗装にトップコートを塗ることにより磨耗が防止され、剛性も高くなることが明らかになった。また、コンクリート及び樹脂舗装は耐久性もあり、剛性の高い舗装体である。②土系舗装材料は施工後2ヶ月程度で安定する。また、凍結融解及び乾湿繰返しを行うことにより強度低下が見られた。③歩行試験とアンケート結果より樹脂舗装が一番歩き心地が良いという結果になった。一方、土系舗装は歩行試験では良い評価を受けたが、アンケート結果からは磨耗の影響から歩き心地があまり良くないという評価を得た。

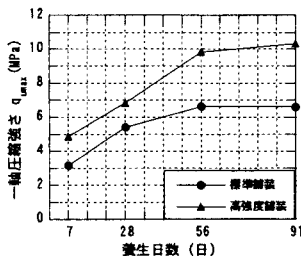


図-5 一軸圧縮強さと養生日数の関係

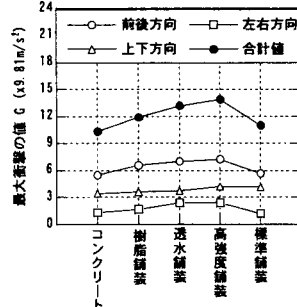


図-7 最大衝撃（靴）

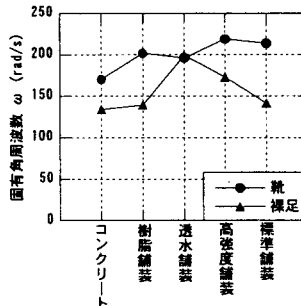


図-9 固有角周波数

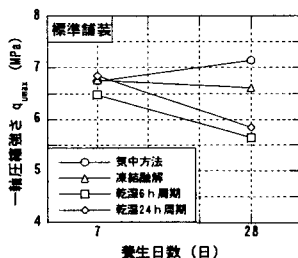


図-6 耐久性試験結果

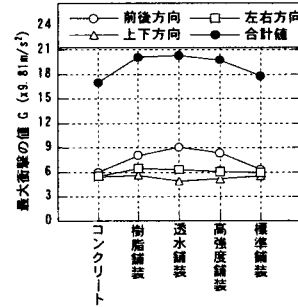


図-8 最大衝撃（裸足）

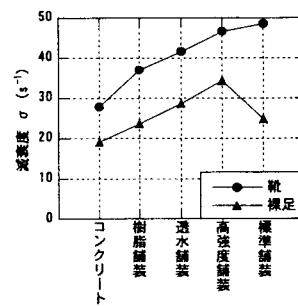


図-10 減衰度

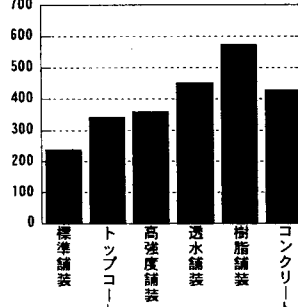


図-11 アンケート結果