

学位論文審査の結果の要旨

氏名	満都拉 (マンドラ)
審査委員	主査 服部九二雄 (印)
	副査 緒方 英彦 (印)
	副査 野中 資博 (印)
	副査 長束 勇 (印)
	副査 石井 将幸 (印)
題目	中国産フライアッシュを用いた舗装コンクリートの耐久性 Durability of Concrete Pavements with Fly Ash from China
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>本学位論文は、</p> <ol style="list-style-type: none">1) 舗装コンクリートの摩耗抵抗性を評価するための簡易な摩耗試験機の実用性評価2) 中国内蒙古自治区石炭火力発電所排出のフライアッシュ混入舗装コンクリートの実用性の検討 <p>を目的として、中国産フライアッシュを混入した舗装コンクリートの凍結融解作用後の耐摩耗性を検討し、また補強用繊維であるポリプロピレン繊維をフライアッシュ混入舗装コンクリートに適用して曲げ強度および耐摩耗性について検討した結果をまとめたものである。</p> <p>中国は1998年時点で発電設備容量は2億7700万kW、発電電力量は11億5000kWhに達する世界2位の発電大国である。火力発電機は発電設備容量で76%、発電電力量で81%を占めている。発電設備は2010年には1998年の約2倍の5億kWに達し、この増設分の約70%は石炭火力を予定している。中国では一次エネルギーを主に石炭に依存し、電力の76%は石炭を燃焼する火力発電所に頼っており、毎年4億t以上の石炭が発電に使用され、これは石炭年生産量の1/3を占めている。</p> <p>石炭工業に関する第九次五か年計画と2010年発電計画によると、2000年は14億5000万tに、2010年は18億tの生産量を目標にしており、2020年までに21億tになると予想されている。その中で内蒙古は中国の石炭生産量第二位で、石炭発電量も国内最大地域で、「西電東送」計画により将来中国のエネルギー基地になることを目標に、石炭火力発電所が益々増えている。その結果、多量の石炭灰の産出は避けられない。</p> <p>内蒙古では石炭灰をセメント、コンクリート、レンガ、路盤安定材料として最近利用してきているが、石炭灰の利用率が20%に達しない状況であり、残った石炭灰を発電所からスチールパイプやコンクリートパイプで水流を利用して数キロ離れた野外に排出している。石炭灰の再生資源としての利用が、中国における経済と社会発展および環境に対して重大な課題となっており、ひいては地球環境保全に関する問題となっている。このような社会情勢の変化から、石炭灰のコンクリート分野への用途を拡大し、その使用量を格段に増加させることが緊急の課題となっている。</p>	

近年、中国内陸部の内蒙古自治区では、中国政府の西部大開発「西部地域の交通建設は西部開発の第一要務」方針に基づいて交通網の建設が優先的に実施されている。第11次5カ年計画（2006～2010年）の発展要領では、農業資本不足の問題を解決し、農村の生産と生活の条件を改善し、農民の医療、教育、交通などの公共サービスのレベルを引き上げることを目的とした「社会主義新農村建設」が方針として打ち出されており、農村におけるインフラ整備の強化に基づいた農村道路の整備が進められている。したがって、多量のフライアッシュを舗装コンクリートの混和材として利用することが本研究の目的の一つである。

一方、寒冷地である内蒙古自治区では、冬期におけるタイヤチェーンやスパイクタイヤの使用によって道路舗装が摩耗を受ける。加えて、農産物や石炭などを運搬する大型自動車の交通量が多いことから、摩耗の進行も著しい。また、中国における従来のコンクリート舗装の設計は、強度評価のみで行われ、摩耗に対する耐久性の評価が欠けている。そのため、供用耐用年数の評価が明らかにされておらず、劣化した路面状態のままで使用され続けており、耐久性指標として摩耗抵抗性を加えた舗装の設計の確立が急務になっている。

中国では、舗装コンクリートの摩耗抵抗性を評価するための摩耗試験の必要性およびその実施数が今後増す方向にあることから、国家標準として定められた GB/T を踏まえつつも手軽に試験を行うことができる簡易な摩耗試験機が必要となっている。

そこで本研究では、GB/T よりも摩耗材である剛球数が少なく、回転速度が小さく、GB/T では一定にされている摩耗材の載荷力を 0～120N に変化させることができる簡易な摩耗試験機（Ball Bearing Method : BBM）を作製し、材齢および養生条件を変えたモルタル供試体とコンクリート供試体による摩耗試験を実施することで、この摩耗試験機の実用性を評価した。この評価試験からは以下の結論が得られている。

- ① 本研究で作製した簡易な BBM は、舗装コンクリートの摩耗抵抗性として重要になるころがり摩耗を評価することができる。
- ② BBM の摩耗深さの偏差は 2.0%以内で、GB/T の 2.21%以内よりも小さく、GB/T と同程度以上の精度を有する。

次に、中国内蒙古自治区通遼市産フライアッシュを用いたコンクリートの凍結融解作用後の耐摩耗性を検討し、中国産フライアッシュの置換率が 50%以内の範囲であれば、中国の基準に基づいた舗装コンクリートへの適用は十分に可能であることを示している。

より大きな耐摩耗性と靱性が期待できる補強用繊維のポリプロピレン繊維を用いたフライアッシュ混入舗装コンクリートの曲げ強度および耐摩耗性について検討し、50%という多量のフライアッシュを混入したコンクリートの摩耗抵抗比はフライアッシュ無混入の普通コンクリート供試体の摩耗抵抗比と比べ、27%ほど上回ることを示している。

以上のように舗装用コンクリートには、中国で大量に排出されているフライアッシュを現在の基準値以上の 50%混入した場合でも十分な耐摩耗性と、強度面からも高い耐久性が得られることが示され、現場での適用が望まれる。但し、研究期間実質 2.5 年間の結果であり、帰国後の現地における実験で適用の可能性を明確にする必要がある。

本研究は博士の学位を授与できると十分に評価できるが、今後の課題として、例えば、中国産フライアッシュを混入したコンクリートは凍結融解試験終了後、スケーリングという形態で表面の劣化が起これ、粗骨材が露出した状態になる。これを ECC（Engineered Cementitious Composites : 繊維補強セメント材）などの新素材で表面の補修・補強の効果を明らかにすることが、LCC（Life Cost Cycle）の観点からも重要な検討課題としてあげることができる。