

道路路盤に使用する二灰土混合材料の施工管理

Construction Quality Control of Two Ash Clay on Road Subbase Control

馬健霄†
Jianxiao MA,

赵 尘†
Chen ZHAO,

建部英博††
Hidehiro TATEBE

Abstract Through plenty of experimental data analysis on two ash clay road surface foundation of Nanjing airport highway and Ninghang highway, several main control points to ensure two ash clay construction quality are obtained. Meanwhile, the reason of two ash clay construction quality disease is analysed in order to direct construction quality control of similar projects, prevent quality trouble and improve construction work level.

Key words Two ash clay; Quality control; Construction technology;

1. はじめに

石灰と石炭灰と土の混合材料(略称は二灰土)は石灰や石炭灰や自然な土など3種類の無機物混合体で、専用の混合設備で、よく混合させて、下層路盤材料として、安定性のある材料である。この工法は工事技術が簡単なため、下層路盤として、中国で広く高等級道路の路面基礎の工事で用いられている。しかし、工事時に品質管理が適当ではないと、施工品質を保証することができないだけではなく、路面に悪影響を及ぼす。このため、工事中にそれぞれ異種類材料の性質を十分に評価すべきである。本稿は関連試験によって、二灰土が施工時に注意すべきなや品質管理上に共通欠点の形成原因をまとめたものである。同類の道路工事時に参考にされたい。

2. 材料の品質制御

2.1 石灰

石灰は炭酸類の岩石(石灰石、白雲石、白亜、貝殻など)を900~1300℃の高温で、二酸化炭素(CO₂)を分

解して、得られるものである。その主要な成分は酸化カルシウム(CaO)と酸化マグネシウム(MgO)で、高速道路の工事の中で石灰の品質を評価する主要な指標である。この二つは使用前に十分に融解させる必要がある。通常の場合、カルシウムの石灰は3~10日以内に、マグネシウムの石灰は10~15日以内に使用すべきといわれている。同時に混ぜ合わせた石灰と土の混合物もできるだけ早めに利用すべきである。さもないと、石灰の成分が衰えてしまう恐れがある。南京空港ゆきの高速道路の二灰土に対して混合後の時内ごとに時間帯に試験してみた。(Table1に示す)、固まっていない二灰土は石灰の活性量がとても速く衰えてしまっていた。そのため、施工品質を確保するためには、融解した石灰をできるだけ早く混合し、そして早く締固めらなければならない、二灰土混合材料の放置時間は24時間を越えないほうが良く、出来れば、当日混合、当日締固め使用が一番良い。

2.2 石炭灰

石炭灰の中に酸化物の含有量(SiO₂+ Al₂O₃+ Fe₂O₃)は二灰土混合物の強さに対して明らかな影響があり、交通省道路科学研究所は甘粛西固発電所の石炭灰を使用し試験した(Table2)、二灰土の強さは石炭灰中の酸化物の含有量に比例している。それゆえに、石炭灰を取り入れる時はJTJ-2000(交通省標準)の規定に従い、

† 南京林業大学 土木工学科(中国南京)

†† 愛知工業大学 工学部 都市環境学科(豊田市)

石炭灰焼の中で酸化物の含有量が 70%以上が望ましいべきであり、これにより混合材料の強度を高められる。同時にできるだけ粉末状で小さい石炭灰粒を選ぶ

Table1 南京空港高速道路の二灰土中の石灰量 (%)

	第一日	第二日	第三日	第四日	第五日	第六日
混合のみ	8.5	4.5	4.5	3.5	3.6	1.9
締固め	8.5	5.7	5.5	4.7	4.3	3.6

Table2 石炭灰の酸化物の含有量と混合材料の強さの対比データ

酸化物の 含有量 (%)	圧縮強度(Mpa)						
	周 期						
	7 日	14 日	28 日	2 か月	3 か月	9 か月	12 か月
50.2	0.24	0.35	0.44	0.94	1.31	2.67	3.56
79.4	0.76	1.00	1.60	2.03	2.30	4.18	4.53
87.1	0.92	1.49	1.93	3.35	4.92	8.32	9.23

2.3 土

二灰土中の土は塑性指数 12~20 の粘土を採用し、最大粒径は 15mm 以下。有機物の含有量は 15%を上回るべきでない。二灰土が路面基礎とする時は石灰と石炭灰の含有量が 15%~20%を占めるべきである。土の含有量は 80%以上とすべきである。

含水量と最大乾燥密度を求めることであり、また、同一材令と同一締固め度で試験サンプルを作り、圧縮強度を確定することでもある。以上の試験で解った最適な割合で混合した二灰土材料を選択して、道路工事に用いる。これは一般的のやり方であるが、実際の現場経験によって、中間の数値を採用するのが最も経済的である、試験データ (Table3) によって中国華東地方で通用している比較的経済かつ規定標準に合う配合は石灰 : 石炭灰 : 土 = (8~12) : (30~40) : (48~62)。また、データに見られるように、石灰と石灰石の含有量の増加に従い、最大乾燥密度は次第に減っていき、最適含水量は順次増大する。

3. 混合比例の設計のコントロール

3.1 混合比例設計と強度の関係

混合設計の目的は比例別で混合した二灰土材料の最適

Table3 寧杭高速道路の配合設計

	8:24:68	9:27:64	10:30:60
石灰 : 石炭灰 : 土	8:24:68	9:27:64	10:30:60
最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.567	1.548	1.533
最適含水比 (%)	19.9	20.3	21.4
圧縮強度 (Mpa)	1.593	1.565	1.589

3.2 石灰や石炭灰の混合量と強度の関係

実験室で 98%の圧縮強度で配合別のテストサンプルを作り、恒温、保湿作業をした後に、CBR試験をテストした。その結果を以下の Table4 と Table5 に示す。これによると、石炭

灰の含有量が不変な場合、石灰の含有量の増加につれ、初期強度 (7 d) と後期強度も高くなる。石灰の含有量が不変の場合には石炭灰の含有量が多ければ多いほど、初期強度 (7 d) は低くなり、後期強度 (90 d) は高くなる。

Table4 石炭灰の含有量が不変な場合

	6: 24: 70	8: 24: 68	10: 24: 66
石灰 : 石炭灰 : 土	6: 24: 70	8: 24: 68	10: 24: 66
7 日圧縮強度 (MPa)	0.77	0.78	0.84
28 日圧縮強度 (MPa)	1.12	1.20	1.07
90 日圧縮強度 (MPa)	1.30	2.20	2.66

Table5 石灰の含有量が不変な場合

石灰：石炭灰：土	10：20：70	10：30：60	10：40：50
7日圧縮強度 (MPa)	0.65	0.63	0.52
28日圧縮強度 (MPa)	0.92	1.05	0.97
90日圧縮強度 (MPa)	1.51	1.76	2.12

4 工事技術の品質管理

4.1 現場混合法

4.1.1 路床の地下準備

二灰土を舗装する路床面下地は表面が平坦、堅固、そして、各指標、例えば標高、幅、傾斜度などが規定標準に入らなければならない。すでに校正済みの路床の下部は土で路肩をかけて、そして50メートルぐらい置きに排水口を設置する。

4.1.2 工事測量

路床の中央線は普通直線である。そして、20メートル毎に1つの杭を設置する。水準測量を行うために、道路の両側の路肩にも指示杭を設置する必要がある。設置された指示杭に石灰層と石炭灰層の位置を記し、そして、二灰土の拡大舗装厚さをも表記する。

4.1.3 土舗装

実験員は土の含水量を定期的に測定するべきである。二灰土の含水量によって土の含水量を推測して、推測された含水量で土の舗装厚さを計算する。誤差は±1.5cm以下とする。

4.1.4 石灰と石炭灰を撒き舗装

まず試験データで石灰の単位面積当たりの使用量を計算する。人工で斑なく平らに撒き、そして現場人員がその使用量と厚さを測定して、後にローラー車を1回通過させ、石灰を平均させる。

機械で2回混合し、同時に試験員は見本を取って、その石灰使用量と含水量(普通は16~21%の間にある)を測定して、規定の要求に合った後にグレーダーで初めて平らにするし、その後、振動ローラーで締固める。

石灰舗装が合格になった後に、石炭灰の含水量(その含水量が18~21%の間にある)を測定して、石炭灰の含水量を制御するため、貯蔵の石炭灰に対して薄い膜で覆って、その周辺は防水措置を置き、要求に応じた後に、石炭灰の単位面積の使用量を推測して、人工で平均に整へ、現場でその厚さを検査する。許容厚さ以内なら、次の作業に移る。

4.1.5 現地混合

専用の機械で混合した後に、材料の含水量を測定して、もし含水量が多ければ、それを使用してならない。含水量は最適含水量の±2%範囲内に制御すべきである。現場の見本を取り、強度の試験をする。

4.1.6 転圧作業

実践の証明、二灰土は一定の締め固め度に保つ必要がある。12~15tの鉄輪ローラー車を使った場合は一層の締め固め厚さはせいぜい15~18cm、大型のローラー車で特に振動ローラーでの場合は厚さは20~25cm以上に達することも可能である。設計厚さは一層の施工厚さを上回る時、数層に分ける、そして施工の時間間隔はできるだけ短縮するべきである。上下層部はできるだけ同日に舗装した方がよい。しかし路面の厚さが大きく、層数が多い場合には、同日舗装を実現することが出来ない事もある。このような状況の下では、接着を確保する措置をとるべきである。特に下層部の表面には固まっていない材料があつてはならず、下層部の表面は湿気を保つべきである。混合後24時間以内にすることが重要である。

4.2 工場で混合の方法

4.2.1 混合

集中的に混合する時は土と石炭灰を粉々に粉砕して(粉砕するため、塑性指数は10~20の土を採用すべきである)、土塊の最大の直径は20mm以下、含水量は最適値より少し大きくすれば、締め固め時の含水量は最適値に近づけることができる。

4.2.2 運搬

二灰土混合材料は現場まで普通自動車で輸送する。運送距離が長い場合は、水分損失や環境汚染を防ぐために、布で表面を覆って運ぶべきである。

4.2.3 舗装

二灰土材料が工事現場に到着後は、できるだけ舗装が平坦になるよう、できるだけ専用の機械を使用すべきである。舗装の時に縦方向のすきまをなるべくなくすべきである。

4.2.4 転圧作業

施工技術は現地では混ぜ合わせる方法と同じである。

4.2.5 養生

締固め終わった材料の強さが合格になれば、直ちに養生を始めるべきである。養生期限は7日以内とする。養生期限内に散水車はその反対側の車道上を走らなければならない。養生の期限内は通行止めにする必要がある。

5. 二灰土基層の施工品質問題および予防対策

5.1 混合材料が平均していない場合

混合材料の不均衡を防止するため、まず適当な機械と道具で工事を行うことが重要で、必ず十分な掘削る能力と粉砕能力の備わった機械を使う必要がある。普通、専用の混合機械を選択しなければならない、土の塊はできるだけ粉砕するべきで、最大の寸法は 15mm 以下とする。寸法を超えた土の塊は削除しなければならない。塑性指数が大きい土について、専用の機械で粉砕する。

5.2 強さが要求に達しない場合

二灰土混合材料が設計の要求に達しない原因は多く考えられるが、通常は材料を再び試験して或いは混合割合を調整すると同時に実際の混合割合を検査して、間違いがあるかどうか、材料の散逸を考慮したのかどうか、混合が平均しているかどうかなどの調整を検討する必要がある。

5.3 圧力度が足りない場合

二灰土の強度が不足なのは使われる機械の原因以外に、まだ転圧回数や二灰土の含水量なども関係する。普通、二灰土路面基礎の工事は 12t 以上のローラー車或いは振動ローラー車を選択する。厚さは 15cm~20cm 以内とし、同時に試験によって異なった厚さの締固める回数を確定する。転圧時には最初は軽く、序々に重くするのが一つのポイントである。転圧時間を厳格に制御する必要もある。夏季普通は当日に転圧し終わる。もちろん、舗装の前に下部機構自身の強さを厳格に制御する必要もある。

5.4 横にひびがある場合

工事の過程に二灰土混合材料の含水量を厳格に

制御するべきで、それを最適含水量に接近させて、ひびが生じることを防止する。養生の期限内は保湿するべきである。しかしぬれ過ぎることに注意すべきで、できるだけ保湿の措置をとる方がよい。養生の期限内は交通止めにさせる。

5.5 均す度合いが要求に応じない場合

均す度合いが不足の時は主に下部機構の均す度合いが良くないため、引き起こすことが多い。締固める時に適切な措置をとるべきで、均す度合いを高める必要がある。そのため、二灰土の工事の前に、下部機構の平坦性を検査するべきである。おさえながら必要がある。ロードローラーで転圧後は直ちに圧縮試験を行う。停車して或いは急いで角を曲がることは良くない。

6 おわりに

二灰土混合材料の施工技術は本当に成熟になり、操作もしやすくなった。筆者は寧杭高速道路(南京・杭州間)の路面の下部基礎の施工データを分析し、二灰土混合材料の施工技術の要点は以下の通りである。

(1) 原材料を強化して検査して、不合格な材料は絶対に使用しない。

(2) 固まっていない舗装厚は成型した二灰土混合材料の厚さの重要な要素であり、そのため必ず厳格に制御すべきである。

(3) 常に含水量を検査し、そして検査の結果によって二灰土混合材料のおさえ時間を調整する。

(4) 石灰の分量を検査して、石炭灰の重量を制御して、正確な混合割合を確保する。

(5) 混合時には混合割合を制御し、混合不十分な土が出ることを防止する。

参考文献

- 1) 中国交通省：道路路面基層工事技術標準 JTJ—2000.2000
- 2) 江蘇省高速道路センター：江蘇省高速道路路面工事技術指導意見集、1998年。