平 21.都土木技術支援・人材育成センター年報　ISSN 1884-040X
Annual Report
C.E.S.T.C., TMG 2009

7．再生砂（ＲＣ－１０）の特性に関する検討

Study of Characteristics of RC-10

技術支援課　小林一雄、上野慎一郎

1．　はじめに

再生砂（ＲＣ－１０）(以下、再生砂という。)とは、「路盤発生材及びアスファルトコンクリート発生材、セメントコンクリート発生材から製造した再生資材、あるいはこれらを混合した材料に、必要に応じて補足材を加え、所定の品質が得られるように調整したもの。」（土木材料仕様書、東京都建設局）と定義される材料で、東京都建設局では粒度について品質を規定している。

現在、コスト削減及びリサイクルの観点から埋戻し材として再生砂を利用することが求められている。また、東京都建設局の電線共同溝事業においては、埋戻し材として再生砂を使用することとしており、無電柱化推進に伴い再生砂の使用が多くなることが想定される。

しかし、再生砂の埋戻しには長期強度の増加に伴う掘削性の低下[1)]、六価クロムの溶出[2)]などが課題として挙げられており、コスト面だけでなく環境面や作業性に配慮した材料が安定的に供給されることが必要となる。そこで、再生砂について、現在最も多く生産されているセメントコンクリート発生材から製造した再生砂（以下、Co 再生砂という。）と他材料を混合し、それらの混合割合の違いによる再生砂の材料特性、強度増加特性などを検討したので報告する。

2．　調査内容

(1)　材料試験

物理的試験として、土の液性限界試験・塑性限界試験（JIS A 1205)、土の粒度試験（JIS A 1204)、透水試験（舗装調査・試験法便覧 F010)。環境把握試験として、pH 試験（JGS 0211）及び六価クロムの溶出試験（JIS K 0102）を行った。

(2)　強度増加を緩和させる配合の検討

長期強度について検討するため、ＣＢＲ試験、ハンドスコップによる掘削性試験を行った。

(3)　現場実験による施工性の確認

戸田橋実験場において、幅 50×長さ 120×深さ 70cm の土槽を 4 個作製し、現場実験用の 4 種類の材料を用いて埋戻し、ランマー転圧により締固めた後、土研式円錐貫入試験、剣スコップによる掘削性試験、ＣＢＲ試験を行った。

3．　材料の準備

(1)　使用材料

実験に使用した材料は、①Co 再生砂、②アスファルトコンクリート発生材から製造した再生砂（以下、As 再生砂という。)、③第二種改良土（以下、改良土という。）及び④しゃ断層用砂（以下、しゃ断砂という。）である。

(2)　材料の混合

試験材料は、ソイルミキサーなどを用いて表－1 に示す材料混合ケース毎（12 ケース）に 20L 程度作製した。また、現場実験に使用する No.1、3、5、7 については、コンクリートミキサーなどを用いて混合し 500L

程度作製し現地に搬入した。

4. 材料試験結果

表－1で示した 12 ケースについて下記の材料試験を行った。試験結果を表－2、3に示す。

(1) 物理的試験

1) 液性限界試験・塑性限界試験

改良土を用いたケースで、塑性指数（IP）が得られた。改良土 100%の No.9 で IP が 6.0 となったが、Co 再生砂を混合することにより IP は低下した。

2) 土の粒度試験

改良土を用いた No.6～9、しゃ断砂を用いた No.10、No.11 は再生砂で規定している粒度範囲から外れた。これは第二種改良土及びしゃ断層用砂の粒度の規格が再生砂と異なるためであり、それぞれの規格は満足している。また、細粒分含有率は改良土 100%を除いて 10%未満であった。

3) 透水試験

試験法は、舗装調査・試験法便覧 F010（変水位透水試験）を用いた。供試体は、水浸養生 0 日、3 ヶ月室内養生とした。試験結果を図－1に示す。

Co 再生砂と As 再生砂を混合した再生砂の透水係数は $6.7～7.5\times10^{-3}$cm/s、しゃ断砂を混合した再生砂では $3.9～6.8\times10^{-3}$cm/s であり混合割合による透水係数の変化はほとんどなかった。しかし、改良土を混合する場合、改良土の混合割合が多いほど透水係数は低下し（$6.8\times10^{-3}\rightarrow2.5\times10^{-4}$cm/s)、排水性が悪くなる。

(2) 環境把握試験

1) pH 試験

Co 再生砂を含む再生砂の pH は 10.9～11.7 と強いアルカリ性を示した。Co 再生砂よりも pH の低い As 再生砂（pH9.1)、しゃ断砂（pH8.6）を混合しても pH の低下は見られなかった。一方、Co 再生砂よりも pH の高い改良土（pH11.8）を混合すると改良土よりの pH の値で推移した。

2) 六価クロム溶出試験

図－2 に Co 再生砂の混合率と六価クロムの溶出量との関係を示す。

今回使用した Co 再生砂から環境基準（0.05mg/L 以下）を超える溶出が認められた。しかし、六価クロムの溶出が少ない他材料を混合することにより、溶出量が低下することを確認した。（As 再生砂、しゃ断砂からの検出はなかった。）

今回の実験では Co 再生砂の混合率を 50%に抑えると六価クロムの溶出基準を満足した。

表－1 材料混合ケース

	混合割合		現場実験材料
No.1	Co再生砂 100%		再生砂１
No.2	Co再生砂 75%	As再生砂 25%	
No.3	Co再生砂 50%	As再生砂 50%	再生砂３
No.4	Co再生砂 25%	As再生砂 75%	
No.5		As再生砂 100%	再生砂２
No.6	Co再生砂 75%	第二種改良土 25%	
No.7	Co再生砂 50%	第二種改良土 50%	再生砂４
No.8	Co再生砂 25%	第二種改良土 75%	
No.9		第二種改良土 100%	
No.10	Co再生砂 75%	しゃ断層用砂 25%	
No.11	Co再生砂 50%	しゃ断層用砂 50%	
No.12		しゃ断層用砂 100%	

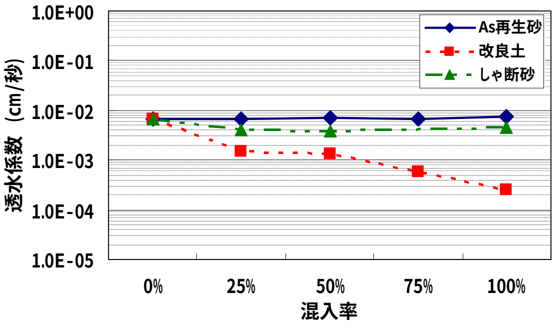
表－2 材料試験結果(1)

	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数 (%)	pH	六価クロム (mg/L)
No.1	測定不能	測定不能	NP	11.1	0.06
No.2	測定不能	測定不能	NP	11.1	0.05
No.3	測定不能	測定不能	NP	11.2	0.03
No.4	測定不能	測定不能	NP	10.9	0.02
No.5	測定不能	測定不能	NP	9.1	不検出
No.6	測定不能	測定不能	NP	11.6	0.05
No.7	35.8	32.6	3.2	11.6	0.0
No.8	40.5	36.4	4.1	11.7	0.0
No.9	48.3	42.3	6.0	11.8	0.0
No.10	測定不能	測定不能	NP	11.2	0.03
No.11	測定不能	測定不能	NP	11.1	0.01
No.12	測定不能	測定不能	NP	8.6	不検出

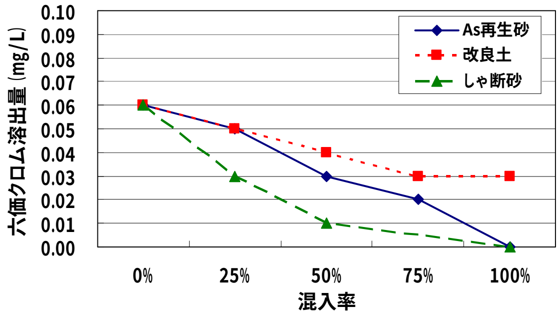
表－3 材料試験結果(2)

	粒度（通過重量百分率）				
	13	10	5	2.5	0.075
No.1	－	100	85.7	59.5	3.3
No.2	－	100	83.4	55.5	2.6
No.3	－	100	84.3	58.2	2.1
No.4	－	100	75.3	47.7	1.8
No.5	－	100	74.1	37.8	0.7
No.6	**95.9**	**95.9**	85.7	61.6	4.5
No.7	**95.1**	**95.1**	84.1	65.3	5.3
No.8	**92.3**	**92.3**	80.7	65.4	7.9
No.9	**88.0**	**88.0**	78.6	66.4	**10.3**
No.10	－	100	88.7	67.3	3.1
No.11	－	100	**91.1**	**75.4**	2.9
No.12	－	100	**100**	**96.0**	2.9
基準値(RC-10)	－	100	50～90	30～70	0～10

備考：表中のゴシック文字は基準値を外れたものを示す。



図−1　透水試験結果



図−2　六価クロム溶出量

5.　強度増加を緩和させる配合の検討

(1)　ＣＢＲ試験

舗装調査・試験法便覧 S041 にならって実施した。供試体は 4 日間水浸ではなく、1)に示す 6 種類の養生条件（各 1 供試体、計 72 供試体）とした。

なお、全 72 ケース中 70 ケースで貫入量 5.0㎜ における値（ＣＢＲ$_{5.0}$）がＣＢＲ$_{2.5}$ より大きかったため、本報告ではＣＢＲ$_{5.0}$ を採用した。

1)　養生条件

① 養生なし（供試体作製直後（初期値））

② 水浸養生 0 日、室内養生 3 ヶ月

③ 水浸養生 0 日、室内養生 4 ヶ月

④ 水浸養生 1 日、室内養生 3 ヶ月

⑤ 水浸養生 1 日、室内養生 4 ヶ月

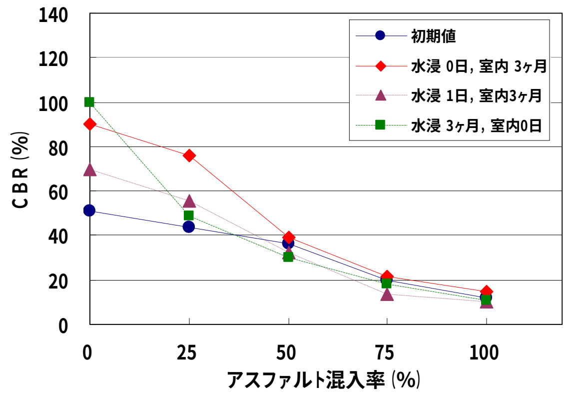
⑥ 水浸養生 3 ヶ月、室内養生 0 日

2)　混入割合によるＣＢＲ値の傾向

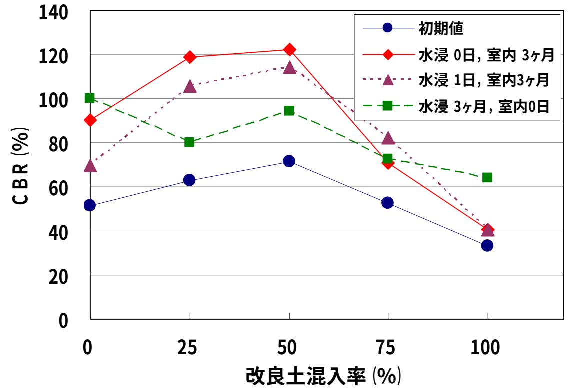
Co 再生砂に混合した材料混入率と 3 ヶ月養生した供試体によるＣＢＲの関係を図−3〜5、水浸養生 1 日・室内養生 3 ヶ月のＣＢＲの関係を図−6 に示す。

①　Co 再生砂＋As 再生砂のＣＢＲ（図−3）

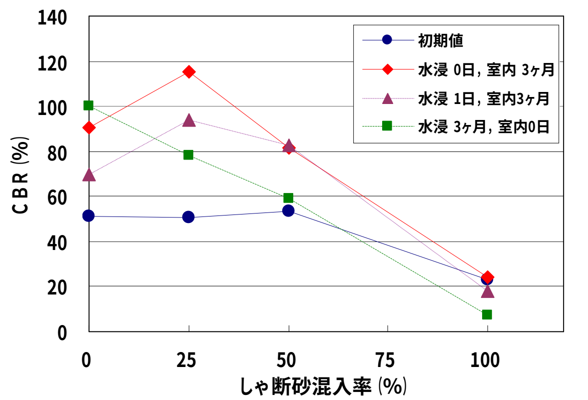
As 再生砂の混入率が多いほど強度は低下する。



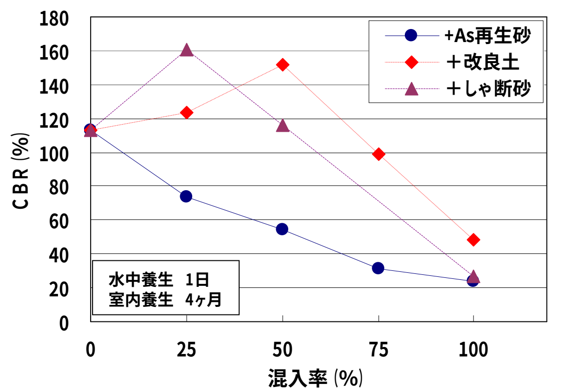
図−3　アスファルト混入率とＣＢＲ（養生 3 ヶ月）



図−4　改良土混入率とＣＢＲ（養生 3 ヶ月）



図−5　しゃ断砂混入率とＣＢＲ（養生 3 ヶ月）



図−6　混入率とＣＢＲ(水浸 1 日､室内 4 ヶ月養生)

混入率 25%では全ケースで初期値より強度が増加した。混入率 50%以上では初期値からの大きな増減はなかったが、As 再生砂 100%でも若干の強度増加があった。

養生期間が同一の場合、水浸養生が長い方が強度が低い傾向がある。

② Co 再生砂＋改良土のＣＢＲ（図―4）

全ケースで初期値より強度が増加した。

改良土の混入率 50%までは Co 再生砂 100%より強度が増加し、50%を超えると減少に転じる傾向がある。しかし水浸養生のみの場合には、混入率の増加に伴い強度は低下する傾向がある。

③ Co 再生砂＋しゃ断砂のＣＢＲ（図―5）

混入率 25%、50%では初期値より強度が増加した。

しゃ断砂の混入率 25%では Co 再生砂 100%より強度が増加し、50%以上混入すると強度は減少する。しかし、②と同様に水浸養生のみの場合には、混入率が多くなるに従い、強度が低下する。

しゃ断砂 100%では強度増加は見られない。

④ Co 再生砂との混入率による評価（図―6）

Co 再生砂に As 再生砂を加えていくとＣＢＲ値は低下するが、改良土、しゃ断砂では 25%または 50%混合まで上昇し、その後減少に転じる。このように混合する材料により強度の低下傾向は異なる。

ＣＢＲ値は、As 再生砂を混合した再生砂が小さく、改良土を混合した再生砂が最も大きくなった。

3) ＣＢＲ値の経時変化

経過日数とＣＢＲの関係を図―7～10 に示す。

① Co 再生砂 100%のＣＢＲ（図―7）

養生条件によらず日数の経過に従い強度が増加する。

② Co 再生砂＋As 再生砂のＣＢＲ（図―8）

90 日までは強度増加はみられないが、120 日では強度増加があった。

1 日でも水浸養生すると強度増加はほとんど見られない。

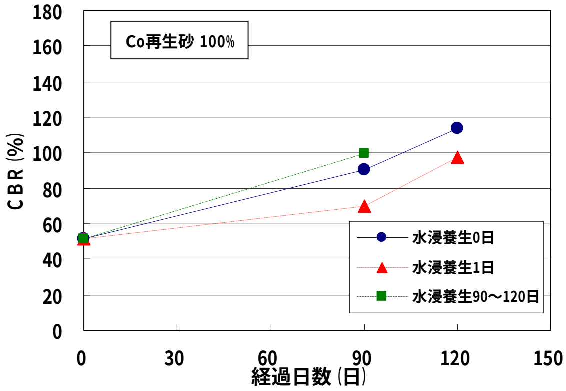
③ Co 再生砂＋改良土のＣＢＲ（図―9）

日数の経過に伴い強度が増大する。Co 再生砂 100%よりも増加が大きい。

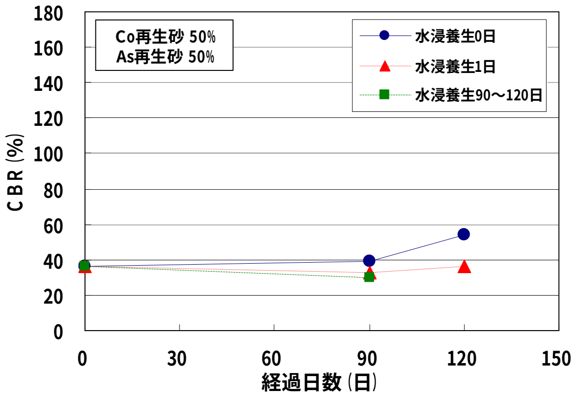
④ Co 再生砂＋しゃ断砂のＣＢＲ（図―10）

改良土と同様、日数の経過に伴い強度が増加する。

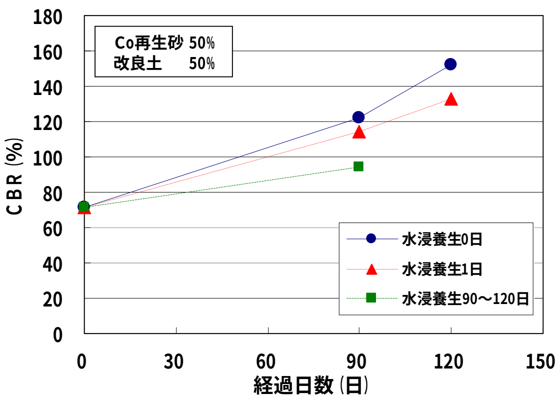
水浸養生のみでは、強度増加はほとんどみられない。



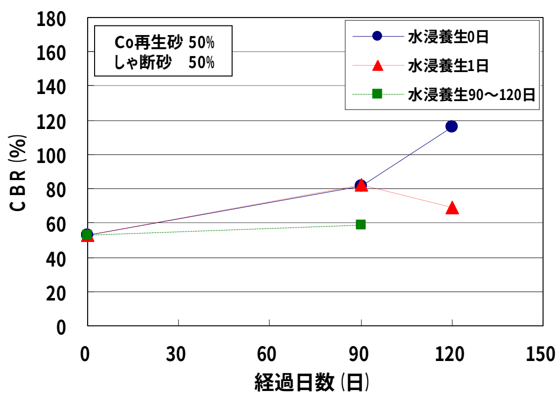
図―7 経過日数とＣＢＲ（Co 再生砂 100%）



図―8 経過日数とＣＢＲ（As 再生砂 50%混入）



図―9 経過日数とＣＢＲ（改良土 50%混入）



図―10 経過日数とＣＢＲ（しゃ断砂 50%混入）

⑤　時間経過による評価

以上①～④により、懸念されていた時間の経過による強度増加を確認した。4 ヶ月経過時点のＣＢＲの最大値は No.10（室内養生 4 ヶ月）161.0%であった。

Co 再生砂と他材料を混合した場合、水浸養生による影響は、水浸養生を行わないより水浸養生を 1 日でも行った方が、ＣＢＲは小さくなる。

(2)　ハンドスコップによる掘削性試験

ハンドスコップ（写真－1）を用いて、(1)のＣＢＲ試験後のモールド（容量 2.2L）から試料を全て掘削するまでの時間を測定した。作業状況を写真－2、試験結果を図－11～15 に示す。

①　Co 再生砂＋As 再生砂のハンドスコップ掘削性（図－11）

養生条件によらず As 再生砂の混合割合が多いほど、掘削時間は短くなる。初期値と養生 3 ヶ月を比較すると養生時間が多いと、掘削時間が増加し掘削性は低下する。同一養生期間であれば、水浸養生した方が掘削時間が短い。

②　Co 再生砂＋改良土のハンドスコップ掘削性（図－12）

改良土を混合した材料は掘削時間が最も長く、掘削性が最も劣る。Co 再生砂に改良土を混合すると養生条件によらず Co 再生砂 100%の掘削時間より長くなる。

水浸養生 0 日、1 日の供試体では、初期値からの掘削時間の増加が大きい。

③　Co 再生砂＋しゃ断砂のハンドスコップ掘削性（図－13）

As 再生砂､改良土の混合材料より掘削時間が少ない。

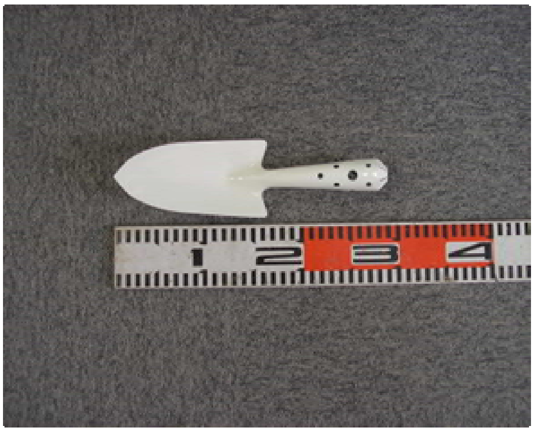
養生条件によらずしゃ断砂の混合割合が多いほど、掘削時間は短くなる。時間の経過による掘削時間の大きな変化は見られない。

④　Co 再生砂との混入率による評価

上記①～③により、As 再生砂、しゃ断砂を混合した材料は、混入率が多いほど掘削時間は低下した。しかし、改良土を混合すると掘削時間は増加した。

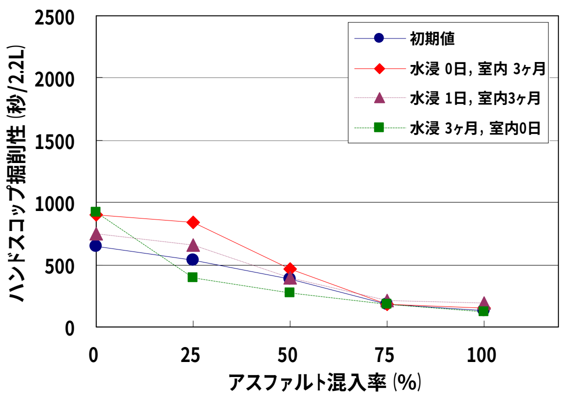
⑤　時間経過による評価（図－14、15）

As 再生砂、しゃ断砂を混合した材料の供試体作製直後、室内養生 4 ヵ月後を比較すると、掘削時間は増加するものの、混合することにより掘削時間は低下する。

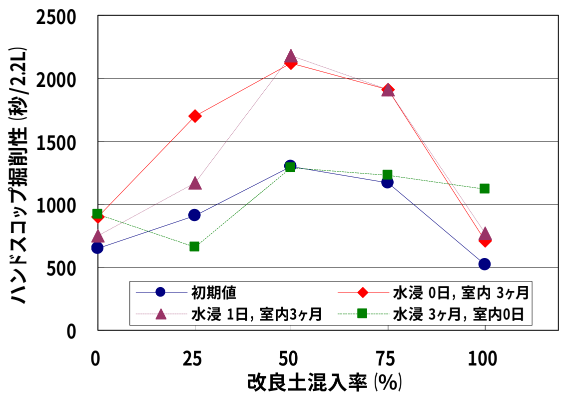


写真－1　使用したハンドスコップ

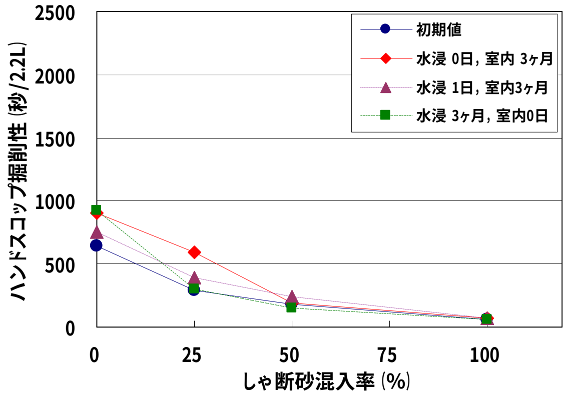
写真－2　ハンドスコップによる掘削状況



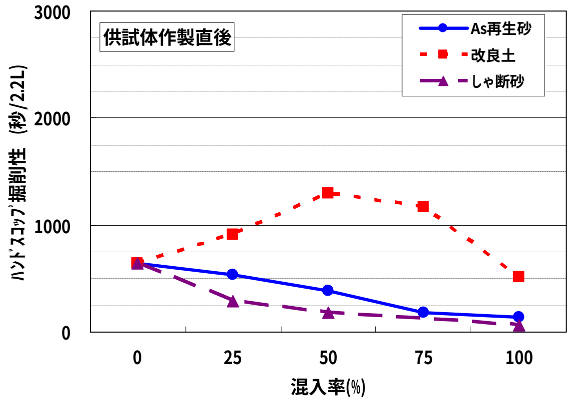
図－11　As 混入率とﾊﾝﾄﾞｽｺｯﾌﾟ掘削性（養生 3 ヶ月）



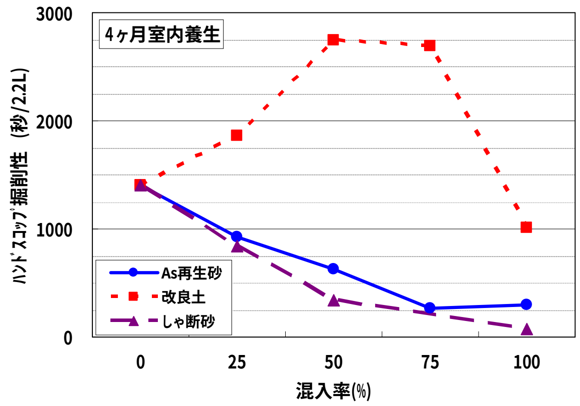
図－12　改良土混入率とﾊﾝﾄﾞ掘削性（養生 3 ヶ月）



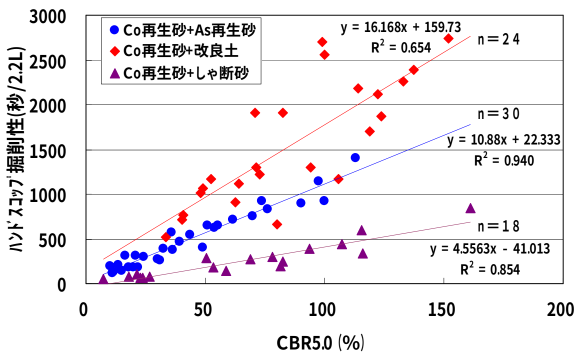
図－13　しゃ断砂混入率とﾊﾝﾄﾞ掘削性（養生３ヶ月）



図－14　ハンドスコップ掘削性（供試体作製直後）



図－15　ハンドスコップ掘削性（室内養生４ヶ月）



図－16　ＣＢＲとハンドスコップ掘削性

しかし、Co 再生砂に改良土を混合すると４ヵ月後の掘削時間は大幅に増加する。時間経過によるハンドスコップ掘削時間増加を緩和するには、しゃ断砂、As 再生砂の混合が有効である。しかし改良土を混合すると掘削性が悪化する。

(3)　ＣＢＲとハンドスコップ掘削性（図－16）

混合材料別の寄与率（R^2）は As 再生砂 0.940、改良土 0.654、しゃ断砂 0.854 であった。混合する材料により傾向が異なるものの、ＣＢＲとハンドスコップ掘削性には高い相関があり、ＣＢＲが大きいと掘削時間も増加する。

(4)　強度増加を緩和させる配合について

以上より、Co 再生砂は時間経過により強度増加し、掘削性が低下することを確認した。しかし Co 再生砂に As 再生砂またはしゃ断砂を混合することにより、強度増加の緩和、掘削性の向上が可能である。しかし、改良土の混合では強度がより増加し、掘削性も低下した。

6.　現場実験による施工性の確認

表―1 に示す現場実験材料（再生砂 1～4）を用いて施工性の確認実験を行った。

施工は１層 30cm とし、２層に分けランマー転圧により締固めた。１ 層目転圧後、現場採取用のＣＢＲモールドを設置し（写真―3)、２ 層目を敷き均し、ランマー転圧した（写真―4)。

(1)　突固め試験

現場での施工に先立ち突固め試験（舗装調査・試験法便覧 F007 A―b 法)を行った。結果を図―17 に示す。

再生砂 1～3 の最大乾燥密度は 1.70～1.71g/cm³ とほぼ同様であった。改良土を混合した再生砂 4 は、他材料より小さい値（1.62g/cm³）を示した。

最適含水比では、再生砂 2（As 再生砂 100％）が 5.5％と砕石に近い値であった。

(2)　土研式円錐貫入試験

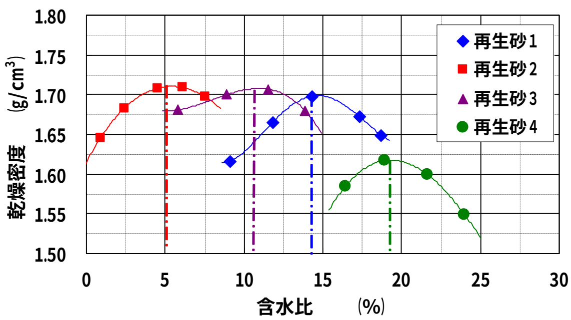
各土槽において、施工直後と 4 ヵ月後に土研式円錐貫入試験を行った。土研式円錐貫入試験（打撃回数 Nd）の結果を表―4 に示す。

全ての再生砂の各層でＮｄ値はしゃ断層用砂および埋戻し用砂の基準値（16 回/10cm 以上）（道路占用工事要綱）を満足した。強度増加については、時間経過に

写真－3　モールド設置状況

写真－4　ランマー転圧状況

写真－5　使用した剣スコップ



図－17　突固め試験結果

よりＮｄ値が増加した。

(3)　剣スコップによる掘削性試験

土研式円錐貫入試験、2 層目（上層）に設置したＣＢＲ試験用供試体の採取後、1 層目（下層）において掘削性試験を行った。試験は剣スコップ（写真－5）を用いて人力で土槽を掘削し、18 リットル缶が掘削した再生砂で一杯になるまでの時間を測定した。剣スコップ掘削性の試験結果を表－5 に示す。

1)　剣スコップ掘削性試験結果

掘削時間の増加倍率（4 ヵ月後／施工直後）は、いずれのケースも 1.5～1.7 となり、掘削性は低下した。

特に再生砂 4 は再生砂 1、2、3 の約 2 倍の掘削時間を要し、Co 再生砂に改良土を混合すると掘削性が極端に低下することが分かった。また C-40 の剣スコップ掘削時間は、360 秒/18L 程度という報告[3)]があり、掘削性を考慮すると Co 再生砂に改良土を混合することは望ましくない。

2)　掘削時間とＮｄ値の関係

図－18 に剣スコップ掘削時間と剣スコップ掘削試験を実施した下層のＮｄ値（平均値）の関係を示した。

再生砂 4 を除いたデータのR^2は 0.916 となった。剣スコップ掘削時間と Nd 値とは高い相関があり、土研式円錐貫入試験式により、剣スコップ掘削時間をある程度想定できることが確認できた（再生砂 4 は 4 ヶ月後のＮｄ値が低下するなど他材料とは異なる傾向を示したため除外した）。

表－4　土研式円錐貫入試験結果

	測定位置	再生砂１	再生砂２	再生砂３	再生砂４
施工直後	２層目(上層) 0～30cmの平均値	36	26	29	61
	１層目(下層) 30～60cmの平均値	57	54	65	72
4ヵ月後	２層目(上層) 0～30cmの平均値	220	66	202	110
	１層目(下層) 30～60cmの平均値	192	114	203	40

表－5　剣スコップ掘削時間

	剣スコップ掘削時間(秒/18L)		
	施工直後	4ヵ月後	増加倍率
再生砂１	284	488	1.7
再生砂２	221	333	1.5
再生砂３	263	430	1.6
再生砂４	491	858	1.7

(4)　現場採取供試体による試験

上層に設置したＣＢＲ試験用供試体を採取し、水浸させずにＣＢＲ試験及びハンドスコップ掘削性試験を行った。試験結果を表－6、7 に示す。

1)　現場採取供試体のＣＢＲ試験

再生砂１～４すべてで 4 ヶ月後のＣＢＲ値が増加した。再生砂 1（Co 再生砂 100%）の強度が最も大きかった。再生砂 2（As 再生砂 100%）増加倍率が 1.1 と強度増加は小さかった。

2)　室内混合供試体および現場採取供試体のＣＢＲ

室内で混合した供試体と現場で採取した供試体のＣＢＲの関係を図－19 に示す。現場採取供試体ＣＢＲは室内混合供試体ＣＢＲより 60～90%減少した。

3)　現場採取供試体のハンドスコップ掘削性

再生砂 1、2、3 のハンドスコップ掘削時間は、増加倍率（4 ヵ月後／施工直後）が 1.0～1.3 とほとんど変化しなかった。改良土を混合した再生砂 4 では掘削時間が半減した。

4)　現場採取供試体のＣＢＲと各種相関

現場採取供試体のＣＢＲとハンドスコップ掘削性、剣スコップ掘削性およびＮｄ値の関係を図－20～22 に示す。R^2はそれぞれ 0.70、0.85、0.86（再生砂 4 は除く）と高い相関が認められた。

5)　剣スコップ掘削性とハンドスコップ掘削性

剣スコップ掘削時間と再生砂 1～4 と同じ配合の室内配合供試体によるハンドスコップ掘削時間の関係を図－23 に示す。R^2は 0.69（再生砂 4 は除く）と相関が認められ、室内試験でもある程度、現場での剣スコップ掘削時間を想定可能と判断できる。

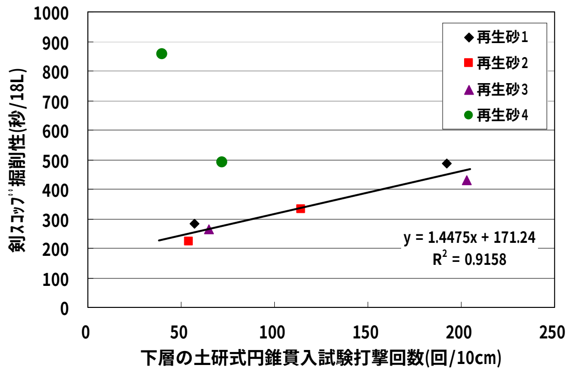
6)　締固め度

表－8 に締固め度の結果を示す。再生砂 1、4 の締固め度は、道路占用工事要綱で定める改良土に対する基準値（90%）を若干下回った。通常再生砂の埋戻しでは水締めが行われており、締固め度は更に低下すると考えられる。

(5)　熱電対による反応温度測定

ＣＢＲモールドに試料を自然落下させた供試体及び直後に水締めを行った供試体を作製し、熱電対により再生砂の反応温度を 7 日間測定した。図－24 に水締め「あり」と「なし」の日最大温度の差を示す。

水混合直後は、水の影響でマイナスまたは差が小さいが、経過日数が増えるほど、また Co 再生砂の混合割合が多いほど日最大温度の差が大きくなった。



図－18　Ｎｄ値と剣スコップ掘削時間

表－6　現場採取供試体のＣＢＲ

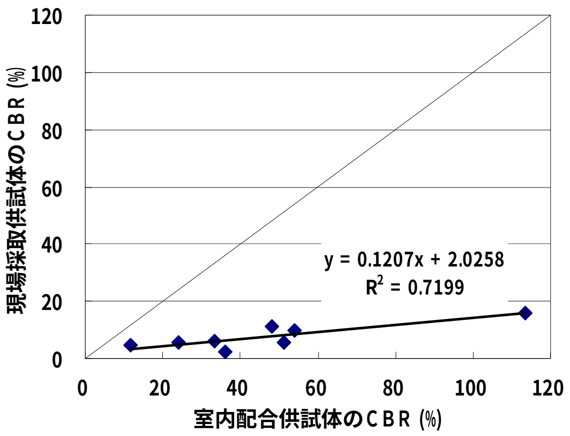
	ＣＢＲ（%）		
	施工直後	4ヵ月後	増加倍率
再生砂 1	5.4	15.9	2.9
再生砂 2	4.7	5.4	1.1
再生砂 3	2.5	10.0	4.0
再生砂 4	6.2	11.0	1.7

表－7　現場採取供試体のハンドスコップ掘削時間

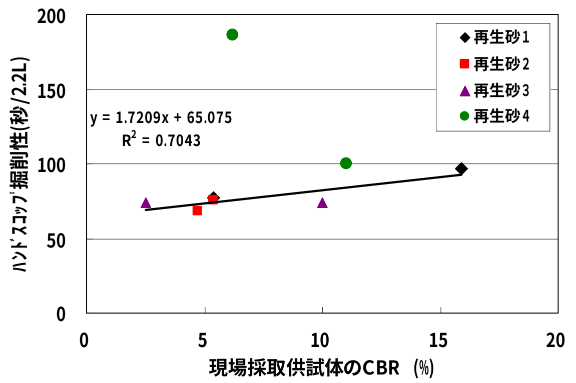
	ハンドスコップ掘削時間（秒/2.2L）		
	施工直後	4ヵ月後	増加倍率
再生砂 1	77	97	1.3
再生砂 2	68	76	1.1
再生砂 3	74	74	1.0
再生砂 4	186	100	0.5

表－8　締固め度

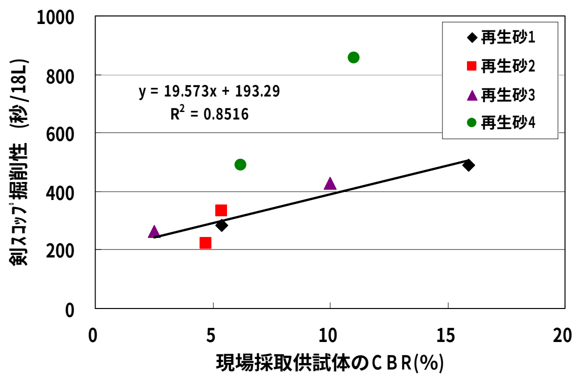
	締固め度（%）		
	施工直後	4ヵ月後	増加倍率
再生砂 1	86.6	87.8	1.0
再生砂 2	90.6	90.0	1.0
再生砂 3	93.7	93.9	1.0
再生砂 4	87.5	87.9	1.7



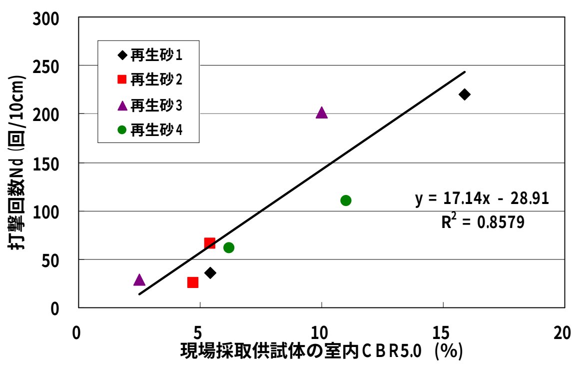
図－19　室内混合供試体と現場採取供試体のＣＢＲ



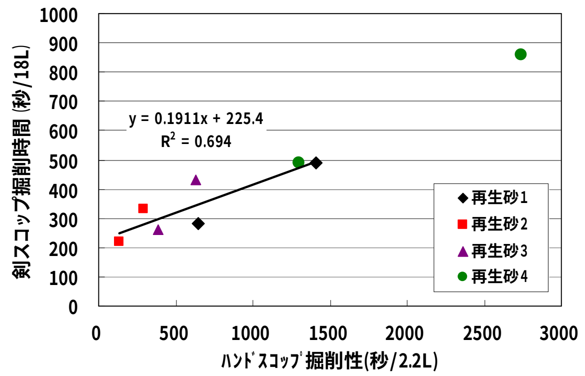
図－20　ﾊﾝﾄﾞｽｺｯﾌﾟ掘削性と現場採取供試体のＣＢＲ



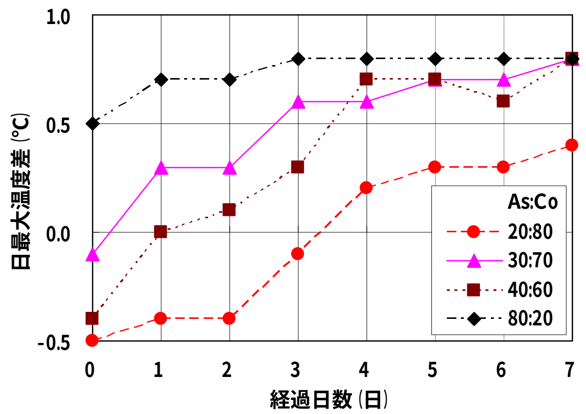
図－21　剣スコップ掘削性と現場採取供試体のＣＢＲ



図－22　Ｎｄ値と現場採取供試体のＣＢＲ



図－23　剣スコップとハンドスコップの掘削時間



図－24　水締めの有無による反応温度差

7.　まとめ

(1)　六価クロム

Co 再生砂から環境基準を超える六価クロムが溶出する場合があることを確認した。Co 再生砂に As 再生砂などを混合することにより、溶出量が低下することを確認した。

(2)　粒度

改良土、しゃ断砂は再生砂と規格が異なることからこれらを混合した材料は、再生砂で規定する粒度範囲から外れた。またアスファルト再生工場では、最大粒径 5mm または 13mm で製造している場合が多く、最大粒径 10mm の As 再生砂を製造している工場は多くないと考えられる。今後、Co 再生砂と他材料の混合割合等の検討とあわせ、粒度範囲の再設定も必要である。

(3)　Co 再生砂と As 再生砂の混合

As 再生砂の混合割合が多いほど Co 再生砂 100%より強度は低くなる。経時変化では、混入率 25%では強度増加があるが 50%以上ではほとんど変化はなかった。

(4)　Co 再生砂と改良土の混合

改良土を混合した再生砂は初期値より強度が増加した。また混入率 50%までは Co 再生砂 100%より強度が増加する。経時変化による強度増加が最も大きい。

(5)　Co 再生砂としゃ断砂の混合

しゃ断砂を混合した再生砂でも初期値より強度が増加した。特に混入率 25%では Co 再生砂 100%より強度が増加した。また経時変化による強度増加があった。

(6)　水浸養生

同一養生期間では水浸養生期間が長い方が、強度増加が小さいことから、地下水位が高い場所では掘削面に水がない所に比べ強度増加が小さいことがわかった。

(7)　強度増加を緩和させる配合

Co 再生砂は時間経過により強度増加し、掘削性が低下することを確認した。Co 再生砂に As 再生砂またはしゃ断砂を混合することにより、強度増加の緩和、掘削性の向上が可能である。

(8)　現場実験による施工性確認

4 ヶ月後の剣スコップ掘削時間は、施工直後の 1.5 倍以上となっており、掘削性の低下が確認された。特に改良土を混合した再生砂は C-40 よりも掘削性が劣り、混合材料としては適当でないことがわかった。

剣スコップ掘削性はＣＢＲとの相関が強く、現場での剣スコップ掘削時間を想定したＣＢＲの上限値を設定することが可能であると考えられる。

(9)　水との反応

再生砂は水との反応により温度変化することが確認できた。

8.　おわりに

本検討では再生砂の長期強度の増加に伴う掘削性の低下、六価クロムの溶出が確認できた。今回の検討に用いた Co 再生砂は１プラントから購入し試験を実施したが、再生砂は製造するプラントよって、また同一プラントでも製造時期により品質が異なることが考えられる。このことからより多くのプラントの再生砂について調査を行い品質を確認する必要がある。また今後、As 再生砂、改良土、しゃ断砂以外の混合材料についても実験を行い、より最適な配合を検討する予定である。

参 考 文 献

1)　小林真澄、安部浩、東海林康二郎（2006）：再生砂の長期強度および再掘削性について、第 25 回日本道路会議　09109

2)　長森正尚、須貝敏英、小野雄策、渡辺洋一、小林進（1992）：産業廃棄物中間処理に関する研究(V)-コンクリート廃材処理施設一、埼玉県公害センター研究報告　107-121

3)　小林一雄、内田喜太郎、石川靖仁（1991）：道路占用工事における埋戻し工法、平 3.都土木技研年報、61-70