

## 鳥取県下に分布する脆弱土の安定処理と地質年代

### Stabilization and Geological Age of the Weak Soil in Tottori Prefecture.

坂口 雅範 Masanori SAKAGUCHI (㈱NIPPONコーポレーション)  
 新 任修 Tsugunobu ATARASHI (シンワ技研コンサルタント㈱)  
 藤村 尚 Hisashi FUJIMURA (鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻)

従来、著者らは鳥取県下に広く分布する代表的な脆弱土の生成年代に着目して安定処理土について研究を行ってきた。代表的な脆弱土は、第四紀更新世の大山火山灰質粘性土や大山火山碎屑岩類、新第三紀鮮新世の火山岩類風化土、中新世～鮮新世の火山碎屑物風化土、中新世中期の泥岩層風化土などである。その結果、生成年代別の安定処理効果について、六価クロムの溶出量を含めて大きな差異があることが判明している。本報告は、年代別に代表的な脆弱土の土質特性や六価クロム溶出量の傾向などを含めた安定処理特性および土工上の留意点などについて比較検討を行い、建設材料としての工学的な評価を行ったものである。

キーワード：安定処理土，一軸圧縮強さ，粘着力，六価クロム，地質年代（IGC：F06，K06，）

### 1. はじめに

鳥取県下には、第四紀更新世～新第三紀鮮新世～同紀中新世における生成年代別の脆弱土が広く分布している。従来、著者らは地層が生成された年代別の代表的な脆弱土を選定して安定処理について研究を行ってきた<sup>1)~5)</sup>。代表的な脆弱土としては、第四紀更新世の大山火山灰質粘性土や大山火山碎屑岩類、新第三紀鮮新世の火山岩類風化土、中新世～鮮新世の火山碎屑物風化土、中新世中期の泥岩層風化土などがある。

本報告は、従来の研究のまとめとして、生成年代別に代表的な脆弱土の土質特性や六価クロム溶出量の傾向などを含めた総合的な安定処理特性および土工上の留意点などについて比較検討を行い、建設材料としての工学的な評価を行ったものである。

### 2. 脆弱土の基本的性質

生成年代別に代表的な脆弱土として、①第四紀更新世大山火山灰層の倉吉軽石（以下、DKPと称す：倉吉市桜）、②新第三紀鮮新世の鉢伏山安山岩類風化土（以下、Anと称す：鳥取市青谷町）、③新第三紀鮮新世～中新世火山碎屑物の白兔礫層風化土（以下、Hgと称す：鳥取市白兔）、④新第三紀中新世の普含寺泥岩層風化土（以下、Fmと称す：鳥取市国府町拾石）の4種類の土質を選定した。

鳥取県の代表的な地質層序を表-1、各地質の基本的性質を表-2、およびそれぞれの地質特性を次に示す<sup>1)~5)</sup>。

- ① DKP：大山を噴出源とする中部火山灰層で自然含水比や液性限界が極めて高い高含水比の火山灰質粘性土である。
- ② An：安山岩溶岩が風化して褐色～赤灰色を呈し、シルト分が極めて優勢な粘性土である。

表-1 鳥取県の地質層序<sup>6)</sup>

地質時代	万年	地質層序
第四紀	完新世	弓ヶ浜砂州 鳥取砂丘・北条砂丘 クロスナ, 古海層, 段丘, 崖錐
	更新世	大山火山灰層 { 〔弥山火砕流〕 { 〔笹ヶ平火砕流〕 { 上部火山灰 { 〔槇原火砕流〕 { 中部火山灰(倉吉軽石:DKP) { 下部火山灰(松江軽石) { 〔名和火砕流〕 { 最下部火山灰 { 溝口凝灰角礫岩 扇ノ山溶岩 鶴田玄武岩
新第三紀	鮮新世	鉢伏山安山岩類: An 亀尻玄武岩類 白兔礫層: Hg 長砂流紋岩
	中新世	鳥取層群 { 駟馳山砂岩泥岩層 { 荒金火砕岩層 { 小田安山岩 { 普含寺泥岩層: Fm { 円通寺礫岩砂岩層 { 河原火砕岩層 { 郡家礫岩層

- ③ Hg：安山岩溶岩の碎屑物で円礫を含む強風化した陸成堆積物である。
- ④ Fm：浅海～やや深海で堆積した黒色泥岩層が風化して茶褐色～淡黄白色に変化した礫質土である。

表-2 各生成年代別地質の基本的性質

生成地質年代		第四紀更新世	新第三紀鮮新世		新第三紀中新世
略記号		DKP	An	Hg	Fm
粒度組成	礫分(%)	2	3.2	14.9	28.7
	砂分(%)	37	13.0	20.2	27.7
	シルト分(%)	40	59.7	41.4	17.7
	粘土分(%)	22	24.1	23.5	25.9
$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.81	2.777	2.713	2.743	
$w_n$ (%)	182	57.0	52.0	40.7	
$w_L$ (%)	189	55.7	57.4	60.5	
$w_p$ (%)	105	42.8	44.9	30.5	
$I_p$	84	12.9	12.5	30.0	
$I_L$	0.92	1.10	0.57	0.34	
$q_c$ (攪乱) (kN/m <sup>2</sup> )	0	47	98	63	

諸戸<sup>7)</sup>は土工に際して問題を引き起こすかどうかを自然含水比 ( $w_n$ ) と液性指数 ( $I_L$ ) で判定する方法 (以下、諸戸チャートと呼ぶ) を提案している。諸戸チャートは自然含水比  $w_n=70\%$  と液性指数  $I_L=0.8$  を境に4つのグループに分けている。

- ・HH: 含水比が高くトラフィカビリティーも劣悪で、捨土か安定処理が必要である。
- ・HL: 含水比が高い割には相対的に土工時の際のトラブルが少ない。
- ・LH: 含水比は低いがトラフィカビリティーが極めて不良で、安定処理が必要である。
- ・LL: 低含水比でトラフィカビリティーは良く、土工時のトラブルが少ない。

生成年代別に試験を行って得られた液性指数と自然含水比の関係を図-1に示す。DKPは「HL~HH」、AnおよびHgは「LL~LH」、Fmは「LL」に分類される。Fmは他の3つの土質に比べて総じて土工上の問題は少ない土といえるが、含水比の上昇やこね返しなどの施工条件が悪化すると、いずれの土質もトラフィカビリティーを得ることが困難となる可能性がある。特にDKPは含水比が極めて高く、こね返しによって泥土状になる。

### 3. 安定処理試験

#### 3.1 試験条件

安定処理試験は一軸圧縮試験、UU三軸圧縮試験およびCBR試験で強度による評価を行い、以下の条件で試験を行った。なお、今回の研究で目標とした室内試験強度は一軸圧縮強さ  $q_u=400$  kN/m<sup>2</sup>、およびCBR=20%程度とした。

- ・安定材の種類: 一般軟弱土用セメント系固化材 (以下、固化材Aと呼ぶ)、特殊土用セメント系固化材 (以下、固化材Bと呼ぶ) および生石灰 (以下、固化材Cと呼ぶ) の3種類の安定材を用いた。

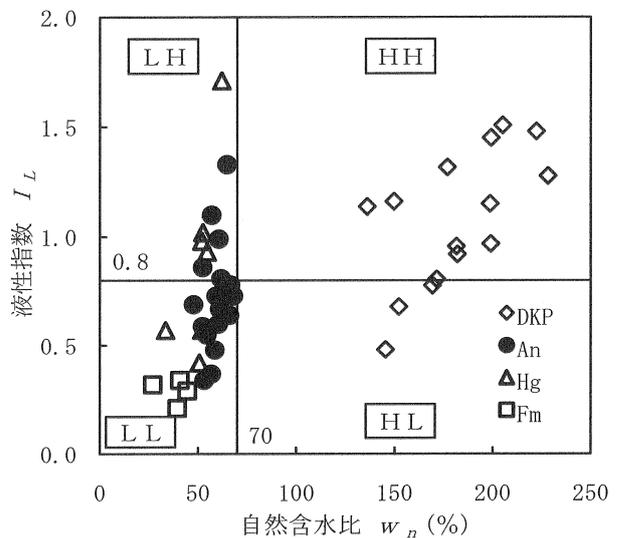


図-1 液性指数と自然含水比の関係

- ・安定材の量: 湿潤試料 1m<sup>3</sup> に対する紛体質量で添加。
- ・初期含水比: 自然含水比状態で行った。
- ・混合方法: 電動式ソイルミキサーおよび必要に応じて手練りを併用しながら10分間混合を行った。
- ・供試体作製: 一軸圧縮試験およびUU三軸圧縮試験の場合はJGS 0812に準拠し、直径5cm、高さ10cmのモールドを用い静的に締固めた。なお、供試体の密度は空気間隙率  $v_a$  を2~5%の範囲に設定した。また、CBR試験の場合はJIS A 1211に準拠し、直径15cmのモールドで4.5kgのランマーを用い3層67回で締固めた。

#### 3.2 養生方法

養生方法は、標準養生温度  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度95%以上に設定した恒温恒湿槽内において、一軸圧縮試験用供試体は1日、3日、7日、28日の空中養生、UU三軸圧縮試験用供試体は7日の空中養生、CBR試験用供試体は3日空中養生後、水温  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  に設定した恒温水循環装置内で水浸養生4日の合計7日とした。

4. 試験結果および考察

4.1 安定材添加量と強度

図-2~4 は 3 種類の安定材添加量と生成年代別に 4 種類の土質を安定処理した養生日数 7 日における一軸圧縮強さ  $q_u7$  の関係を示したものである。各土質とも安定材添加量の増加に伴い強度が大きくなるが、その強度発現は安定材および土質の種類によって顕著な差が認められる。例えば  $q_u7=400\text{kN/m}^2$  が得られるのに必要な土質別における各安定材の添加量を表-3 に示す。

An, Hg, Fm は固化材 A の添加により同じような傾向で安定した強度発現が認められるが、DKP では同強度が得られる添加量は  $100\text{kg/m}^3$  程度多く必要である。固化材 B は固化材 A に比べて同強度が得られる添加量が土質によって  $20\sim50\text{kg/m}^3$  程度増加し、特に DKP, Fm において強度発現が緩慢となる傾向がある。

一方、固化材 C は An, Hg に対しては有効な反応特性を示し良好な強度発現傾向を示す。Fm に対しては有効であるものの強度の向上は緩慢である。しかし、DKP においては  $100\text{kg/m}^3$  以上の添加量でも強度の向上が見られず、高強度を必要とする改良には不適合と考えられる。

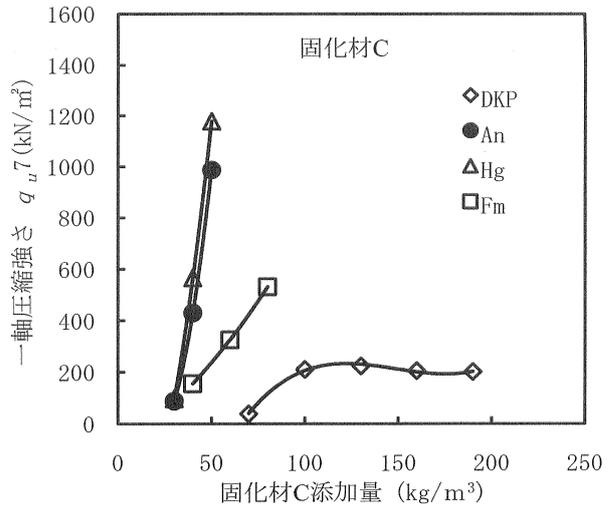


図-4 添加量と一軸圧縮強さの関係

表-3  $q_u7=400\text{kN/m}^2$  安定材添加量  $\text{kg/m}^3$

安定材種	DKP	An	Hg	Fm
固化材A	165	64	60	64
固化材B	192	82	86	113
固化材C	—	40	37	67

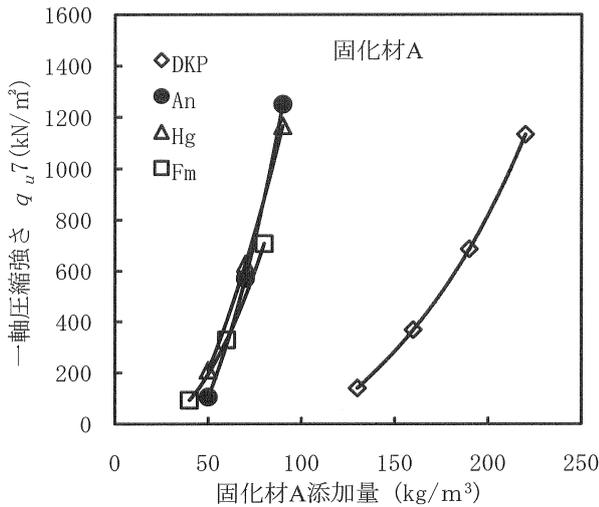


図-2 添加量と一軸圧縮強さの関係

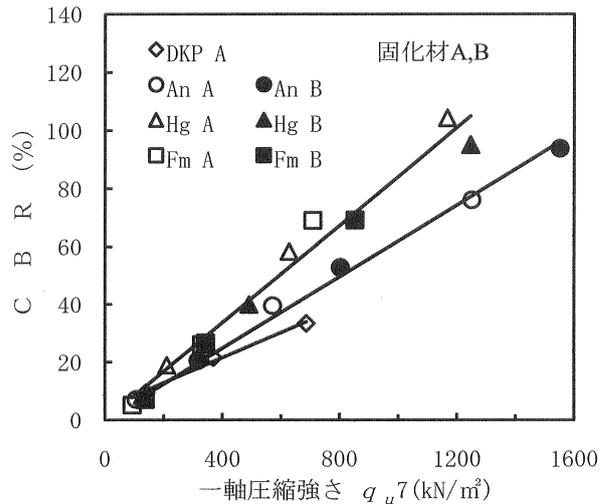


図-5 C B R と一軸圧縮強さの関係

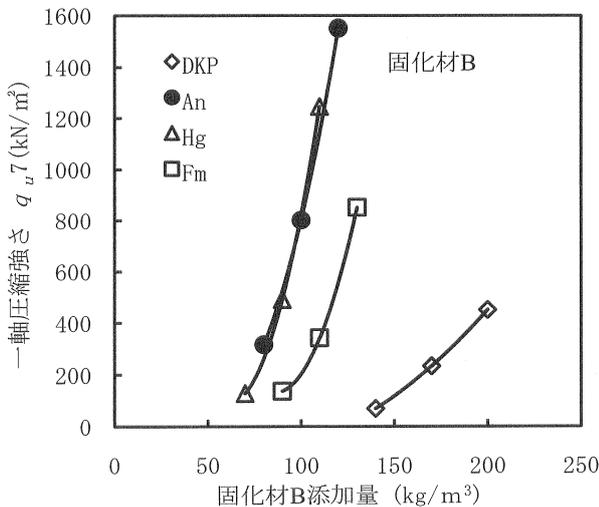


図-3 添加量と一軸圧縮強さの関係

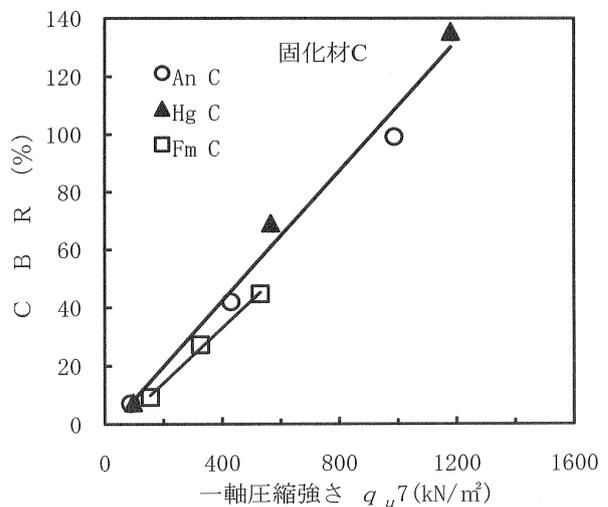


図-6 C B R と一軸圧縮強さの関係

4.2 CBRと一軸圧縮強さ

生成年代別に3種類の安定材において安定処理した養生日数7日のCBRと一軸圧縮強さの関係を図-5~6に示すとともに、CBR20%に対応する一軸圧縮強さを表-4に整理した。なお、DKPに固化材(B,C)を添加したCBRは試験を行っていないため表-4中内該当部は斜線とした。

表-4 CBR=20%に対応する $q_{u7}$  kN/m<sup>2</sup>

安定材種	DKP	An	Hg	Fm
固化材A	360	320	240	240
固化材B	/	320	240	240
固化材C	/	180	180	240

固化材 A

DKP :  $CBR=0.043q_{u7}+4.2$  (相関係数 0.9910)

固化材 (A, B)

An :  $CBR=0.062q_{u7}$  (相関係数 0.9933)

Hg, Fm :  $CBR=0.084q_{u7}$  (相関係数 0.9768)

固化材 C

An, Hg :  $CBR=0.110q_{u7}$  (相関係数 0.9840)

Fm :  $CBR=0.083q_{u7}$  (相関係数 0.9782)

上記より、等しいCBR値が得られる一軸圧縮強さは、固化材(A, B)で(Hg, Fm)→An→DKPと生成年代順に新しい方が高くなり、固化材Cでは逆に(An, Hg)→Fmの年代順に古い方が高くなる傾向を示す。一方、Fmは固化材(A, B, C)別による大きな差はない。

4.3 養生日数と強度

3種類の安定材における生成年代別に安定処理土の養生日数の違いによる一軸圧縮強さについて、養生1,3日と7日の関係を図-7~9に、養生28日と7日の関係を図-10~11に示す。その中で土質別の初期強度(1,3日)に対する7日強度の関係を次に示す。

固化材 A, B

DKP, An, Hg, Fm

:  $q_{u1}=0.74q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9760)

固化材 C

DKP :  $q_{u1}=0.14q_{u7}+16$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9252)

Hg, Fm :  $q_{u1}=0.25q_{u7}+57$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9865)

DKP :  $q_{u3}=0.44q_{u7}+14$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.8062)

An, Hg :  $q_{u3}=0.82q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9878)

Fm :  $q_{u3}=0.44q_{u7}+55$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9955)

固化材(A, B)は、4種類の土質において若干ばらつきが認められるものの、 $q_{u7} \leq 800$  kN/m<sup>2</sup>程度では1日養生で7日強度の74%程度を発現し、比較的短期間の養生で強度の向上が認められる。しかし、固化材Cは1日養生での強度発現傾向が4種類の土質とも低く緩慢で、特にDKPにおいてその傾向が強い。3日養生における強度発現は、An, Hgにおいては7日強度の82%程度で発現するものの、DKPでは $q_{u7}=200$  kN/m<sup>2</sup>に対して $q_{u3}=102$  kN/m<sup>2</sup>、Fmでは $q_{u7}=400$  kN/m<sup>2</sup>に対して $q_{u3}=231$  kN/m<sup>2</sup>と7日強度の50~60%程度であり初期強度の向上が緩慢な傾向を示している。

一方、28日と7日強度の関係を次に示す。

固化材 A

DKP, Hg, Fm :  $q_{u28}=1.11q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9939)

固化材 B

Hg, Fm :  $q_{u28}=1.33q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9929)

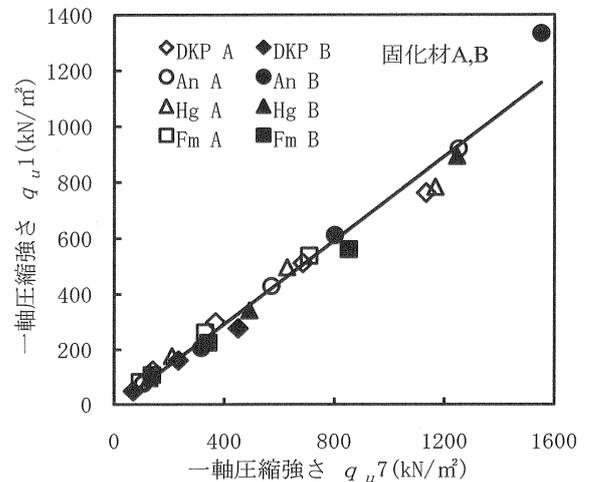


図-7 養生日数と強度の関係 ( $q_{u1} \sim q_{u7}$ )

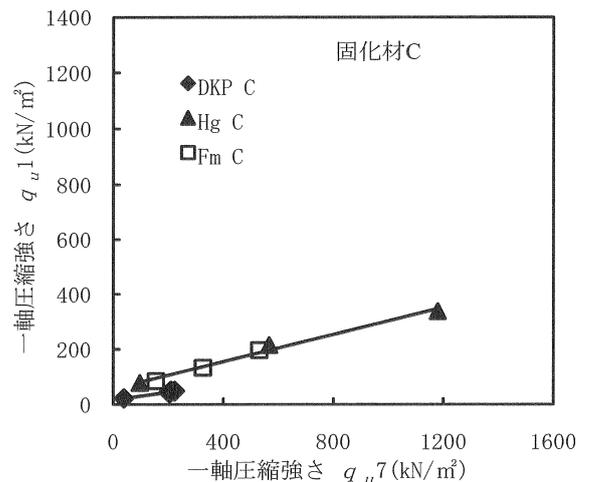


図-8 養生日数と強度の関係 ( $q_{u1} \sim q_{u7}$ )

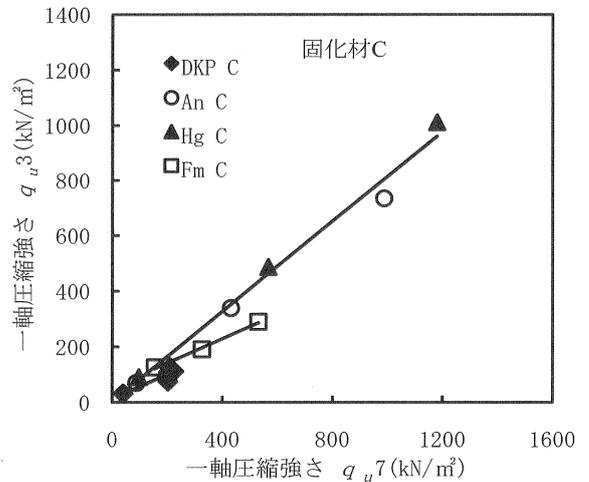


図-9 養生日数と強度の関係 ( $q_{u3} \sim q_{u7}$ )

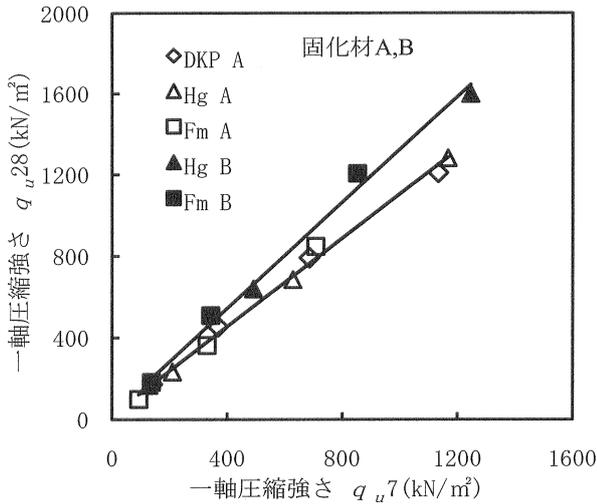


図-10 養生日数と強度の関係 ( $q_{u28} \sim q_{u7}$ )

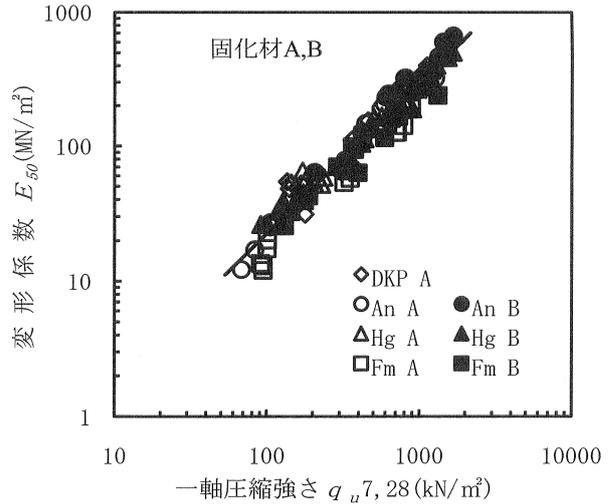


図-12 安定処理土の一軸圧縮強さと変形係数の関係

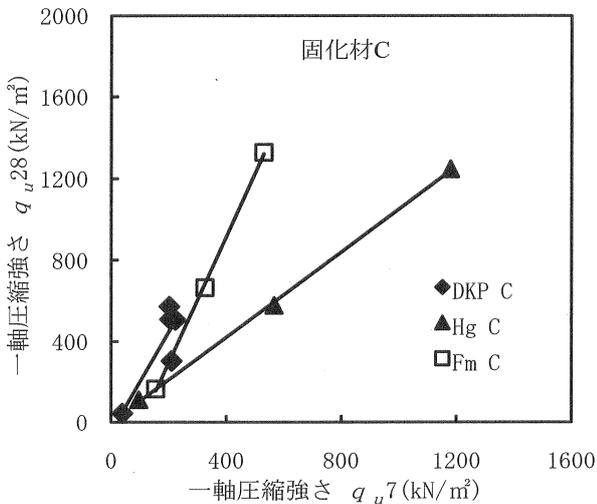


図-11 養生日数と強度の関係 ( $q_{u28} \sim q_{u7}$ )

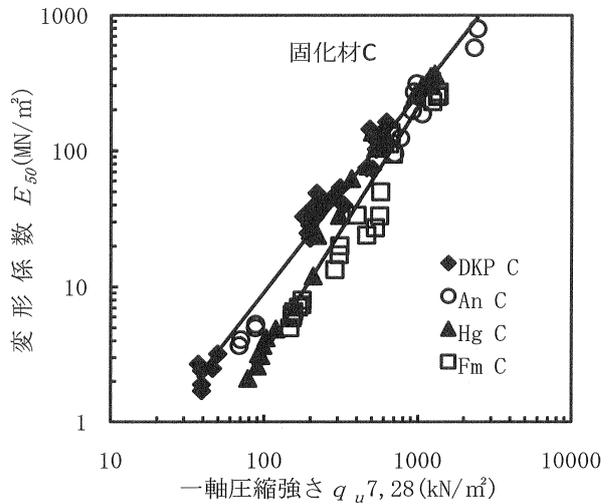


図-13 安定処理土の一軸圧縮強さと変形係数の関係

固化材 C

DKP :  $q_{u28} = 2.23q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.7522)

Hg :  $q_{u28} = 1.05q_{u7}$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9994)

Fm :  $q_{u28} = 3.10q_{u7} - 325$  (kN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9992)

28日強度は7日強度に対して、固化材 A を添加した DKP, Hg, Fm で 1.11 倍程度、固化材 B を添加した Hg, Fm で 1.33 倍程度と 28 日養生による強度向上が緩慢な傾向を示している。また、固化材 C を添加した Hg においても 1.05 倍程度である。固化材 C を添加した Fm は  $q_{u7} = 400$  kN/m<sup>2</sup> に対して  $q_{u28} = 915$  kN/m<sup>2</sup> と 2.3 倍程度の強度向上が認められる。なお、固化材 C を添加した DKP は 2.23 倍程度と強度が向上するが、190kg/m<sup>3</sup> の添加量でも  $q_{u28} < 600$  kN/m<sup>2</sup> 程度であり、強度発現が低い傾向が認められる。

4.4 一軸圧縮強さと変形係数

3 種類の安定材における生成年代別の安定処理土の一軸圧縮強さ  $q_{u7,28}$  と変形係数  $E_{50}$  の関係を図-12~13 に、固化材別および土質別の関係を次に示す。

固化材(A,B)

DKP, An, Hg, Fm

:  $E_{50} = 0.1327q_{u7,28}^{1.12}$  (MN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9477)

固化材 C

DKP, An :  $E_{50} = 0.0112q_{u7,28}^{1.46}$  (MN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9710)

Hg, Fm :  $E_{50} = 0.0008q_{u7,28}^{1.81}$  (MN/m<sup>2</sup>) (相関係数 0.9531)

固化材(A,B)と固化材 C では、土質別に異なる関係を示す。例えば、 $E_{50} = 40$  MN/m<sup>2</sup> に対応する一軸圧縮強さは、固化材(A,B)は 4 種類の土質とも生成年代別に関係なく  $q_{u7,28} = 160$  kN/m<sup>2</sup> 程度となるが、固化材 C においては DKP, An で  $q_{u7,28} = 270$  kN/m<sup>2</sup> 程度、Hg, Fm で  $q_{u7,28} = 400$  kN/m<sup>2</sup> 程度の値を示す。 $E_{50} = 40$  MN/m<sup>2</sup> に対応する  $q_{u7,28}$  は、4 種類の土質で固化材 C の方が固化材(A,B)より 1.7~2.5 倍程度高い値を示すと同時に、固化材 C では生成年代が古くなると値が高くなる。

4.5 一軸圧縮強さと粘着力およびせん断抵抗角

Hg および Fm に固化材 A と固化材 C を添加した安定処理土の一軸圧縮強さ  $q_{u7}$  と UU 三軸試験結果で求められた粘着力  $c_u$  およびせん断抵抗角  $\phi_u$  との関係を図-14~15 に示す。 $q_{u7}$  が増加すると  $c_u$  は高強度で多少のばら

つきはあるものの増加傾向が認められる。例えば  $q_u 7 = 400 \text{ kN/m}^2$  に対応する  $c_u$  は、固化材 A を添加した Hg は  $c_u = 200 \text{ kN/m}^2$ 、Fm は  $c_u = 260 \text{ kN/m}^2$ 、固化材 C を添加した Hg は  $c_u = 240 \text{ kN/m}^2$ 、Fm は  $c_u = 280 \text{ kN/m}^2$  程度と  $c_u = 0.5 \sim 0.7 q_u$  の関係を示す。

一方、 $\phi_u$  においても  $q_u 7$  が増加すると  $\phi_u$  は増加する傾向が認められるものの、Hg と Fm では異なる関係を示す。Fm は固化材 (A,C) において  $q_u 7 = 300 \text{ kN/m}^2$  程度では  $\phi_u$  は  $15 \sim 16^\circ$  程度を得たが、高い強度になると増加傾向は緩慢となり、 $q_u 7 = 500 \sim 700 \text{ kN/m}^2$  程度で  $\phi_u$  は  $17 \sim 19^\circ$  程度となる。Hg は  $q_u 7 = 300 \text{ kN/m}^2$  程度の固化材 A の  $\phi_u$  は  $17^\circ$  程度、固化材 C の  $\phi_u$  は  $12^\circ$  程度を示すが高い強度になっても緩やかに上昇する傾向を示し、 $q_u 7 = 1200 \text{ kN/m}^2$  程度においては固化材 A の  $\phi_u$  は  $28^\circ$  程度、固化材 C の  $\phi_u$  は  $25^\circ$  程度を示す。Hg は強度が増加すると砂質土～礫質土に近い特性を示すものと推定される。

一般に飽和粘性土は、 $\phi_u = 0^\circ$  で  $c_u = 0.5 q_u$  の関係を示す。しかし、安定処理土の  $c_u$  は  $q_u$  と良好な関係を示すが、せん断抵抗角は  $\phi_u = 0^\circ$  ではなく、 $q_u 7 = 200 \text{ kN/m}^2$  程度で  $\phi_u = 10 \sim 14^\circ$  程度、 $q_u 7 = 600 \text{ kN/m}^2$  程度で  $\phi_u = 17 \sim 22^\circ$  程度が得られた。したがって、高い強度を有する安定処理土は  $c_u$  と  $\phi_u$  の両者を考慮することが可能と思われる。

#### 4.6 安定処理土の六価クロム溶出量

固化材 A, B を添加した生成年代別の土質における安定処理土からの六価クロム溶出量を表-5 に示す。溶出試験は、配合試験において  $q_u 7 = 400 \text{ kN/m}^2$  程度が得られる添加量に最も近い添加量の供試体を環境庁告示第 46 号による試験方法で実施した。なお、定量下限値未満の溶出量については  $0.00 \text{ mg/l}$  として表示した。

固化材 A を添加した改良土からの六価クロム溶出量は生成された年代が新しいほど高く、古くなるほど低くなる傾向を示している。特に第四紀更新世の大山火山灰質粘性土や大山火山碎屑岩類風化土の改良土は、環境基準値とされる  $0.05 \text{ mg/l}$  を大きく超過している。

新第三紀鮮新世の火山岩類風化土および火山碎屑物風化土の改良土からの溶出量は環境基準値前後であり、中新世の泥岩層風化土の改良土からの溶出量は環境基準以下程度である。

なお、生成年代別における同一分類土質において溶出量に差異があるのは、固化材添加量の違いによる影響もあると考えられるが、風化が進行するほど溶出量は増加する傾向が認められる。

また、固化材 B を添加した改良土からはほとんどの風化土で溶出量は抑制できるが、更新世後期の火山灰層や鮮新世前期～中新世後期に生成された風化土などにおいて環境基準値以下に抑制できないデータも得られているので、安定材の選定には注意する必要がある。

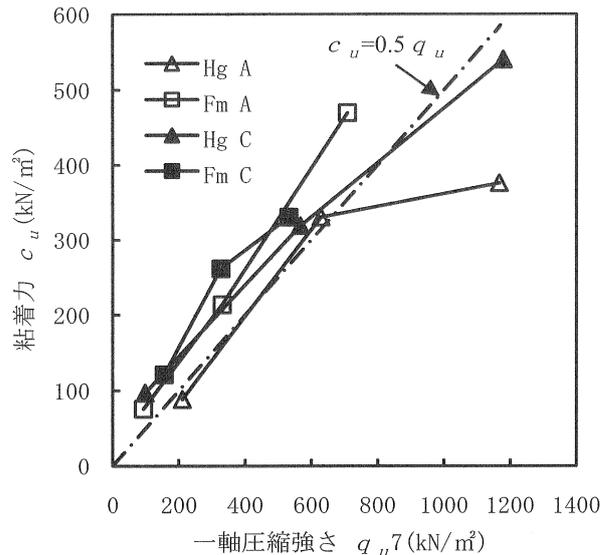


図-14 一軸圧縮強さと粘着力の関係

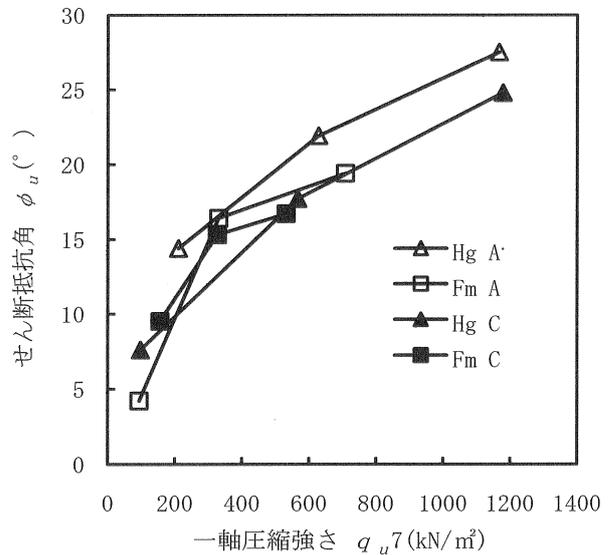


図-15 一軸圧縮強さとせん断抵抗角の関係

## 5. まとめ

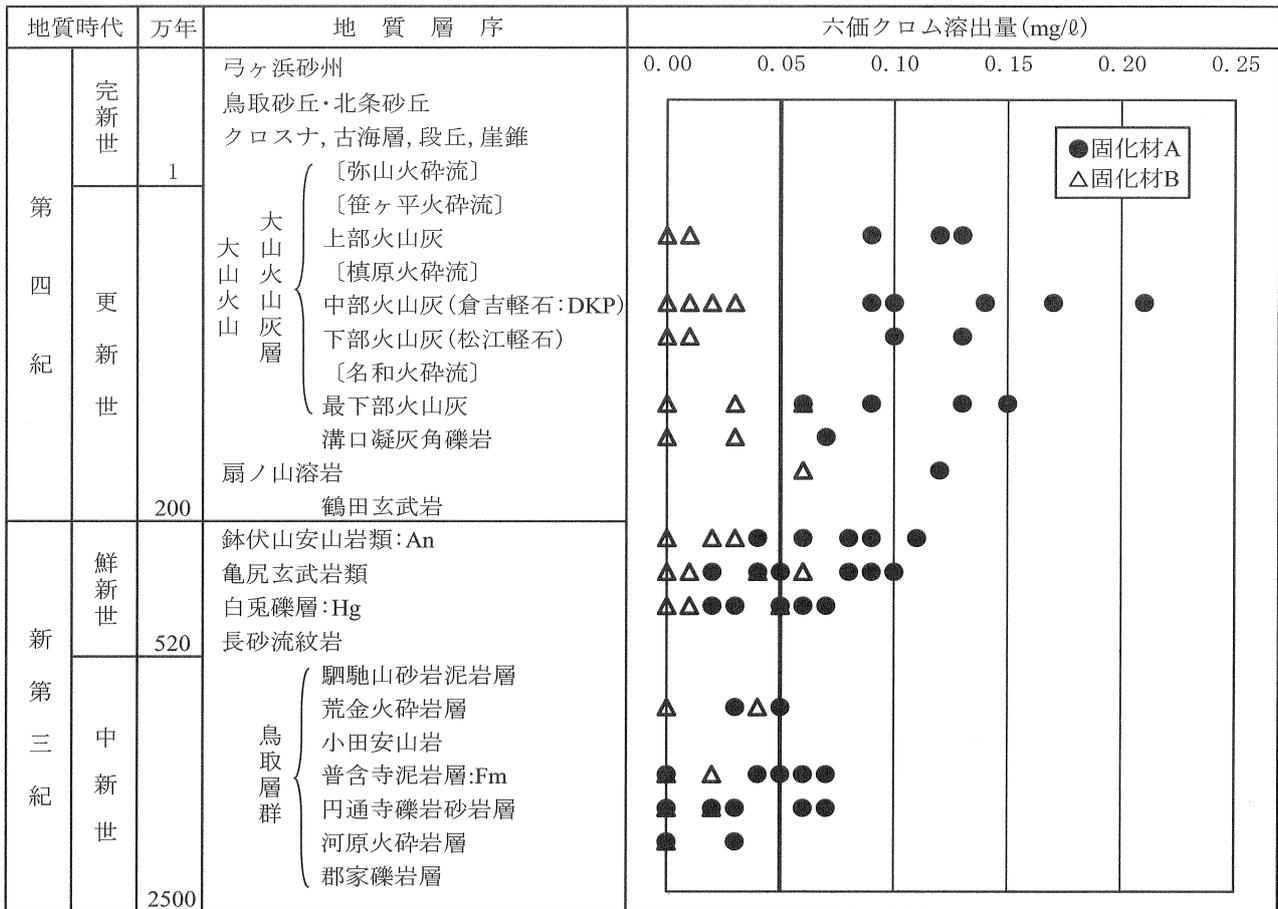
鳥取県下に広く分布する生成年代別の代表的な脆弱土に対する安定処理は、安定材としては「セメント系安定材」が比較的安定した効果が認められる。生成年代別の改良土からの六価クロム溶出量の関係が示され、安定材の選定についても概略の判断を行うことが可能である。

また、「生石灰」については生成年代別にその改良効果に大きな差異が認められ、適用については十分に注意することが必要である。

鳥取県下に広く分布する生成年代別の代表的な脆弱土に対する安定処理は、安定材としては「セメント系安定材」が比較的安定した効果が認められる。生成年代別の改良土からの六価クロム溶出量の関係が示され、安定材の選定についても概略の判断を行うことが可能である。

また、「生石灰」については生成年代別にその改良効果に大きな差異が認められ、適用については十分に注意することが必要である。

表-5 生成年代別土質における安定処理土からの六価クロム溶出量



以下、各生成年代別の土質における安定処理特性および土工上の留意点を示す。

1) 第四紀更新世 倉吉軽石(DKP)

第四紀更新世の倉吉軽石についてはセメント系安定材が有効であるが、一般軟弱土用では環境基準を超過する六価クロム溶出量が認められる。特殊土用を使用すれば六価クロムの溶出量は抑制できるが添加量を多く必要とするので、経済性などの確認を行うことが必要である。生石灰は強度向上のメカニズムが不明確であり、高強度を必要とするケースでの使用は注意する必要がある。

2) 新第三紀鮮新世 安山岩類風化土(An)および新第三紀鮮新世～中新世 白兔礫層風化土(Hg)

新第三紀鮮新世の安山岩類風化土および新第三紀鮮新世～中新世の白兔礫層風化土についてはセメント系安定材が有効であるが、一般軟弱土用では環境基準付近程度の六価クロム溶出量が認められる。風化が進行するほどこの溶出量は増加する傾向がある。生石灰は良好な強度発現傾向を示すが初期強度が低いいため養生日数を考慮する必要がある。

3) 新第三紀中新世 普含寺泥岩風化土(Fm)

新第三紀中新世の普含寺泥岩風化土についてはセメント系安定材が有効であるが、強度発現傾向は鮮新世以降の新しい時代に生成された土質に比べて緩慢となる傾向がある。風化が進行すると一般軟弱土用では環境基準を超過する六価クロムが溶出する場合がある。生石灰に

よる改良は、初期強度の向上が低く、十分な養生日数を要し、急速な盛土施工などを行う場合には注意する必要がある。

参考文献

- 1) 坂口雅範, 新任修, 藤村 尚: 大山軽石土のセメント系安定処理について, 第4回地盤改良シンポジウム, pp.85~88, 2000.
- 2) 新任修, 坂口雅範, 藤村 尚: 大山火山砕屑岩の工学的性質について, 地盤と建設 Vol.20, No.1, pp.109~116, 2002.
- 3) 藤村 尚, 坂口雅範, 新任修: 鮮新世火山岩類風化土の安定処理, 第5回地盤改良シンポジウム, pp.99~102, 2002.
- 4) 藤村 尚, 坂口雅範, 新任修: 中新世～鮮新世の白兔礫層風化土の安定処理, 第6回地盤改良シンポジウム, pp.191~194, 2004.
- 5) 藤村 尚, 坂口雅範, 新任修: 中新世の普含寺泥岩層風化土の安定処理, 第7回地盤改良シンポジウム, pp.205~208, 2006.
- 6) 豊島吉則, 赤木三郎, 岡田照明: 鳥取県のすぐれた自然「地形・地質編」, 鳥取県生活環境部自然保護課, 1995.
- 7) Moroto, N.: Basic Properties of Loam Soils in Aomori Prefecture, Japan, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.33, No.2, pp.35~46, JSSMFE, 1993.

(平成20年6月30日 受付)