



STONE COLUMN

Hermin Tjahyati

RINGKASAN

Stone column merupakan suatu kolom yang diisi dengan kerikil (gravel) atau batu pecah yang sekarang ini sudah sering dipakai sebagai suatu tehnik untuk meningkatkan kekuatan tanah dan karakteristik daripada konsolidasi dari tanah lunak, serta kemungkinannya bertahan terhadap liquifaction.

Sebagai suatu drainase maka diatas stone column terdapat selapis pasir (dibawah timbunan embankment).

Dengan stone column diharapkan daya dukung dan tahanan kohensif tanah akan meningkat. Dalam tulisan ini penulis mencoba pula menggambarkan metoda instalasi beserta alatnya.

SUMMARY

Stone column which consist of granular materials compacted in long cylindrical holes are increasingly used in recent years as a technique for improving the strenght and consolidation characteristic of weak soil and also for safe guarding possible liquifaction. As a drainage it has a layer of sand in the top of stone column below the embankment.

Stone column develops end bearing pressure and cohesive resisting stresses. In this writing the writer describe the significance and method adopted for installation of stone column by some equipment.

PENDAHULUAN

Stone column adalah suatu cara perbaikan tanah (konsolidasi) yang pertama kali diperkenalkan di Perancis pada tahun \pm 1930. Kemudian pada tahun 1960 untuk instalasi stone column ini dipakai dengan tehnik vibrofloatation. Cara vibrofloat dengan modifikasi yang disesuaikan dengan kondisi lokal dilakukan di India (1982), mempergunakan peralatan bored-drill.

Untuk memperbandingkan hasil guna stone column, banyak dilakukan secara skala penuh (full scale) di lapangan karena dengan cara percobaan secara analitis di laboratorium dengan skala kecil kurang memungkinkan.

Maka hasil dari percobaan stone column merupakan suatu hasil yang didasarkan pada hasil empiris di lapangan.

Sebuah metoda yang juga cukup efektif untuk memperbaiki tanah pondasi yang jelek adalah menggunakan pra-pembebanan, dan untuk mempercepat proses ini maka stone column merupakan salah satu cara yang cukup baik dan mudah dilaksanakan. Stone column selain mendrain air tanah juga berfungsi sebagai pondasi.

STONE COLUMN

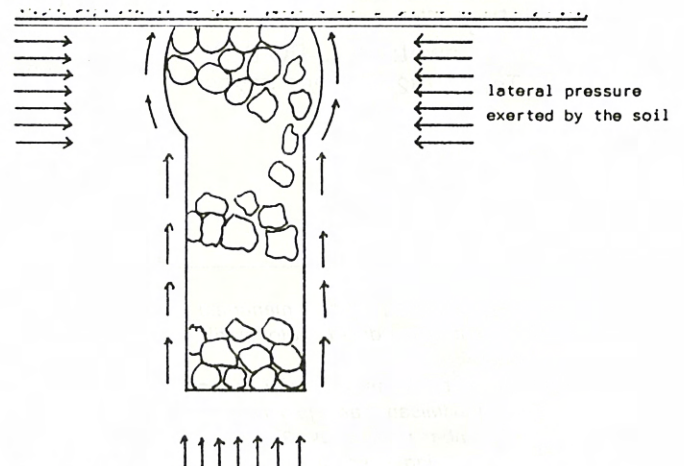
Stone column didirikan tegak melalui lapisan tanah lunak, merupakan suatu kolom yang berisi gravel atau crush rock dimana kolom tersebut berdiameter antara 60 cm s/d 100 cm. Dipadatkan dengan suatu cara yang tertentu dan kolom-kolom ini merupakan

suatu rangkaian (seri) dengan pola tertentu pula (triangular pattern atau square pattern).

Panjang stone column ini bisa mencapai 20 meter di mana ujung paling bawah harus mencapai tanah keras (padat) sebagai tumpuannya.

Di atas rangkaian stone column ini diberi lapisan pasir setebal kurang lebih 30 cm sebagai selimut pasir yang berfungsi sebagai lapisan drainase, dan selain itu berfungsi pula untuk meratakan pembebanan yang terjadi.

Karena stone column juga akan mengalami bulges (pembengkakan) maka tekanan tanah yang terjadi adalah seperti terlihat dalam gambar berikut ini :

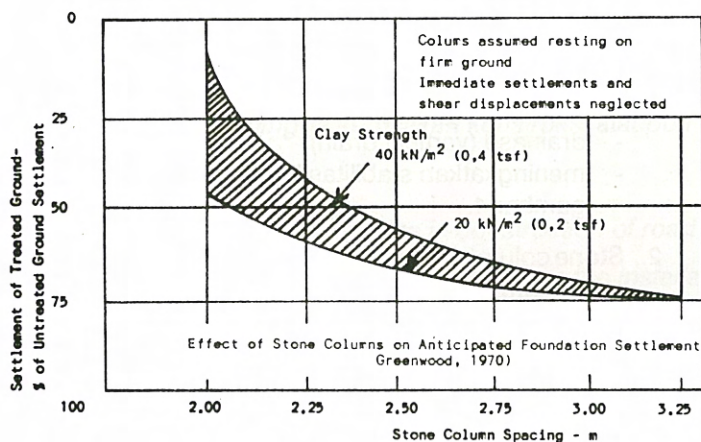


Gambar 1 : Tekanan tanah yang terjadi pada stone column

Beban yang direncanakan (design load) untuk stone column ini biasanya berkisar disekitar 30 ton, melalui tanah yang mempunyai konsistensi dari soft sampai medium stiff.

Dengan dibuatnya stone column maka akan terjadi suatu penurunan di mana penurunan tersebut besarnya tergantung dari jarak antara kolom dan luas daerah yang dibebani.

Penurunan pada pondasi sebagai suatu fungsi dari jarak antara stone column dengan kekuatan geser tanah, pengaruhnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 : Penurunan sebagai fungsi dari spacing stone column dan nilai kekuatan geser (J. Mitchel 1982)

Beban yang diterima oleh kolom dan beban yang diterima oleh tanah di sekitarnya besarnya sebanding dengan kekakuan antara kedua material yang bersangkutan, penampang kolom, dan jarak antar kolom.

Oleh karena kekakuan dari kolom (stone column) lebih besar daripada kekakuan tanah, maka konsentrasi tegangan pada stone column akan lebih banyak, dan menurut Mitchel (1982) kira-kira dapat mencapai 3 sampai 4 kalinya.

Dengan demikian penurunan akibat kondolidasi dengan sistim stone column akan lebih kecil daripada tanpa stone column.

$$\text{Apabila } n = \frac{\sigma_{\text{column}}}{\sigma_{\text{tanah}}} \text{ dan } A = \frac{A_{\text{column}}}{(A_{\text{col}} + A_{\text{tanah}})}$$

di mana : A_{col} = luas penampang column
 A_{tanah} = luas penampang tanah sekitar column yang turut memikul beban

σ_{column} = tegangan yang dapat dipikul oleh column

σ_{tanah} = tegangan tanah

n dan A_n = ratio sesuai dengan perbandingan pada rumus

Stone column ini adalah sebesar Δs yaitu dinyatakan

dalam rumus :

$$\Delta s = \frac{1}{(1 + (n - 1) A_n)}$$

DAYA DUKUNG STONE COLUMN

Karena stone column akan mendukung beban maka harus direncanakan besar daya dukungnya, termasuk perilaku penurunan serta deformasinya.

Daya dukung stone column sangat tergantung pada beberapa hal yaitu :

1. Besarnya tekanan pasif dari tanah di sekitarnya untuk menahan deformasi horisontal (lateral) dari stone column.
2. Besarnya sumbangan daya dukung dari tanah yang berada di sekeliling column dengan luas yang tertentu diluar penampang stone column.
3. Besarnya tambahan daya dukung akibat tahanan pasif dari surcharge.
4. Material column.

Contoh perencanaan daya dukung stone column:

Untuk membuat desain stone column harus diselidiki dulu parameter-parameter tanah yang bersangkutan seperti kohesi tanah, density dan sebagainya.

Berikut ini dengan memasukkan faktor gempa sebesar 50 % di mana stone column berfungsi sebagai drainase dan pondasi pada suatu struktur bangunan, diketahui bahwa kohesi tanah adalah 10 t/m^2 , maka di dapat estimasi shear strenght desain = 5 t/m^2 ;

Submerged density adalah = lt/m^3
 sudut geser dalam adalah $\phi = 25^\circ$; $K_0 = 0,6$ dan faktor keamanan = 3. Direncanakan diameter stone column = 90 cm dengan spacing = 2,25m, Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

I. Radial stress $\sigma_r = \gamma' \cdot H \cdot K_0$
 di mana $H = 4D = 4 \times 0,9 = 3,6 \text{ mtr}$
 $\sigma_r = 1 \times 3,6 \times 0,6 = 2,16 \text{ t/m}^2$
 Yield stress $\sigma_v = K_0 (\gamma' \cdot H_0 + \sigma_r)$
 $\sigma_v = \frac{4C + \sigma_r}{1 - \sin\phi}$
 $\sigma_v = \frac{2,45 (4 \cdot 5 + 2,16)}{1 - \sin 25^\circ}$
 $\sigma_v = 54,3 \text{ t/m}^2$
 $Q_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times 54,3 = \frac{\pi (0,9)^2}{4} \times 54,3 = 50,58 \text{ ton.}$

II. Tegangan pada sekeliling kolom (selimut kolom)

$$q_{\text{eff}} = \frac{(\pi \cdot D \cdot h) C}{3} = \frac{(6) \times (5)}{3} = 10 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta \bar{f}_{ro} = \frac{q_{eff}}{3} (1 + 2 K_o)$$

$$= \frac{10}{3} (1 + 2 \times 0,6) = 7,33 \text{ t/m}^2$$

$$\bar{f}_{vo} = 2,45 \times 7,33 = 17,96 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{||} = \frac{\pi (0,9)^2}{4} \times 17,96 = 11,42 \text{ ton}$$

III. Luas yang tercover tiap kolom adalah : 0,866 X s², di mana stone column dipasang sebagai triangular pattern = 0,866 X 2,25² = 5,415 m²,

$$\text{Luas kolom (sectional area)} = \frac{\pi 0,9^2}{4} = 0,636 \text{ m}^2$$

Luas sekeliling kolom = 5,413 - 0,636 = 4,777 m².
Tegangan yang terjadi = A.C.N_c = 4,777 X 5 X 20,72 = 494,9 ton.

IV. Dengan faktor keamanan FK = 3, maka dihitung daya dukung sebagai berikut :

$$\text{Total capacity} = \frac{50,58 + 11,42 + 494,9}{3} = 185,6 \text{ ton}$$

Daya dukung yang terjadi setelah terpasang stone column = 185,6 / 5,413 = 34,28 ton.

TIPE DARI PADA STONE COLUMN

Stone column mempunyai dua tipe berdasarkan pada prosedur atau cara pemasangannya, yaitu :

1. vibrofloat.
2. bore pile/bore-drill

Vibrofloat stone column

Suatu tehnik yang modern untuk membuat stone column adalah dengan cara vibrofloat. Pertama-tama membuat lubang dengan instrument vibrofloat yang alatnya merupakan steel tube, panjangnya bisa sampai 10 meter dan diameter tubenya 0,5 meter.

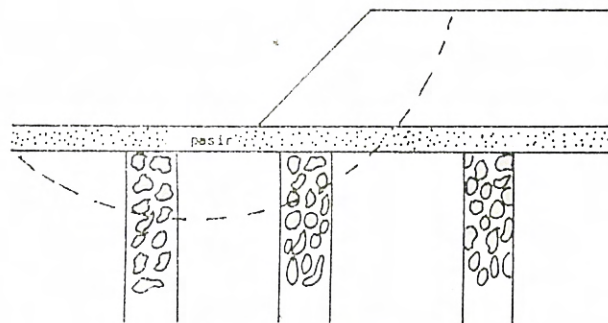
Pelaksanaannya adalah dengan menggunakan crane. Pada bagian bawah steel tube pada alat yang disebut poker yang memancarkan air dengan tekanan dan frekwensi yang tinggi (water jetting & vibration). Setelah sampai pada kedalaman yang diinginkan maka instrument diangkat dan lubang diisi dengan batu pecah (gravel).

Tiap lapisan batu pecah dipadatkan dengan vibrofloat tersebut sampai kondisi yang diharapkan.

Bore pile

Lubang dibuat terlebih dahulu dengan memakai 'auger' atau 'driller' sampai kedalaman yang telah ditentukan dalam rencana.

Setelah lubang selesai dibuat maka diisi dengan batu pecah (gravel) dan diberi getaran di atas tiap lapisan untuk memperoleh hasil yang cukup padat.



Gambar 4 : Meningkatkan stabilitas lereng timbunan

PENUTUP

1. Stone column mempunyai berbagai fungsi yaitu :

- menerima beban vertikal
- menerima gaya geser
- drainase (vertical drain)
- meningkatkan stabilitas lereng seperti dalam gambar 4.

2. Stone column merupakan soil improvement, yaitu salah satu cara perbaikan tanah dengan tehnik soil reinforcement.

Soil reinforcement ini bisa dilakukan untuk jenis tanah sand-silt dan clay (J.K.Mitchel 1982).

3. Metoda paling praktis dan efektif untuk membuat stone column adalah dengan cara vibrofloat.

4. Stone column sebagai vertical drain dapat mempercepat proses konsolidasi sewaktu dilakukan pra-pembebanan, serta berlaku untuk proses konsolidasi primer.

5. Jarak antara stone column ikut menentukan lamanya waktu konsolidasi.

6. Sebagai informasi, di Indonesia telah dipakai cara stone column antara lain di daerah industri di Surabaya yaitu Surabaya Power (1983), dan di Pelabuhan Banjarmasin (1986).

DAFTAR PUSTAKA

1. AMRIT. M. SHRESTHACHARYA (1988)
"Ground Improvement With Installation of Stone Column at Lumbini, Nepal"
2. AZIZ JAYAPUTRA (1988)
"Perbaikan Tanah Lunak dan Prospek Penggunaan fibre drain"
3. BOWLES (1983)
"Foundation analysis and Design"

Penulis :

Ir. Hermin Tjahyati MSc, Staff Balai Penyelidikan Tanah untuk Jalan. Lulus Jurusan Sipil ITB 1976 dan Pasca Sarjana Jalan Raya ITB-VCL 1986. Bekerja di Ditjen Bina Marga 1976-1979.

Sejak 1979 Bekerja di Pusat Litbang Jalan dan aktif melakukan Study dalam bidang Geo-Tehnik.