

強度のばらつきを有するセメント改良土の一軸圧縮試験

芝浦工業大学 学生会員 ○檜山 将太

芝浦工業大学 正会員 並河 努

1. 研究背景と目的

セメント系地盤改良工法の一つである深層混合処理工法は地盤改良工法として幅広く用いられているが、強度のばらつきが生じるため、設計においてはばらつきの評価方法が非常に重要である。現行設計法¹⁾において改良体の設計基準強度は、改良体の一軸圧縮強さの平均と標準偏差をもとに求めているが、強度の空間的なばらつきは考慮されていない。

本研究では、強度の空間的なばらつきを有する供試体（以下、ばらつきを有する供試体）を室内にて人工的に作製し、一軸圧縮試験を行い、強度の空間的なばらつきが強度や破壊挙動に与える影響を調べることを目的としている。さらに、均質な供試体における初期弾性係数（ 10^{-4} ひずみにおける弾性係数）を測定し、一軸圧縮強さとの関係を調べている。

2. 実験概要

2-1 供試体条件

供試体は蒸留水・普通ポルトランドセメント・豊浦砂・カオリンを使い作製する。配合を表-1に示す。攪拌混合にはハンドミキサーを使用した。

表-1 配合表

		水	セメント	豊浦砂	カオリン	合計
配合1	重量(g)	339.56	127.11	1258.38	90.79	1815.84
	比率(%)	18.7%	7.0%	69.3%	5.0%	100.0%
配合2	重量(g)	339.56	190.67	1199.03	87.16	1816.42
	比率(%)	18.7%	10.5%	66.0%	4.8%	100.0%
配合3	重量(g)	339.56	154.35	1232.82	89.71	1816.44
	比率(%)	18.7%	8.5%	67.9%	4.9%	100.0%

供試体寸法は高さ10cm・直径5cmの円柱供試体である。供試体を5層に分け、電動マッサージ機を使用し、各層モールド側面の4方向から振動をかけ作製した。高さ14cmのモールドで作製し、脱型時に上下2cm削り10cmにすることで供試体上下に発生する強度差が小さくなるようにした。供試体の養生期間は7日とし、供試体の作製から3日で脱型し、その後4日間水槽内で湿潤養生させた。作製から脱型までの3日間は気中で養生させた。

今回試験実施したばらつきを有する供試体のケースを図-1に示す。上下2分割・左右2分割・4分割・8分割の計4ケースの試験を実施した。上下2分割以外の供試体は仕切り板を使用し作製した。

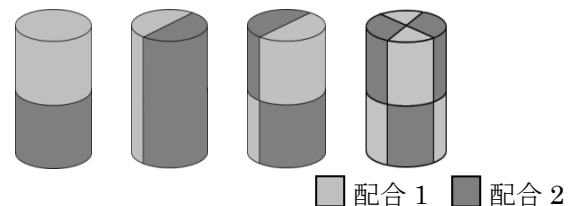


図-1 ばらつきを有する供試体

2-2 実験方法

強度が均質な供試体とばらつきを有する供試体において一軸圧縮試験を行った。

供試体の上下端面は石膏によるキャッピングを行った（写真-1参照）。また、外部変位計のほかに局所変位計（以下、L.D.T.）を作製し使用した。L.D.T.は供試体に直接付けてひずみを計測するため、供試体端面で発生するベディングエラーの影響を排除した測定値を得ることができる。L.D.T.は供試体側面での直径両端の2箇所に垂直に付け測定した（写真-1参照）。载荷速度は約0.044mm/minに設定した。

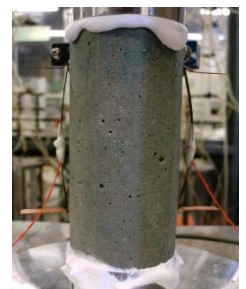


写真-1 試験時の供試体

3. 実験結果

3-1 強度が均質な供試体の試験結果

試験で得られた応力ひずみ関係の例を図-2に示す。L.D.T.と外部変位計の軸ひずみには大きな差がみられる。これは、外部変位計による計測値にはベディングエラーが含まれているためである。

実験で得られた一軸圧縮強さと破壊ひずみ、供試体のサンプル数について表-2に示す。破壊ひずみとは軸差応力のピーク時におけるひずみである。表に示されている数値は各配合の平均値である。破壊ひずみはL.D.T.で計測したものである。

図-3に一軸圧縮強さと初期弾性係数の関係を示す。結果を最小2乗法を用いて原点を通る1次・2次曲線で近似した。決定係数（ R^2 ）を用いて相関を調べたところ、0.8以上となり強い相関があるといえる。

このことより、一軸圧縮強さと初期弾性係数の関係は1次もしくは2次関係で表すことができることが明らかとなった。

表-2 一軸圧縮強さと破壊ひずみ(均質)

	一軸圧縮強さ (kN/m ²)	破壊ひずみ (%)	サンプル数
配合1	1328	0.241%	24
配合2	3346	0.225%	24
配合3	2003	0.198%	12

キーワード セメント改良土、一軸圧縮強さ、ばらつき

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 豊洲キャンパス研究棟9階 芝浦工業大学 TEL 03-5859-8358

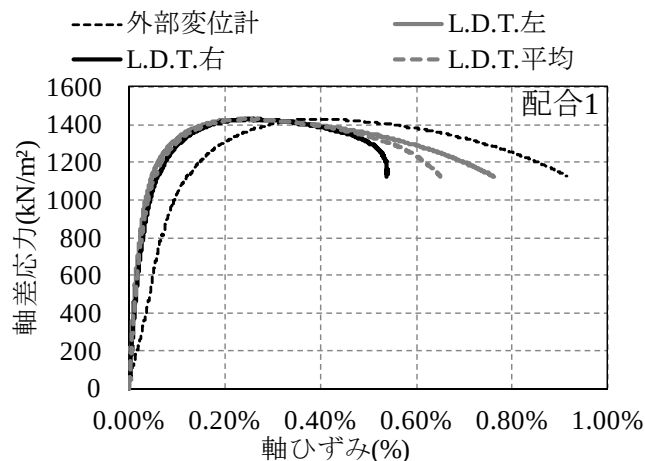


図-2 応力ひずみ関係の例 (均質)

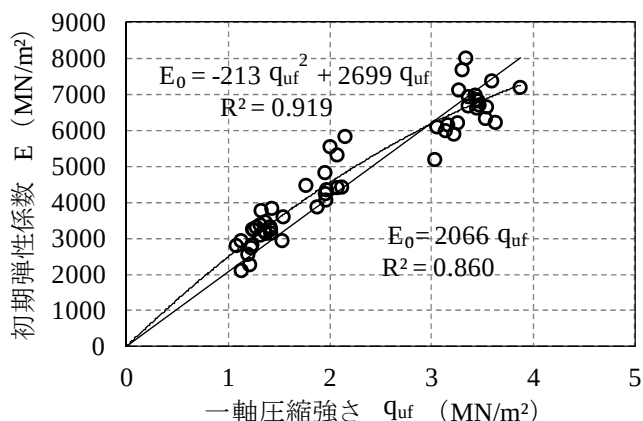


図-3 一軸圧縮強さと初期弾性係数の関係

3-2 ばらつきを有する供試体の試験結果

ばらつきを有する供試体 (上下2分割, 左右2分割) の応力ひずみ関係の例を図-4に示す。両ケースともピーク応力前で非線形挙動が顕著になり, ピーク後はひずみ軟化挙動がみられる。この傾向はすべてのケースで同じであった。

実験で得られた一軸圧縮強さと破壊ひずみ, 供試体のサンプル数を表-3に示す。表中の数値は各ケースの平均値である。破壊ひずみはL.D.T.で計測されたひずみより算定した。

ばらつきを有する供試体の一軸圧縮強さのまとめを図-5示す。黒点が各ケースの平均値であり, 各ケースの強度の最大値と最小値を併せて示している。各ケースの配合強度の平均値は同じであるが, 平均一軸圧縮強さは異なる値となり, 上下2分割は配合1に左右2分割・8分割は配合1・2の平均値に近い値となった。

写真-2に各ケースの破壊挙動の例を示す。上下2分割は強度の小さい配合部分に破壊領域がみられた。左右2分割は異なる配合の境界部分を中心に破壊領域がみられた。4分割・8分割は強度の小さい配合部分や異なる配合の境界部分を中心に破壊領域がみられた。

以上のことから, 使用した配合強度の平均が同じでも配置によって強度に差が生じ, 破壊挙動が異なることが明らかになった。

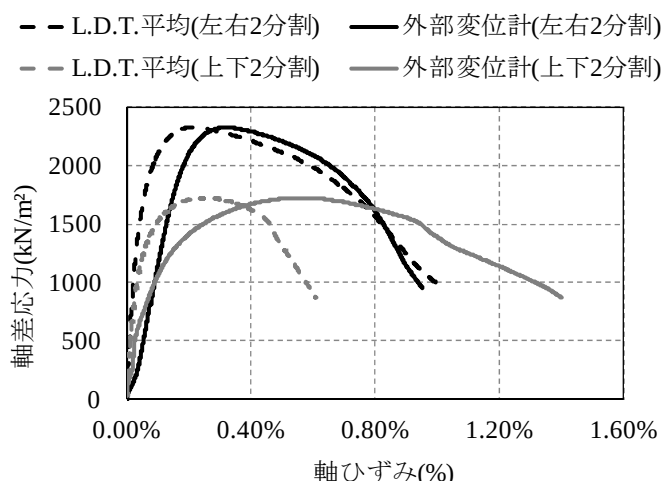


図-4 応力ひずみ関係の例 (上下2分割・左右2分割)

表-3 一軸圧縮強さと破壊ひずみ(ばらつき)

	一軸圧縮強さ (kN/m²)	破壊ひずみ (%)	サンプル数
上下2分割	1436	0.395	12
左右2分割	2522	0.232	12
4分割	1668	0.140	12
8分割	2534	0.147	12

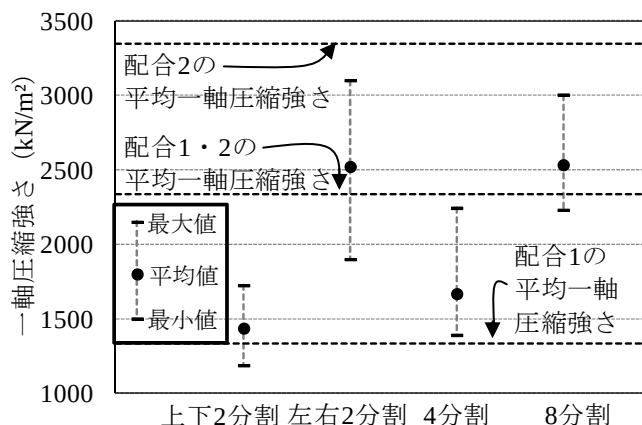


図-5 配合1・2の一軸圧縮強さとばらつきを有する供試体の一軸圧縮強さの関係

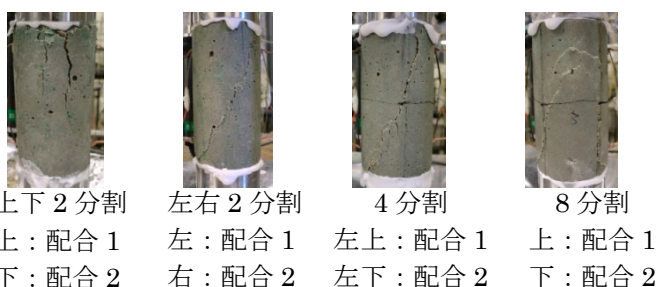


写真-2 ばらつきを有する供試体の破壊挙動

4. 結論

本研究を行い, 強度の空間的ばらつきが強度や破壊挙動に与える影響が大きいことが明らかになった。また, L.D.T.を使用したことで精度の高い初期弾性係数を計測することができた。

参考文献

- 1) 建築基礎のための地盤改良設計指針案
日本建築学会 p43-p44