

低品質再生骨材コンクリート場所打ちコンクリート杭の中心圧縮性状

- その2 材齢5週時における変位性状 -

日大生産工 ○師橋 憲貴
 日大生産工(院) 秋間 大志
 株式会社クラレ 小川 敦久

1 はじめに

経済産業省製造産業局素材産業課の平成30年砕石等統計年報¹⁾によると、平成29年度の砕石の出荷量は16,787千トンに対し、再生骨材の出荷量は18,197千トンとなっており再生骨材の出荷量は砕石の1割程度で大変少ない。また再生骨材の出荷量のうち道路用は18,084千トンに対し、コンクリート用は113千トンとなっておりコンクリート用の出荷量は道路用の0.62%で出荷量としては非常に少ない。砕石は天然資源である岩石を砕いて製造されるが、天然資源の枯渇の観点から低い品質の再生骨材であっても普通骨材と混合利用することで構造用部材に用いるコンクリート用として適用が可能となれば、再生骨材の普及につながり天然資源の維持に貢献できるものと考えられる。中品質の再生骨材を対象とした再生骨材コンクリートMは、再生骨材の吸水率が高い性質を考慮して乾燥収縮を受けにくい地下構造部材などに用途が制限されているが、平成30年のJIS改正では、再生骨材コンクリートM²⁾の中に低品質の再生骨材Lと普通骨材とを混合したものも認められるようになっている。そこで本論文では、地下構造部材となる場所打ちコンクリート杭に再生骨材Lを用いたコンクリート(以下、低品質再生骨材コンクリートという)を使用した、さらに構造耐力上の補強効果を期待してビニロン繊維を添加した円柱試験体(以下、

試験体という)の軸力方向の載荷試験を行い、圧縮強度について検討を行ったものである。場所打ち杭は、地震時に主にせん断破壊となる破壊形式が想定されるが、本論文では場所打ち杭の基礎的研究としてコンクリートの種類が異なる場合の軸力方向の載荷試験における圧縮強度についてコンクリートの種類による差異が生じるかを検討した。

2 実験概要

表1に試験体詳細を示す。本実験は、1. 序論で述べた平成30年のJIS改正よりも前に計画を行っていたことから、日本建築学会から平成26年に発行された「再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針(案)」³⁾(以下、指針(案)という)に示される特殊配慮品の低品質再生骨材の混合割合の上限値である低品質再生粗骨材を30%と低品質再生細骨材を15%併用したCL, CLVシリーズと称する低品質再生骨材コンクリートを使用した。CL, CLVシリーズと比較するため、普通骨材を用いたコンクリート(以下、普通コンクリートという)のCN, CNVシリーズを計画した。それぞれのシリーズにはビニロン繊維1%を添加した試験体と添加していない試験体を計画し、ビニロン繊維の添加の有無の影響について検討を行った。

図1に試験体形状を示す。試験体の寸法は

Center compressive properties of cast-in-place concrete
 pile with low quality recycled aggregate concrete
 - Part1 Strain properties in 5 weeks age -

Taishi AKIMA, Noritaka MOROHASHI and Atsuhisa OGAWA

表 1 試験体詳細

試験体	使用骨材	ビニロン繊維混入率(%)
1) CN	Nシリーズ	0.0
2) CNV	天然細骨材 100%	1.0
	再生細骨材 0%	
3) CL	天然粗骨材 100%	0.0
	再生粗骨材 0%	
4) CLV	天然細骨材 70%	1.0
	再生細骨材 30%	
	天然粗骨材 85%	
	再生粗骨材 15%	

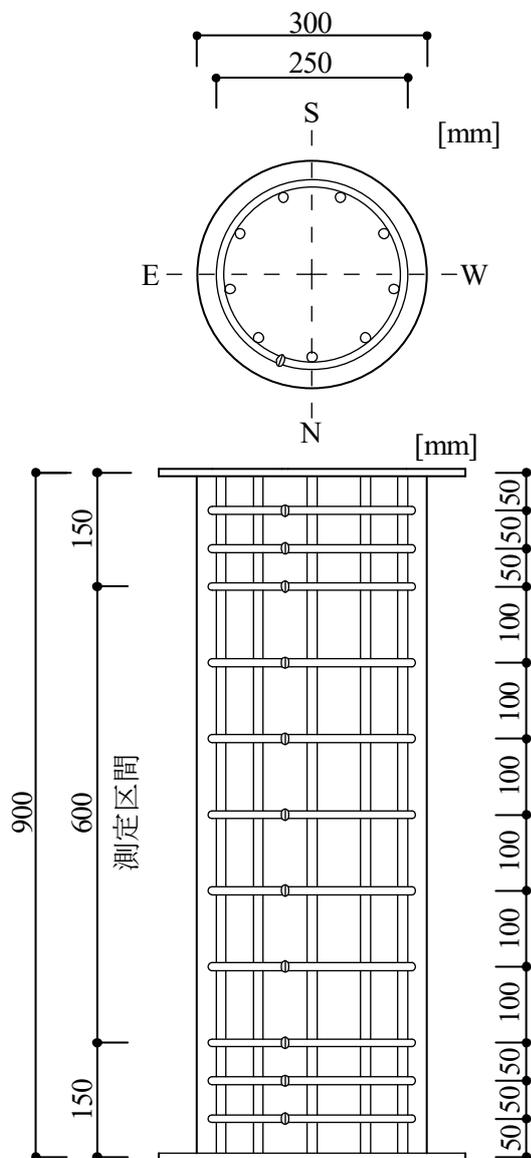


図 1 試験体形状

高さ 900mm, 断面の直径 300mm, かぶりコンクリートの厚さ 25mm である。せん断補強筋 (以下, フープという) はフラッシュバット溶接を用いた閉鎖型で最外径(直径)は 250mm である。主筋は D13 を 9 本配筋し, フープは D10 を使用した。フラッシュバット溶接の位置は主筋と主筋の間に配置した。測定区間のフープ間隔は 100mm とした。

3 材料特性

図 2 にコンクリートの圧縮強度の推移を示す。圧縮強度を測定した円柱供試体は現場封かん養生とした。普通コンクリートの工場出荷実績で決定した水セメント比 (W/C) は低品質再生骨材コンクリートの W/C より高く設定したが, 普通コンクリートの CN, CNV シリーズは低品質再生骨材コンクリートの CL, CLV シリーズと比較して圧縮強度が増加した。普通コンクリートおよび低品質再生骨材コンクリートともに, ビニロン繊維を添加した CNV, CLV はビニロン繊維を添加していない CN, CL と比較して圧縮強度の差異は, さほど認められなかった。なお, 実験時の圧縮強度は材齢 5 週時と材齢 7 週時の圧縮強度を基に補完して求めた。

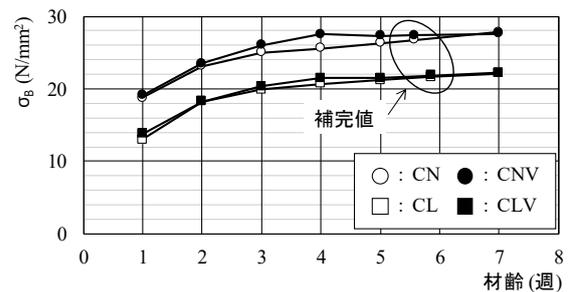


図 2 圧縮強度

図 3 に加力方法および測定方法を示す。加力は 1 軸圧縮単調載荷で日本大学生産工学研究所管構造物試験機自動計測制御システムを用いた。試験体は下部を固定, 上部を球座を介して試験機にセットした。変位は試験体

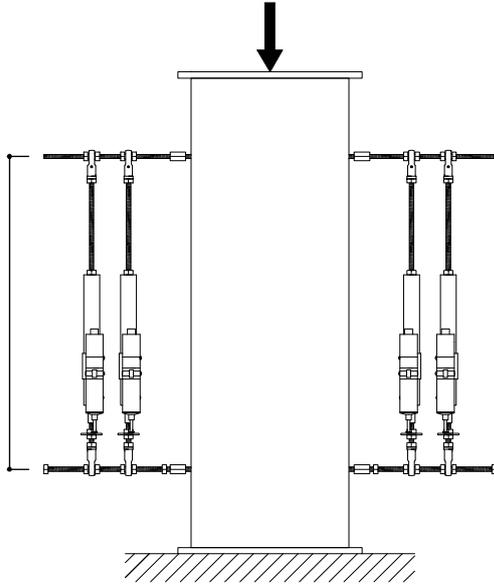


図3 加力方法及び測定方法

中央部(検長 600mm) における軸方向変位を試験体に埋め込んだボルトに 2 本ずつ東西に変位計を取り付け、その平均値を軸方向変位とした。加力は 500kN を 1 サイクルとする 1 方向の繰り返し载荷とした。

表 2 実験結果一覧

試験体名	σ_B (N/mm^2)	$P_{cal.}$ (kN)	$P_{max.}$ (kN)
1) CN	26.7	2317	2115
2) CNV	27.4	2367	2200
3) CL	21.6	1957	1768
4) CLV	21.8	1971	1838

断面積を考慮して、式 (1) により導出した。

$$P_{cal.} = a_c \sigma_B + a_g \sigma_y \text{ (N)} \quad \dots (1)$$

ここで

a_c : コンクリート全断面積 (mm^2)

$$a_c = 150mm \times 150mm \times \pi = 70650mm^2$$

σ_B : コンクリートの圧縮強度 (N/mm^2)

a_g : 主筋全断面積 (mm^2)

$$9-D13 \text{ (} 1143mm^2 \text{)}$$

σ_y : 主筋の降伏強度 (N/mm^2)

Table 4 参照

$P_{max.}$ は試験体の最大荷重 (圧縮強度) である。

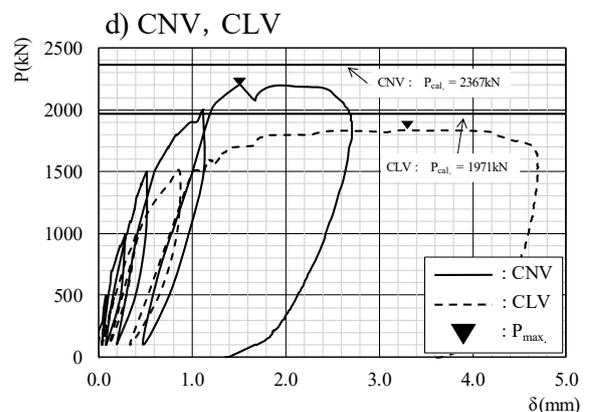
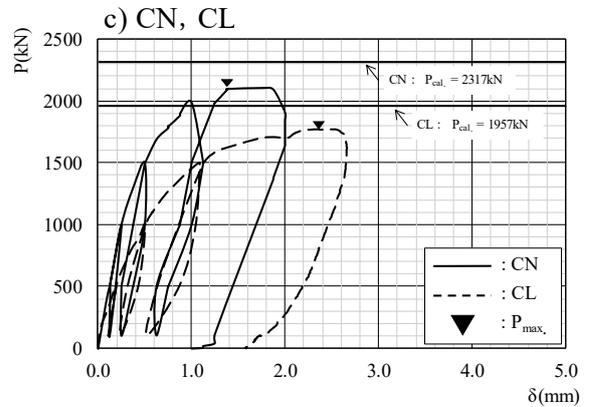
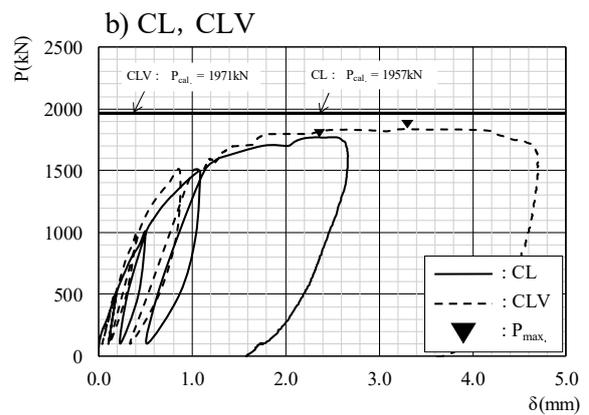
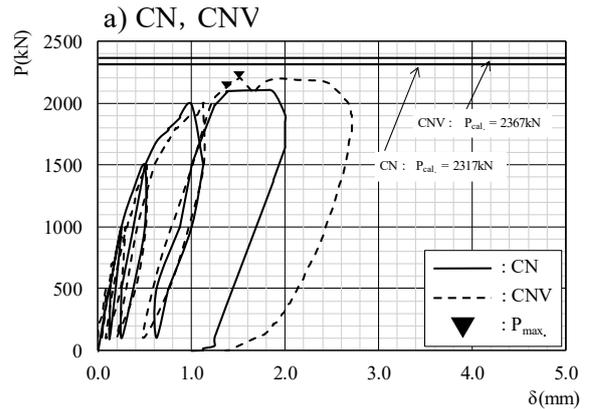


図4 荷重-変位曲線

図 4 に荷重－軸方向変位関係をシリーズごと、あるいはコンクリートの種類により比較が行えるよう試験体を組み合わせて示した。同一のシリーズで比較すると、普通コンクリートの CN, CNV シリーズ (a) 図) では 1500kN, 低品質再生骨材コンクリートの CL, CLV シリーズ (b) 図) では 1000kN までの剛性にビニロン繊維の添加の有無による差異は認められないが、ビニロン繊維を添加した試験体は最大荷重が若干上昇する傾向が認められた。ビニロン繊維を添加した試験体は最大荷重時の変位は大きく、さらに最大荷重時以降も荷重を維持して変位が増大した後に荷重が低下する靱性のある履歴を示した。コンクリートの種類の違い (c) 図, d) 図) で比較すると、低品質再生骨材コンクリートの CL, CLV は、普通コンクリートの CN, CNV と比較し、剛性が低く最大荷重も低下する傾向が認められた。また、表 2 の $P_{cal.}$ と $P_{max.}$ を比較すると実験値 $P_{max.}$ は計算値 $P_{cal.}$ に対して 1 割程度低い値となった。このことは試験体のコンクリートの圧縮強度が、現場封かん養生とした円柱供試体の圧縮強度ほど強度発現していないものと推察される。

以上のことから低品質再生骨材コンクリートの CL, CLV シリーズは普通コンクリートの CN, CNV シリーズと比較し剛性は低くなるが、円柱供試体の圧縮強度が普通コンクリートと同等の強度となれば試験体の圧縮強度の増加が見込めるものとする。また、剛性が低くなった理由は低品質再生骨材コンクリートは単位容積質量が普通コンクリートと比較し小さいためヤング係数が小さい値となっているからと考える。

4 結論

ビニロン繊維による補強効果を期待し低品質再生骨材を用いた場所打ちコンクリート杭の圧縮強度について実験的に検討を行った結果、本実験の範囲内で以下に示す知見が得られた。

1) 荷重－変位曲線は同一シリーズのコンクリートを比較するとビニロン繊維の添加の有無による剛性の差異は認められなかった。最大荷重はビニロン繊維を添加した試験体は若干上昇する傾向が認められた。

2) 低品質再生骨材コンクリートの試験体は普通コンクリートの試験体と比較しヤング係数が小さいことに起因し剛性が低くなる傾向が認められた。

3) 計算値 $P_{cal.}$ と実験値 $P_{max.}$ を比較すると、すべての試験体において実験値は計算値を下回る結果となり、試験体のコンクリートの圧縮強度の強度発現の不十分さが推測された。

謝辞

本研究は平成 29－31 年度文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究(C), 課題番号 17K06656, 代表者: 師橋憲貴) の助成を受けたものである。本研究の低品質再生骨材コンクリートに関しては東京建設廃材処理協同組合 葛西再生コンクリート工場をはじめ、混和剤メーカーの F 社にご協力を頂きました。関係各位に記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 経済産業省製造産業局素材産業課: 平成 30 年 砕石等統計年報, 2019 年 4 月
- 2) (財) 日本規格協会: JIS A 5022 再生骨材コンクリート M, 2018.5.21 改正
- 3) 日本建築学会: 再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針(案), 2014.10
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所監修: 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書, 2015.10
- 5) 秋間大志, 師橋憲貴, 小川敦久: 低品質再生骨材コンクリート場所打ちコンクリート杭の中心圧縮性状—その 1 実験計画—, 日本大学生産工学部第 50 回学術講演会, 2018.12, pp.61－64