

III-331 重錘落下締固め工法における打撃仕様と密度増加域（第2報）

(株)大林組 正 ○田中善広
 大阪市立大学工学部 正 大島昭彦 高田直俊
 同 大学院 学 山崎康弘

まえがき 重錘落下締固め工法は、重錘を高所から落下させ、その衝撃力と振動によって地盤を動的に締固める工法で、砂・礫質地盤、岩屑盛土、廃棄物地盤等の地盤改良に優れた効果を発揮する。

筆者らは遠心模型実験や現場実験により、この工法の締固め機構の解明と最適な施工条件の求明を目的とした研究を行っている¹⁾²⁾。前報³⁾で打撃仕様の組み合わせを変えた遠心模型実験を行い、コーン貫入抵抗の分布から密度増加域を求めた結果を報告した。今回は前報と同条件で別に行った遠心模型実験による地盤変形から求めた密度増加域を報告する。

実験方法 模型地盤は、軸対称円柱地盤を想定し、地盤変形を捉えるために図-1に示す半径19cm、層厚20cmの半円柱地盤とし、その中央を同じく半円柱の模型重錘で打撃する。遠心加速度を100gに設定したので、半径19m、層厚20mの原型地盤に相当する(以下原型換算値で示す)。模型地盤は含水比4%(100g場で水の移動がない)に調整した試料(細粒分含有率=6%, $D_{max}=2\text{mm}$, $\rho_{dmax}=1.72\text{t/m}^3$, $\rho_{dmin}=1.40\text{t/m}^3$, $w_{opt}=14\%$)を初期相対密度 $D_{r0}=35\%$ となるように、半径19cm、中心角45°の扇型の底板を介して質量2.5kgのランマーを用いて落下高3cmで8回打撃し、8層に分けて締固めた。なお実験方法の詳細については文献¹⁾を参照されたい。

表-1に打撃条件を示した。打撃仕様は①落下高 $H=20\text{m}$ で重錘質量 m を変化させたシリーズ、② $m=20\text{t}$ で H を変化させたシリーズ、③1打撃のエネルギー $E_t=400\text{tf}\cdot\text{m}$ で m , H を変化させたシリーズである。いずれの実験も総打撃エネルギー E_t は同じである。重錘は全て底面積 $A=4\text{m}^2$ (模型はこの半分)とした。

模型地盤の前面(観測面)に直径2mmの標点(256個、不動点4個)を設置し、実験中に写真撮影した。撮影した写真を印画紙に焼付け、座標読み取り装置で標点の座標を読み取った。4つの不動点を基準にして、各状態の座標を初期の座標系に変換し、標点で構成される154個の四角形要素の打撃中心を回転軸とした円環要素の体積変化から体積ひずみ ϵ_v を算出する。これを相対密度増加量 ΔD_r に換算して密度増加域を判定した。今回の模型地盤の初期相対密度 $D_{r0}=35\%$ に対して $\epsilon_v=2, 4, 8, 16\%$ はそれぞれ $\Delta D_r=10, 20, 40, 80\%$ に対応する。

相対密度増加量分布 図-2~4に各シリーズの相対密度増加量 ΔD_r の分布を示した。いずれも球根状の分布形となっている。図中には総運動量 mvN を書き入れた。図-2の H 一定・ m 変化シリーズの mvN は一定で、側方への等 ΔD_r 線の拡がりにはあまり差はないが、 m が大きいほど深度方向への拡がり大きい。これは今回の実験では重錘底面積 A を一定としたため、 m が大きいほど単位面積当りの質量 m/A が大きくなり、締固め効果

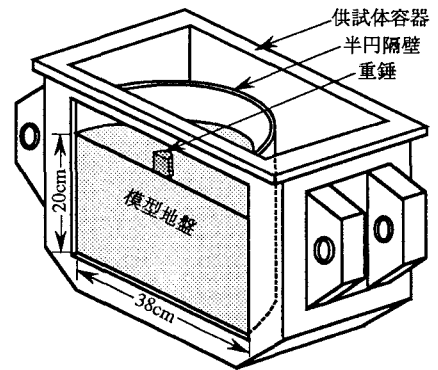


図-1 模型地盤

表-1 打撃条件

実験 シリーズ	m	H	N	E_t ($\text{tf}\cdot\text{m}$)	mvN ($\text{t}\cdot\text{m/s}$)
H 一定, m 変化	10t	20m	40	8,000	7,920
	20	"	20*	"	"
	40	"	10	"	"
	80	"	5	"	"
m 一定, H 変化	20t	5m	80	8,000	15,840
	"	10	40	"	11,200
	"	20	20*	"	7,920
	"	28.6	14	"	6,630
E_t 一定, m, H 変化	20t	20m	40	16,000	15,840
	40	10	20	"	22,400
	80	5	5	"	31,680

E_t : 総打撃エネルギー, mvN : 総運動量
 v : 衝突速度 ($=\sqrt{2gH}$), *: 同一実験

が打撃孔直下に集中したためと考えられる。図-3の m 一定・ H 変化シリーズでは、 mvN が大きくなる(H が小さい)ほど等 ΔD_r 線の側方向、深度方向への拡がり大きい。図-4の E_f 一定シリーズでも、 mvN が大きくなる(m が大きい)ほど等 ΔD_r 線の深度方向への拡がり大きい。これらの傾向はコーン貫入抵抗から算出した ΔD_r の分布形³⁾と同傾向を示した。

まとめ この工法における密度増加域は文献1), 2)で示した重錘貫入量や地盤圧縮量と同様に、打撃エネルギーでなく、総運動量に依存する結果を得た。別報⁴⁾でこの結果から等 ΔD_r 線の深度・半径と運動量の関係を報告している。最後に、本研究は平成4年度文部省科学研究補助金(奨励研究A)を受けたことを付記する。

- 参考文献**
- 1) 大島, 他: 重錘落下締固め工法における打撃仕様と効果, 第25回土質工学会, pp.1853~1856, 1990.
 - 2) 大島, 他: 重錘落下締固めにおける重錘運動量と締固め効果, 第27回土質工学会, pp.2103~2106, 1992.
 - 3) 大島, 他: 重錘落下締固め工法における打撃仕様と密度増加域, 第28回土質工学会, 1993.
 - 4) 大島, 他: 重錘落下締固めにおける密度増加域と運動量の関係, 第48回土木学会, III, 1993.

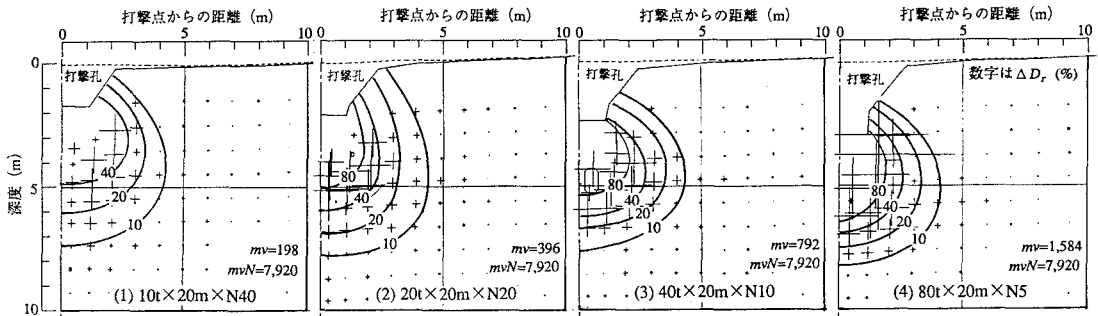


図-2 H 一定・ m 変化シリーズの相対密度増加量の分布 ($E_f=8,000\text{tf}\cdot\text{m}$)

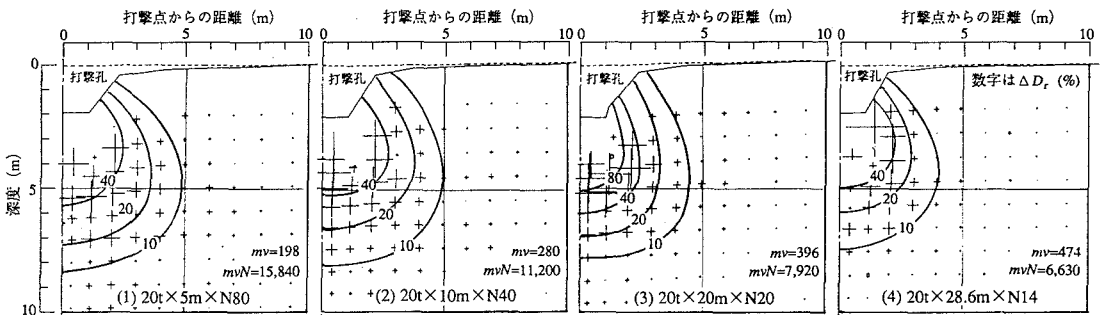


図-3 m 一定・ H 変化シリーズの相対密度増加量の分布 ($E_f=8,000\text{tf}\cdot\text{m}$)

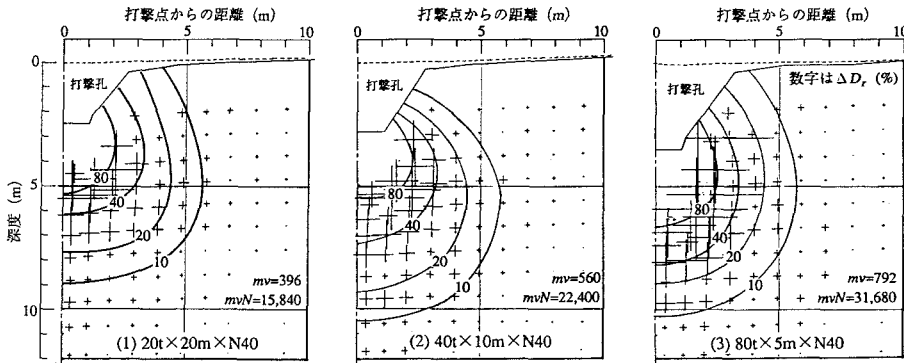


図-4 E_f 一定シリーズの相対密度増加量の分布 ($E_f=16,000\text{tf}\cdot\text{m}$)