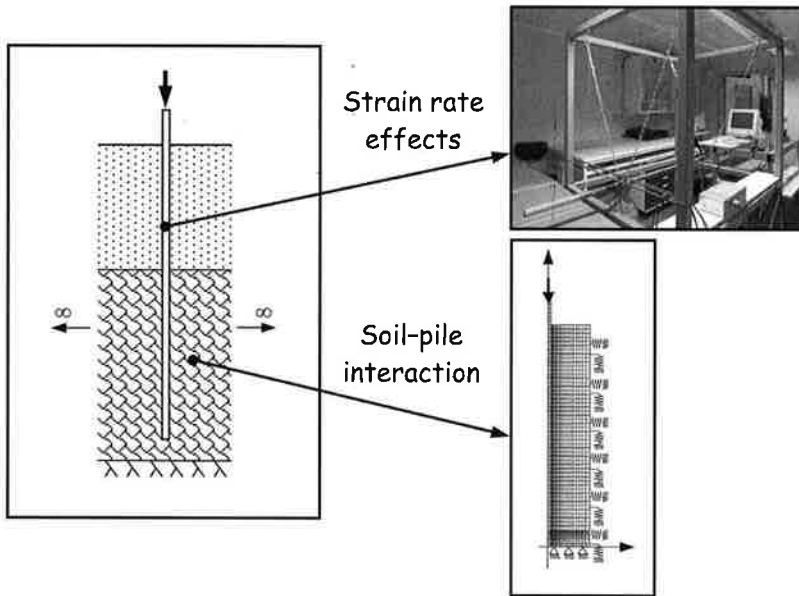




CHALMERS



Impact-Loaded Concrete Piles

– Theoretical and experimental study
of load effects and capacity

PER-OLA SVAHN

*Department of Structural Engineering
Concrete Structures*

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Göteborg, Sweden 2003

Slagbelastade Betongpålar

–Teoretisk och experimentell studie av lasteffekt och bärförmåga

PER-OLA SVAHN

Institutionen för konstruktionsteknik

Betongbyggnad

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Grundläggning med slagna betongpålar är en effektiv och viktig grundläggningsmetod i områden med lösa jordar. Den dimensionerande lasteffekten utgörs i många fall av drivningen. Vid dimensioneringsarbetet beaktas emellertid normalt endast de statiska lasterna och de dynamiska effekterna beaktas normalt endast med enkla tumregler som är baserade på erfarenhet. Eventuell dynamisk simulering av drivningen utförs normalt i syfte att bestämma den statiska geotekniska bärförmågan, och lasteffekter med tillhörande skadeprocess behandlas inte speciellt. De aktuella jordegenskaperna avgör lasteffekterna i pålarna. Sand med låg permeabilitet kräver hård drivning, vilket erfarenhetsmässigt ofta orsakar skador.

För att förbättra betongpålarnas egenskaper under drivning är det nödvändigt att öka kunskapen om de lasteffekter som uppstår i samband med drivning och den armerade pålens bärförmåga vid slagbelastning. Olika experimentella metoder för att bestämma materialegenskaper vid slagbelastning har studerats i det aktuella projektet. En förenklad metod att bestämma betongens dynamiska draghållfasthet med den s.k. Modifierade Hopkinson-stången har föreslagits. Vidare har ett inledande försök att bestämma vidhäftningsegenskaper vid slagbelastning genomförts.

Numeriska analyser, t.ex. FE-analyser, ökar förståelsen för genomförda försök. Denna typ av analyser kan också användas för analys av alternativa utformningar av pålar. För att bestämma responsen i en slagbelastad (armerad) betongkonstruktion är det nödvändigt att utföra en icke-linjär analys. I det aktuella arbetet redovisades vad som är karakteristiskt för dynamiska analyser av betong. Betongens hållfasthet bestämdes av den aktuella belastningshastigheten. Vid snabb belastning av material som har en töjningsmjuknade respons lokaliserar töjningarna och vidare vågutbredning förhindrades.

Det finns en inbyggd motsättning mellan effektiv påldrivning och ett allmänt krav på begränsning av pålens belastning. I en separat studie visades att effektiv påldrivning erhöles genom att tillföra ett stort impulsmoment under en kort tid, vilket nödvändigtvis innebar höga krafter i pålen. Pålens bärförmåga begränsades således alltid effektiviteten av påldrivningen och det fanns härmed ett allmänt intresse av att öka dess bärförmåga. För en påle av betong var draghållfastheten och responsen vid efterföljande uppsprickning av stor betydelse.

Nyckelord: påle, slagen påle, betong, slagbelastning, draghållfasthet, töjningshastighetsberoende, vidhäftning, hopkinson bar, samverkan jord-påle, vågutbredning, finita element metod, experiment

Contents

ABSTRACT	I
SAMMANFATTNING	II
LIST OF PUBLICATIONS	III
CONTENTS	IV
PREFACE	VI
NOTATIONS	VII
1 INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Aim, scope and limitations	2
1.3 Scientific approach	3
1.4 Original features	3
1.5 Outline	3
2 EXPERIMENTS AND ANALYSES	5
2.1 Experimental work for impact loading of brittle material	5
2.2 Measurement of strain by fibre optic sensors	7
2.3 Modelling of concrete subjected to impact loading	12
3 MECHANICAL BEHAVIOUR OF CONCRETE STRUCTURES	18
3.1 Concrete subjected to uniaxial static loading	18
3.2 Concrete subjected to impact tensile stresses	20
3.3 Bond behaviour of reinforcement subjected to impact loading	26
4 RESPONSE IN DRIVEN PILES	29
4.1 Background	29
4.2 Static soil-pile interaction	30
4.3 Dynamic soil-pile interaction	32
4.4 Load effects in piles during driving	37
4.5 Practical considerations for design of piles and driving	46
5 CONCLUSIONS	48
5.1 General conclusions	48
5.2 Suggestions for future research	48

