

国外高校土木工程专业图解教材系列

土木施工

原著
第二版

(适合土木工程专业本科、高职学生使用)

[日] 栗津清藏 主编
浅野繁喜 村尾丰 藤冈宏一郎 山本龙哉 合著
季小莲 译



中国建筑工业出版社

国外高校土木工程专业图解教材系列

土木施工

原著
第二版

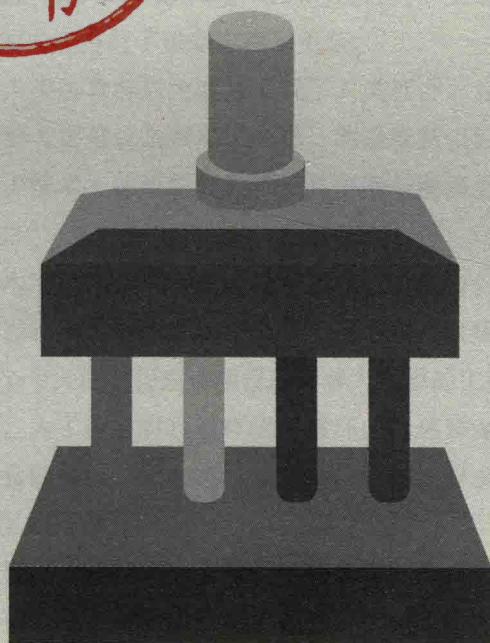
(适合土木工程专业本科、高职学生使用)



栗津清藏 主编

浅野繁喜 村尾丰 藤冈宏一郎 山本龙哉 合著

季小莲 译



中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2014-1665号

图书在版编目 (CIP) 数据

土木施工 原著第二版/ (日) 栗津清藏主编; 季小莲译.
北京: 中国建筑工业出版社, 2016.6

国外高校土木工程专业图解教材系列 (适合土木工程专业本科、高职学生使用)

ISBN 978-7-112-19317-2

I. ①土… II. ①栗…②季… III. ①土木工程-教材 IV. ①TU

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第066743号

Original Japanese edition

Etoki Doboku Sekou (Kaitei 2 Han)

Supervised by Seizou Awazu

By Shigeki Asano, Yutaka Murao, Koichiro Fujioka, Tatsuya Yamamoto

Copyright © 2009 by Shigeki Asano, Yutaka Murao, Koichiro Fujioka, Tatsuya Yamamoto

Published by Ohmsha, Ltd.

This Simplified Chinese Language edition published by China Architecture & Building Press

Copyright © 2016

All rights reserved.

本书由日本欧姆社授权翻译出版

责任编辑: 白玉美 姚丹宁

责任校对: 陈晶晶 关 健

国外高校土木工程专业图解教材系列

土木施工

原著第二版

(适合土木工程专业本科、高职学生使用)

[日] 栗津清藏 主编

[日] 浅野繁喜 村尾丰 藤冈宏一郎 山本龙哉 合著

季小莲 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230毫米 1/32 印张: 6³/₄ 字数: 214千字

2016年10月第一版 2016年10月第一次印刷

定价: 28.00元

ISBN 978-7-112-19317-2

(28542)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编辑委员会

主 编 粟津清藏（日本大学名誉教授・工学博士）

编委成员 宫田隆弘（原高知县建设短期大学校长）

浅贺荣三（原栃木县立宇都宫工业高等学校校长）

国泽正和（原大阪市立泉尾工业高等学校校长）

田岛富男（TOMI 建设资格教育研究所）

前 言

本书自上一版出版后已经过了很多年，在这期间，环境保护、建筑废物处理、循环利用等问题成为社会热议的焦点，全球共同应对环境问题已到了刻不容缓的地步。这些年出台了各种与环境相关的法律法规，问题及其关注点也发生了很多变化，因此增加与环境相关的内容，对各章结尾的问题按照新的规范进行修改是很有必要的。

本次修订增加了第9章“环境友好型土木施工”、第10章“土木施工副产品的再生利用”两章；对每章结尾的问题进行了全面修订，重点是对与计算标准相关的内容进行了重新审视和更新。

自古以来，人类过着群居生活并形成了人类社会。为了创造舒适的生活环境，历代统治者都可说是费尽了心思。明治维新以后，随着欧美文化进入日本，带来了技术上的革新和进步，其中钢与混凝土的使用成为技术革新的最大原动力。

近年来，土木工程界的技术革新日新月异，涌现出各种令人惊叹的施工方法。随着工程施工的机械化、大型化、合理化，以及理论分析水平的精细化，围绕一个个大型建设工程项目进行着大规模的工程建设。

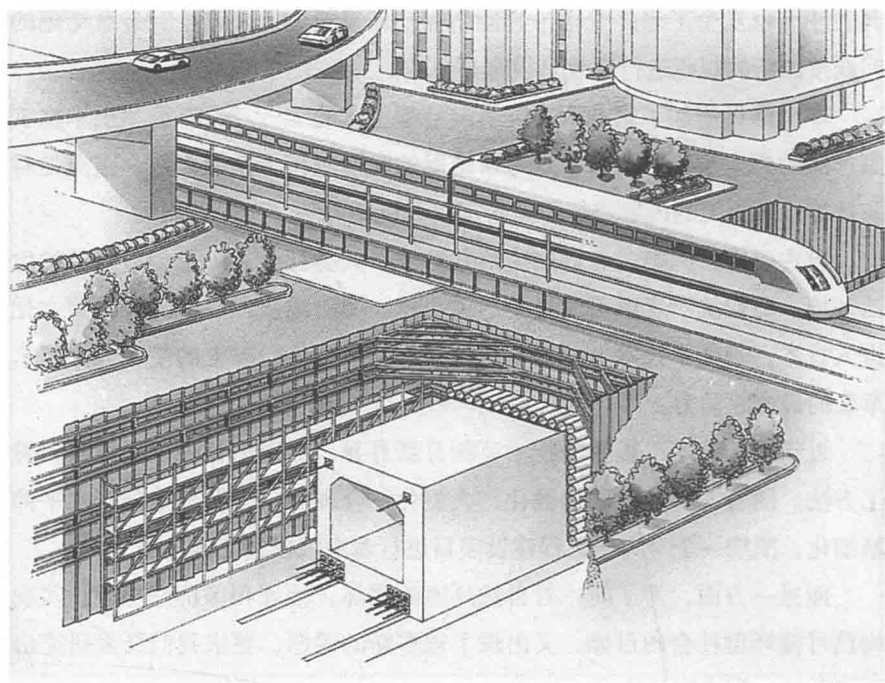
而另一方面，为了防止对自然环境的破坏，治理和保护好环境，实现构筑可循环型社会的目标，又出现了很多新的课题，要求我们开发研究出更复杂的、高难度的技术。

本书是土木施工的入门书，为了便于初学者理解，用图解的形式对土木施工的基础内容进行了简明扼要的讲解。各章结尾《问题》的内容主要选自《二级土木施工管理技师考试》一书。希望所有准备跨入土木世界，以及对土木有兴趣的人们能够充分利用本书，并向“土木工程管理技师”资格发起挑战。

最后对本书修改过程中给予大力协助的欧姆社出版部门的各位，以及无条件同意使用资料的相关人员表示衷心的感谢。

著者

2009 年 11 月



(提供：浅沼组)

目 录

第 1 章 土木材料

① 弹性、塑性和材料标准	2
② 弹性模量（杨氏模量）	4
③ 木材和石材	6
④ 钢铁材料	8
⑤ 钢铁制品	10
⑥ 高分子材料	12
第 1 章 问题	14

第 2 章 土方工程机械与土方工程实施

① 土方工程计划	16
② 土方量变化	18
③ 土方累积图	20
④ 土方工程施工机械	22
⑤ 挖掘运输设备	24
⑥ 铲式挖掘设备	26
⑦ 平整场地、压实机械	28
⑧ 边坡保护工程	30
⑨ 疏浚、填筑工程	32
第 2 章 问题	34

第 3 章 土木计划、设计

① 推土机的生产效率	38
② 铲式挖掘机的生产效率	40

③ 自卸式翻斗车的生产效率	42
④ 施工机械使用费	44
⑤ 机械化土方施工工程量计算	46
⑥ 机械搬运费	48
第3章 问题	50

第4章 基础工程

① 基础的种类	52
② 地基承载力与变形	54
③ 地基处理方法	56
④ 基坑支护及基坑开挖	58
⑤ 天然地基基础	60
⑥ 桩基础施工	62
⑦ 预制桩施工	64
⑧ 灌注桩施工	66
⑨ 沉箱基础	68
⑩ 板桩基础和特殊基础	70
⑪ 地下连续墙基础、托换工法	72
第4章 问题	74

第5章 混凝土工程

① 运输、浇筑、振捣	78
② 混凝土抹平、养护及拆模	80
③ 严寒气候混凝土施工	82
④ 炎热气候混凝土施工	84
⑤ 水下混凝土施工	86
⑥ 混凝土制品	88
第5章 问题	90

第 6 章 筑路工程

① 路床施工	94
② 基层施工	96
③ 沥青材料	98
④ 沥青混合料	100
⑤ 路面施工	102
⑥ 路面设计	104
⑦ 混凝土路面	106
⑧ 浇筑、整平	108
第 6 章 问题	110

第 7 章 隧道工程

① 隧道计划	114
② 隧道挖掘	116
③ 钻爆工法 1 (钻炮孔)	118
④ 钻爆工法 2 (火药、装药)	120
⑤ 出渣作业、支护工程	122
⑥ 衬砌施工	124
⑦ 盾构机施工法	126
⑧ 明挖工法、推进工法	128
⑨ 沉埋工法	130
⑩ 压力注浆工法、绕行排水工法	132
⑪ 特殊工法、冻结工法	134
第 7 章 问题	136

第 8 章 河道工程、港口工程

① 筑堤施工	140
② 护岸工程、折流坝工程	142

③ 防砂工程(溪谷处)	144
④ 防砂工程(山地、陡坡)	146
⑤ 大坝工程	148
⑥ 海岸工程	150
第8章 问题	152

第9章 环境友好型土木施工

① 创建环境友好型社会	156
② 与自然共生及土木施工	158
③ 考虑生态的施工方法	160
④ 土木施工中的环境保护措施	162
⑤ 与环境相关的法律法规	164
第9章 问题	168

第10章 土木施工副产品的再生利用

① 努力建设生态循环型社会	170
② 《废弃物处理法》和建筑废弃物	172
③ 废弃物处理责任与工业废弃物管理清单(货单)	174
④ 废弃物的中间处理与最终处理	176
⑤ 建设工程循环1	178
⑥ 建设工程循环2	180
⑦ 相关法规	182
第10章 问题	184

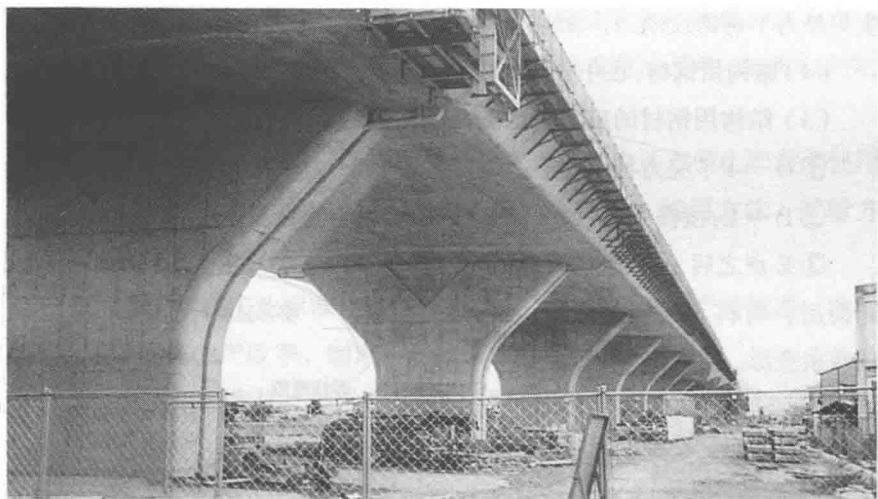
问题解答	186
附录	199
参考文献	205

第1章 土木材料



近年科学技术发展迅猛，土木技术领域的发展同样取得了很大的进步。在越来越先进的土木技术中，土木材料的技术发展作出了重大贡献。

土木材料种类繁多，有木材、石材、黏土、土等天然材料，也有金属材料、沥青材料、水泥和高分子材料等人工材料。充分认识各种材料的特点，在建筑物的设计、施工中，努力做到因地制宜、合理选材是非常重要的。



施工中的材料堆场

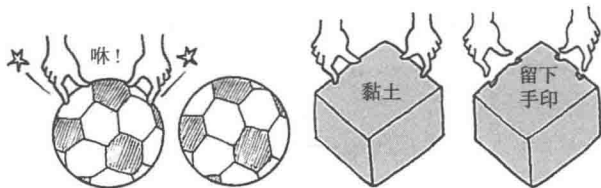
弹性、塑性和材料标准

1

松开用手摁住的球，球会恢复原状，而黏土则不会

弹性：恢复原状

塑性：无法恢复原状



弹 性

(1) 材料在施加外力后会变形，当除去外力后能够恢复原状的物理特性一般称为弹性，此时的变形称为弹性变形，具有这种性质的物体称为弹性体。

(2) 在比例极限内，应力与应变成正比。即弹性材料的应力与应变的比为定值，这种特点称为虎克定律。

(3) 物体在外力（拉力、压力）作用下，构件内部的任意截面上会产生与外力平衡的反向力，相对于外力，将这种力称为应力。

(4) 结构用钢材，在小变形范围内（弹性极限内），可认为是弹性体材料。

(5) 结构用钢材的应力 - 应变曲线，如图 1.1 所示。

① $O \rightarrow P$ ：应力与应变沿直线变化。

② $P \rightarrow E$ ：慢慢变弯，如果在 E 点卸荷，材料将恢复原状，没有残余变形。

③ E 点之后：应变快速增加，卸荷后，材料无法恢复原状，出现残余变形。

塑 性

(1) 材料在施加外力后会变形，当除去外力后不能恢复原状的物理特性一般称为塑性，此时的变形称为塑性变形，具有这种

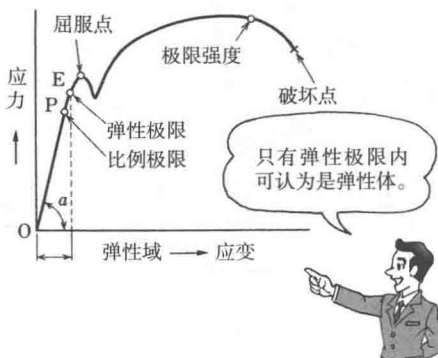


图 1.1 结构用钢材的应力 - 应变曲线

性质的物体称为**塑性体**。

(2) 混凝土为**塑性体**。混凝土的应力 - 应变曲线如图 1.2 所示, 图 1.2 中曲线无直线变化段。

(3) OE 段被认为是混凝土可以安全使用的区域, 该区域内应力和应变近似直线变化, 可认为混凝土在该范围内为弹性体, 并由此确定弹性模量。

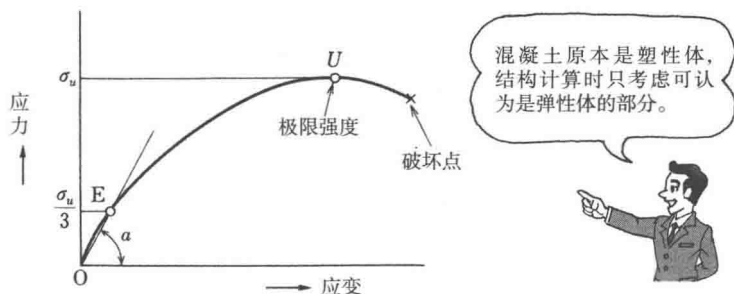


图 1.2 混凝土的应力 - 应变曲线

从弹性到塑性

很多材料同时具有弹性和塑性两种性质, 应力在一定区域内(结构钢材在弹性极限范围内)表现为弹性, 超过该区域逐渐转变为塑性。

材料标准

(1) 结构用材料种类很多, 为了方便生产者和使用者, 对材料性质、形状、尺寸、使用方法、试验方法等制定了统一的规范和标准。

(2) 1949 年在工业标准化法的基础上, 为了统一工业产品标准、改善产品质量、提高生产效率, 制定了日本工业标准 (JIS)。

(3) 为工业标准化立法的目的: ①提高生产效率, ②降低生产成本, ③提高产品质量, ④节约资源, ⑤实现公平交易, ⑥促进合理化消费等。

(4) 除 JIS 之外, 还有日本农业标准 (JAS)、日本水道协会标准等。

目前, 随着国际化进程的加速, 可以预测, 未来 JIS 标准会向国际标准统一的方向发展。

2

在限度范围内，
弹簧拉长后一定能
恢复原长

弹性模量 (杨氏模量)



其实用的是
弹簧原理。

弹性模量

(1) 弹性材料在比例极限范围内，应力与应变成正比，这种性质叫作虎克定律。

(2) 图 1.3 中，面积 A 、长度 l 的材料受外力 P 作用时，长度 l 伸长 Δl 时，应力用 $\sigma = P/A$ ，应变用 $\varepsilon = \Delta l/l$ 表示。根据虎克定律，应力与应变成正比。比例常数用 E 表示，其计算公式如下：

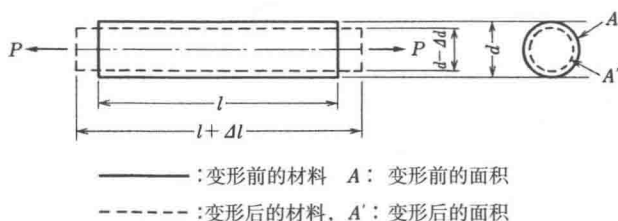


图 1.3 材料的变形

$$\text{比例常数 } E = \frac{\text{应力}}{\text{应变}} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{P}{A}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{Pl}{A\Delta l}$$

在压缩力
作用下，
杆件会变
粗哟!!

此时的常数 E 叫作弹性模量 (杨式模量)。

(3) 材料在外力作用下，除了在应力方向上产生应变外，在与其垂直方向上也会产生应变。此时，假定应力方向上的应变 (纵向应变) 为 ε ，与其垂直方向的应变 (横向应变) 为 β ，则两者的比值 ν 可用下式表示：

$$\nu = \frac{\beta}{\varepsilon} = \frac{1}{m} \quad (\text{横向应变 } \beta = \Delta d/d)$$

这里， $1/m$ 叫作泊松比， m 叫作泊松倒数。

(4) 在固定荷载作用下，应变随着时间变化增加的现象叫作徐变。由徐变引起的材料破坏现象叫作徐变破坏。

(5) 《道路桥示方书》（日本道路协会编）对设计计算用材料的弹性模量和泊松比的取值作了如下规定：

材料的弹性模量和泊松比 表 1.1

材料	弹性模量 (N/mm ²)	泊松比
钢、铸钢	2.06×10^5	0.30
铸铁	9.8×10^5	0.25
混凝土	$2.55 \times 10^4 \sim 3.92 \times 10^4$	1/6

注) 修正为 SI 单位。

本书中，按 $1\text{kgf}=9.8\text{N}$ 进行单位换算。



例题 1 弹性模量 E

如图 1.3 所示，直径 $d=22\text{mm}$ 、长度 $l=3\text{m}$ 的钢棒，在 $P=50\text{kN}$ 的外力作用下，伸长了 0.189cm 。此时纵向应变 ε 与弹性模量 E 分别是多少？

(解) 纵向应变
$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.189\text{ cm}}{300\text{ cm}} = 0.00063$$

应力
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{50000}{\frac{3.14 \times 22^2}{4}} \approx 132\text{ (N/mm}^2\text{)}$$

弹性模量
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{132}{0.00063} \approx 209500\text{ (N/mm}^2\text{)} \approx 2.1 \times 10^5\text{ (N/mm}^2\text{)}$$



例题 2 泊松比 ν 、泊松倒数 m

例题 1 中，钢棒的断面直径缩小 0.0046mm 时，求该钢棒的泊松比及泊松倒数。

(解) 横向应变
$$\beta = \frac{\Delta d}{d} \approx \frac{0.0046\text{ (mm)}}{22\text{ (mm)}} \approx 0.00021$$

泊松比
$$\frac{1}{m} = \frac{\text{横向应变}}{\text{纵向应变}} \approx \frac{\beta}{\varepsilon} \approx \frac{0.00021}{0.00063} \approx \frac{1}{3}$$

泊松倒数
$$m = \frac{\text{纵向应变}}{\text{横向应变}} \approx \frac{\varepsilon}{\beta} \approx \frac{0.00063}{0.00021} \approx 3$$

3

这座桥由
木材和石
材组成

木材和石材



木 材

在古代，木材被作为建筑材料大量使用，而近代由于新兴的具有优良性能的材料大量涌现，使用范围显著减少。

(1) 木材的性质 ①木材具有易于加工、与密度相比强度高、热传导率和声传导率小、外表轻巧美观的特点。

②也有易燃烧、易腐蚀、非匀质、尺寸受限的缺点。

③一般采用在大气中自然风干的风干木材。

④木材的密度是指在一定的大气条件状态下，达到平衡含水率时，木材单位体积的质量（风干密度）。通常情况下木材的密度越大强度越高。

(2) 木材的强度 ①木材的强度一般根据树种、受力方向、是否有木瘤等取不同的数值。

②通常情况下，木材纤维方向的抗拉强度大于抗压强度。

主要木材的密度和标准强度，如表 1.2 所示。

(3) 木材的标准 木材的标准，除了有与原木相关的日本农林标准和木制品标准外，还有与叠合材料、原木桩、枕木、胶合板等相关的标准。

木材的密度和标准强度 表 1.2

树种	风干质量 (含水量 15%)	抗压强度 (N/mm ²)	抗拉强度 (N/mm ²)	抗弯强度 (N/mm ²)	抗剪强度 (N/mm ²)
杉树	0.38	25.5 ~ 40.7	50.5 ~ 73.5	29.4 ~ 73.5	3.9 ~ 8.3
扁柏	0.41	29.4 ~ 39.2	83.3 ~ 147.0	50.0 ~ 83.3	5.9 ~ 11.3
赤松	0.53	36.3 ~ 51.9	82.3 ~ 182.3	35.3 ~ 115.6	4.9 ~ 11.8
美国黄松	0.55	42.1	102.9	70.6	7.2

注)修正为 SI 单位。

(彰国社出版《建筑学体系》)
(摘自土木学会编《土木工程手册》)

石 材

石材作为结构和装饰用材料，在古代建筑工程中广泛应用。

随着混凝土技术的快速发展，石材的使用逐渐减少，现在多用作装饰材料、堆石和混凝土中的骨料。

(1) 石材的性质 ①表示石材性质的指标有密度、抗压强度、耐久性、耐热性等。

②石材的种类很多，用于结构的有基础工程中的碎石，用于外装修的有花岗岩，用于室内装修的有大理石。

③石材的密度一般用表观密度表示。石材的单位体积质量用质量与体积的比值 (g/cm^3 , t/m^3) 表示。

(2) 石材的强度 ①石材的抗压强度、密度、孔隙率及吸水率之间具有相关性。

②密度越大孔隙率和吸水率越小，即单位质量越大压强越大。

主要岩石的密度和强度，如表 1.3 所示。

岩石的密度和强度等

表 1.3

岩石种类	密度	抗压强度 (N/mm^2)	抗拉强度 (N/mm^2)	吸水率 (%)	孔隙率 (%)
花岗岩	2.5 ~ 3.0	61.8 ~ 297.9	2.4 ~ 9.2	0.2 ~ 1.7	—
砂岩	2.05 ~ 2.67	26.1 ~ 233.2	2.5 ~ 2.8	0.7 ~ 13.8	1.6 ~ 26.4
石灰岩	2.40 ~ 2.81	52.2 ~ 185.0	3.4	0.1 ~ 3.4	—
大理石	2.58 ~ 2.74	92.1 ~ 226.9	3.7 ~ 10.5	0.1 ~ 2.5	0.3 ~ 2.0

(注) 修正为 SI 单位。

(摘自土木学会编《土木工程手册》)

比较一下海绵和木片，就能理解什么是强度和吸水率了。



例题 3 土木工程设计图

在土木工程设计图中，以下哪个组合是错误的？

(1) $\phi 12@300$ ——直径 12mm 的钢筋，按 300mm 间距布置

(2) ——石材

(3) $5 \times 200=1000$ ——全长 1000mm，以 200mm 为间距 5 等分

(4) ——基岩

(解) (4)

：该符号代表土。

：该符号代表基岩。