

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН ДЕФОРМАЦИЙ ВНОВЬ ПОСТРОЕННОГО ЗДАНИЯ

Н.И. Орлова, О.В. Калинин

Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте

Приведены результаты изучения причин деформаций вновь построенного здания больницы в г. Кусе. С целью определения причин разрушения проведены: анализ расположения здания и дополнительные инженерно-геологические изыскания. По результатам дополнительных инженерно-геологических изысканий уточнено положение кровли скального грунта, выявлены «карман выветривания» и новые, ранее не встречавшиеся грунты, в том числе и специфический (просадочный), определены грунты, на которые опирается часть здания с разрушенными стенами. Выполнены необходимые расчеты по определению показателей физико-механических свойств этих грунтов. Показано, что в качестве несущего слоя использованы разносжимаемые грунты. Указаны причины появления деформаций юго-восточной части здания больницы. Особо отмечена необходимость соблюдения строительных правил.

Ключевые слова: Куса, больница, трещины, дополнительные инженерно-геологические изыскания, шурфы и скважины, смещение контура здания, карман выветривания.

В 1998 г. в юго-восточной части на стенах вновь построенного здания больницы в городе Куса начали возникать трещины. Здание двухэтажное, стены кирпичные, фундамент ленточный. Трещины с раскрытием в несколько сантиметров прошли поперек всей юго-восточной части здания по стенам и перекрытиям. В 12,5 м от торца здание начало разламываться. Это повлекло за собой вытягивание балок и плит перекрытия лоджии и теплого перехода.

При выявлении возможных причин разрушения были проведены: анализ расположения здания и дополнительные инженерно-геологические изыскания [16].

Анализ расположения здания показал, что имеет место сдвиг контура здания относительно проектного положения на 24 м к юго-востоку.

Здание было запроектировано на основании результатов выполненных инженерно-геологических изысканий, в ходе которых установлено, что основанием фундаментов будут служить щебенистый грунт обломочной зоны коры выветривания и скальный грунт (доломит). Такие грунты считаются соответственно малосжимаемым и несжимаемым и являются хорошим основанием фундаментов [6, 11–13].

В ходе дополнительных инженерно-геологических изысканий были пройдены шурфы и скважины, проведены отбор проб грунта ненарушенной структуры (монолитов) и лабораторные испытания, а также камеральные работы [1, 2, 4, 8, 16]. Местоположение скважин и шурфов, линии инженерно-геологических разрезов приведены на рис. 1.

Получены следующие дополнительные сведения об инженерно-геологических условиях под юго-восточной частью здания [16]:

– наличие резкого понижения кровли скального грунта с образованием «кармана выветривания» [5, 10];

– выявлены ранее не встречавшиеся суглинки ИГЭ № 2, 4, 5 (ИГЭ – инженерно-геологический элемент);

– физико-механические свойства суглинков характеризуются значениями показателей, приведенными в табличной форме (см. таблицу) [7, 8];

– значение коэффициента водонасыщения суглинка ИГЭ № 5 менее 0,8, поэтому при проведении компрессионных испытаний было проведено дополнительное водонасыщение суглинка при нагрузке 0,3 МПа [2, 10] и получена относительная деформация просадочности, равная 0,025.

Полученное значение превышает 0,01, что позволяет классифицировать грунт как просадочный [3, 14]. Относительная деформация просадочности при напряжении от собственного веса грунта составила 0,007. Начальное просадочное давление равно 0,13 МПа и в пределах всей просадочной толщи больше напряжения от собственного веса грунта 0,08 МПа, поэтому грунтовые условия по просадочности отнесены к I типу [5, 10, 11].

Инженерно-геологический разрез по линии 1–1' приведен на рис. 2.

После завершения комплекса дополнительных инженерно-геологических изысканий установлены следующие причины деформации корпуса больницы [16]:

– при смещении на 24 метра к юго-востоку от первоначальной посадки здание попало на «карман выветривания», заполненный элювиальным суглинком твердым просадочным eMZ ИГЭ № 5. «Карман выветривания» вскрыт скважинами № 4, 5 и шурфом № 7 (см. рис. 1 и 2);

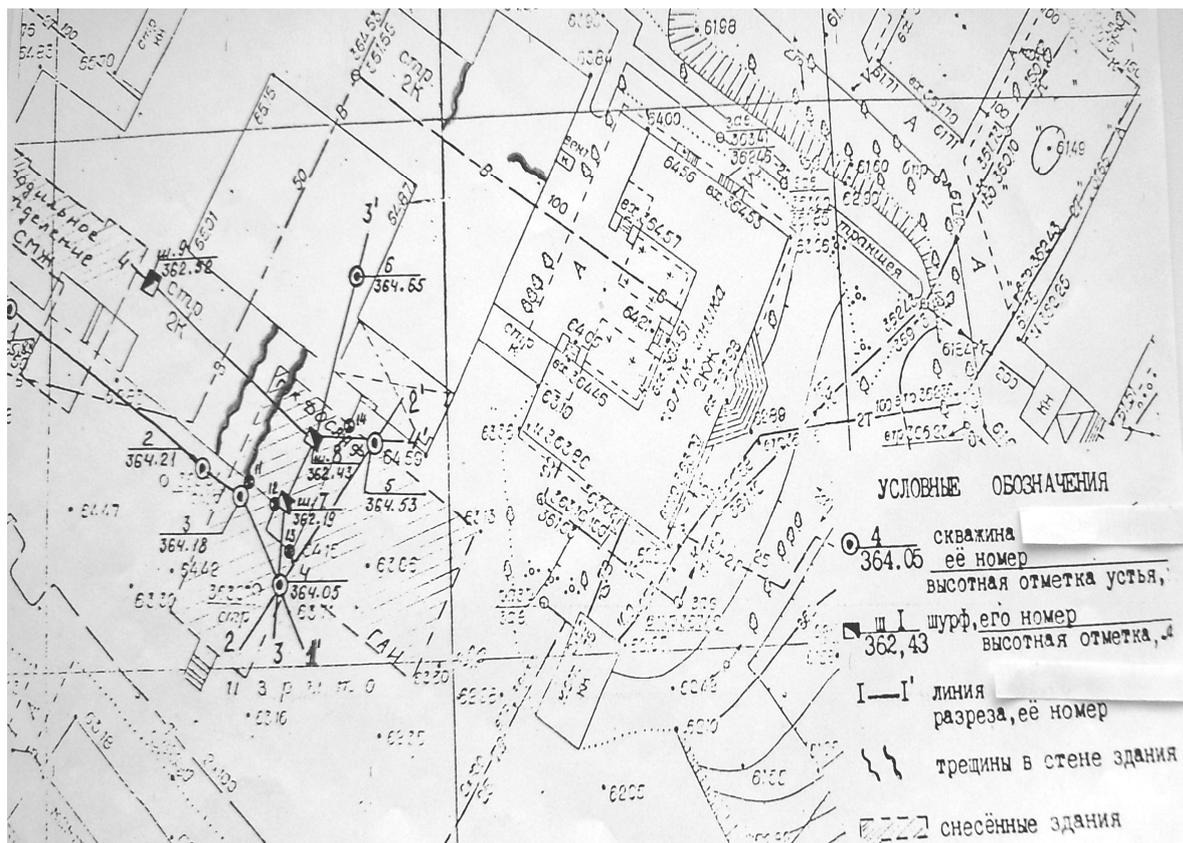
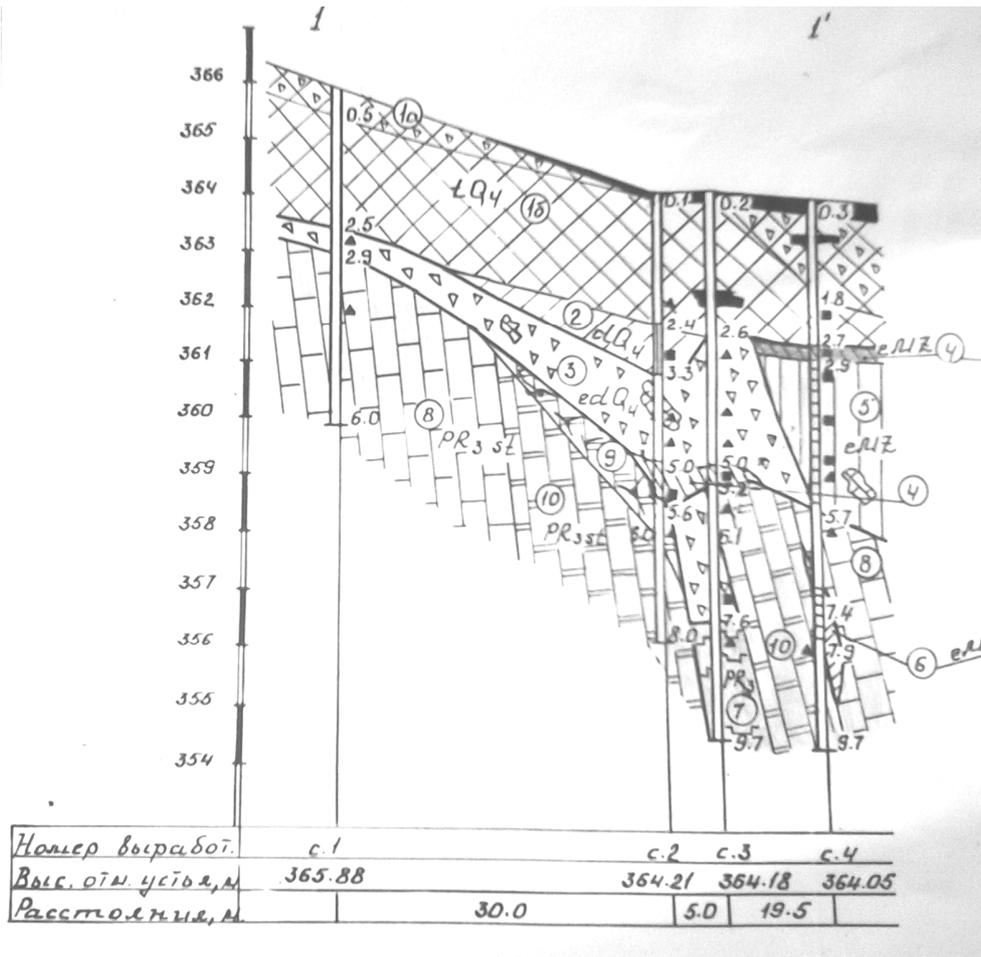


Рис. 1. Схема расположения выработок

Свойства ИГЭ № 2, 4, 5

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения для		
		ИГЭ № 2	ИГЭ № 4	ИГЭ № 5
Плотность ρ_I ρ_{II}	г/см ³	1,94	1,79	1,55
		1,95	1,86	1,58
Число пластичности	%	13	10	8
Показатель текучести		0,43	0,51	-0,15
Коэффициент пористости		0,780	0,858	1,218
Коэффициент водонасыщения		0,801	0,914	0,631
Удельное сцепление:				
– при природной влажности C_I	кПа	10	20	24
C_{II}		15	30	28
– при водонасыщении C_I				20
C_{II}				21
Угол внутреннего трения:				
– при природной влажности ϕI	градус	15	25	16
ϕII		17	29	20
– при водонасыщении ϕI				15
ϕII				17
Модуль общей деформации:				
– при природной влажности	МПа	7	8	12
– при водонасыщении				6
Относительная деформация просадочности:				
– при нагрузке 0,3 МПа		Менее 0,01	Менее 0,01	0,025
– при напряжении от собственного веса грунта				0,007
Начальное просадочное давление	МПа			0,13
Напряжение от собственного веса грунта				0,08
Степень морозной пучинистости	%	7 (средне-пучинистый)	10 (сильно-пучинистый)	Менее 1 (непучинистый)



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я	
КАЙНОЗОЙСКАЯ ГРУППА КЗ	
	бетонное покрытие
	16a) насыпной грунт-супесь, строительный мусор в виде щебня, битого кирпича, обломков древесины, бетона.
	16b) насыпной грунт-суглинок коричневый, жёлтый, серо-коричневый, различных генетических типов (e, d), щебенистый, с примесью органических веществ. 16) насыпной грунт-выравнивающий слой/щебенистая подсыпка.
	2) суглинок тугопластичный, коричневый, щебенистый.
	3) edLQ4 щебенистый грунт с суглинистым твёрдым жёлтым, коричневым, прослоями белым заполнителем до 22%, с глыбами известняка, доломита, слабыветренный.
МЕЗОЗОЙСКАЯ ГРУППА МЗ	
	4) eLIZ суглинок мягкопластичный, жёлтый, лёгкий пылеватый, с древесой и щебнем.
	5) eLIZ суглинок просадочный твёрдый, лёгкий песчанистый, ярко-жёлтый, жёлто-оранжевый, щебенистый, в нижней части слоя с останцами.
	6) eLIZ суглинок твёрдый непросадочный, жёлто-бурый, щебенистый.
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ГРУППА PR	
	7) PR3 диабаз средней прочности тёмно-зелёный, мелкокристаллической структуры, массивной текстуры, трещиноватый.
	8) PR3st известняк мраморизованный прочный, размягчаемый в воде, мелкокристаллической структуры, массивной текстуры, белый с голубым оттенком, с прослоями сильнотрещиноватого.
	9) PR3st доломит малопрочный, тёмно-серый, размягчаемый в воде, мелкокристаллический, массивный, сильнотрещиноватый.
	10) PR3st доломит прочный, тёмно-серый, размягчаемый в воде.
	dLQ4 геолого-генетический индекс
	2) номер инженерно-геологического элемента

Рис. 2. Инженерно-геологический разрез по линии 1-1'

– разносжимаемость грунтов в основании фундамента способствовала оседанию юго-восточной части здания. Разносжимаемость хорошо проиллюстрирована инженерно-геологическим разрезом по линии 1–1'. Так, в скважинах № 1, 2, 3 фундаменты опираются на малосжимаемый щебенчатый грунт ИГЭ № 3 с модулем общей деформации 42 МПа и несжимаемый скальный грунт, а в скважине № 4 – на сильносжимаемый суглинок мягкопластичный ИГЭ № 4 с модулем общей деформации 8 МПа и на суглинок твердый просадочный ИГЭ № 5;

– замачивание привело к изменению состояния суглинка в верхней части толщи из твердого в мягкопластичное, в результате чего образовался суглинок мягкопластичный ИГЭ № 4. При этом он приобрел категорию сильнопучинистого;

– при замачивании суглинка просадочного ИГЭ № 5 резко ухудшаются его механические свойства. Если при природной влажности модуль общей деформации равен 12 МПа, то при водонасыщении всего лишь 6 МПа, т. е. степень изменчивости сжимаемости основания равна 2. Снижение прочностных свойств проявляется следующим образом: при природной влажности удельное сцепление равно 28 кПа, а при замачивании – только 21 кПа, ухудшение угла внутреннего трения происходит с 20 до 17 градусов;

– в шурфе № 8 под фундаментом здания обнаружен насыпной грунт, классифицирующийся как свалка [9, 10] различных суглинков с содержанием органических веществ 34 %. Наличие подобных насыпных грунтов в основании фундамента категорически не допускается [5].

Без сомнения, деформаций здания можно было бы избежать, если бы своевременно были заказаны дополнительные инженерно-геологические изыскания в контуре смещения корпуса больницы, а проект был бы откорректирован с учётом выявленных специфических грунтов, резкого понижения кровли скальных грунтов в «кармане выветривания» и разносжимаемости грунтов основания. Дополнительные инженерно-геологические изыскания все равно пришлось выполнять [16], но уже для выяснения причин деформации здания.

В работе [15] неоднократно подчеркивается, что отсутствие контроля при строительстве со стороны заказчика, строительного контроля часто приводят к возникновению аварий, как при возведении зданий и сооружений, так и при их реконструкции.

Таким образом, в результате работы выявлено, что основной причиной деформаций здания явилось невыполнение положений СП [5], в частности пункта 4.8 – «Проектирование оснований без соответствующего инженерно-геологического

обоснования или при его недостаточности не допускается».

Литература

1. ГОСТ 12071–2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М., ГУП ЦПП Госстрой России, 2001.
2. ГОСТ 23161–2013. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. – М., Госстрой России, 2013.
3. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. – М.: Госстрой России, 2011.
4. ГОСТ 30416–2010. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М.: Госстрой России, 2011.
5. СП 22.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83* Основания зданий и сооружений). – М.: Изд-во стандартов, 2011.
6. СП 24.13330.2011 (актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85 Свайные фундаменты). – М.: Изд-во стандартов, 2011.
7. СП 47.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 11–02–96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения). – М.: Изд-во стандартов, 2012.
8. СП 11–105–97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. I. Общие правила производства работ. – М., 1998.
9. СП 11–105–97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. – М., 2000.
10. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01–83*). – М.: Стройиздат, 1986.
11. Малышев, М.В. Механика грунтов. Основания и фундаменты / М.В. Малышев, Г.Г. Болдырев. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2000.
12. Механика грунтов, основания и фундаменты / под ред. С.Б. Ухова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002.
13. Далматов, Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты / Б.И. Далматов. – СПб.: Стройиздат, 1998.
14. Грунтоведение / под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. ун-та: Изд-во «Наука», 2005.
15. Аварии зданий и сооружений на территории Российской Федерации в 2003 году. – М.: Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства», 2004.
16. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий на объекте «Корпус больницы в городе Куса». – Златоуст, 1998.

Орлова Нина Ивановна, доцент, кафедра «Промышленное и гражданское строительство», Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте, nina_orlusha@mail.ru

Калинин Олег Викторович, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное и гражданское строительство», Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте, oleg.kalin2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 15 мая 2015 г.

DOI: 10.14529/build150405

STUDY ON CAUSES OF DEFORMATIONS OF A NEWLY-BUILT BUILDING

N.I. Orlova, nina_orlusha@mail.ru

O.V. Kalinin, oleg.kalin2011@yandex.ru

South Ural State University, branch in Zlatoust, Russian Federation

The paper presents the causes of deformations of a newly-built hospital building in the city of Kusa. To determine the seeds of decay the authors have conducted: analysis of a structural arrangement and additional site investigations. Subsequent to the results of additional site investigations the position of ledge rock roofing is specified, an “erosion pocket” and new soil are revealed, including a problematic one (collapsing soil), the soil on which a part of the building with destroyed walls is set is detected. The important calculations for determining physical and mechanical properties of this soil are made. It's shown that differently compressible soil is used as a base layer. The causes of deformations appearing in the southeastern part of the building are given. The need for observing the construction regulations is highlighted.

Keywords: Kusa, hospital, cracks, additional site investigations, pits and holes, displacement of building, erosion pocket/

References

1. GOST 12071–2000. *Grunty. Otbor, upakovka, transportirovanie i khranenie obraztsov* [Soils. Selection, packaging, transport and storage of samples]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2001.
2. GOST 23161–2013. *Grunty. Metod laboratornogo opredeleniya kharakteristik prosadochnosti* [Soils. Method for laboratory determination of subsiding characteristics]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2013.
3. GOST 25100–2011. *Grunty. Klassifikatsiya* [Soils. Classification]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2011.
4. GOST 30416–2010. *Grunty. Laboratornye ispytaniya. Obshchie polozheniya* [Soils. Laboratory tests. General provisions]. Moscow, Gosstroy of Russia Publ., 2011.
5. SP 22.13330.2011. (*aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.02.01-83* Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy*) [(revised edition of SNIp 2.02.01-83* Foundations of buildings and structures)]. Moscow, Standartinform Publ., 2011.
6. SP 24.13330.2011. (*aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 2.02.03-85 Svaynye fundamenty*) [(updated version of SNIp 2.02.03-85 Pile foundations)]. Moscow, Standartinform Publ., 2011.
7. SP 47.13330.2012. (*aktualizirovannaya redaktsiya SNIp 11-02-96 Inzhenernye izyskaniya dlya stroitel'stva. Osnovnye polozheniya*) [(updated version of SNIp 11-02-96 Engineering surveys for construction. The main provisions)]. Moscow, Standartinform Publ., 2012.
8. SP 11–105–97. *Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Chast' I. Obshchie pravila proizvodstva rabot* [Engineering-geological surveys for construction. Part I. General rules of manufacture of works]. Moscow, Standartinform Publ., 1998
9. SP 11–105–97. *Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Chast' III. Pravila proizvodstva rabot v rayonakh rasprostraneniya spetsificheskikh gruntov* [Engineering-geological surveys for construction. Part III. The rules of production work in the areas of distribution of specific soils]. Moscow, Standartinform Publ., 2000
10. *Posobie po proektirovaniyu osnovaniy zdaniy i sooruzheniy (k SNIp 2.02.01-83*)* [Manual for design of foundations of buildings and structures (to SNIp 2.02.01-83*)]. Moscow, Standartinform Publ., 1986.
11. Malyshev M.V., Boldyrev G.G. *Mekhanika gruntov. Osnovaniya i fundamenty* [Soil mechanics. Bases and foundations]. Moscow, Association building universities Publ., 2000.

12. Ukhov S.B., Semenov V.V., Znamenskiy V.V., Ter-Martirosyan Z.G., Chernyshev S.N. *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenti. Pod redaktsiey S.B. Ukhova* [Soil mechanics, bases and foundations. Edited by S. B. Ukhov]. Moscow, Higher school Publ., 2002.
13. Dalmatov B.I. *Mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenti* [Soil mechanics, bases and foundations]. St. Petersburg, Standartinform Publ., 1998
14. Trofimov V.T., Korolev V.A., Voznesenskiy E.A., Golodkovskaya G.A., Vasil'chuk Yu.K., Ziangirov R.S. *Gruntovedenie. Pod redaktsiey V. T. Trofimova* [The soil. Edited by V. T. Trofimov]. Moscow, MGU Publ., 2005.
15. *Avarii zdaniy i sooruzheniy na territorii Rossiyskoy Federatsii v 2003 godu.* [Accidents of buildings and constructions in territory of the Russian Federation in 2003]. Moscow, All-Russian public Foundation "Center for quality construction" Publ., 2004.
16. *Tekhnicheskiy otchet po rezul'tatam inzhenerno-geologicheskikh izyskaniy na ob"ekte «Korpus bol'nitsy v gorode Kusa»* [Technical report on results of engineering-geological surveys on the object "the building of the hospital in the town of Kusa"]. Zlatoust, 1998.

Received 15 May 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Орлова, Н.И. Изучение причин деформаций вновь построенного здания / Н.И. Орлова, О.В. Калинин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 30–35. DOI: 10.14529/build150405

FOR CITATION

Orlova N.I., Kalinin O.V. Study on Causes of Deformations of a Newly-Buit Building. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2015, vol. 15, no. 4, pp. 30–35. (in Russ.). DOI: 10.14529/build150405
